

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN CUANTITATIVO

TITULO

“INCIDENCIA DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ARCILLOSO DE LA AV. LORETO EN EL DISTRITO DE CALLERÍA”

RESUMEN

La estabilización de suelos es un problema frecuente en la región de Ucayali, esto debido a que en su mayoría se encuentra suelos arcillosos de baja capacidad portante, teniendo que estabilizarlos químicamente o en un extremo reemplazarlos en su totalidad, por lo cual el estudio de producto como lo es las cenizas de bagazo de caña que no cuentan con un uso secundario en la estabilización de suelos es importante, en este caso se analizará los suelos arcillosos de la Av. Loreto, en base a esto nos cuestionamos si ¿la adición de ceniza de bagazo de caña estabiliza los suelos arcillosos?, dicha interrogante será absuelta a través del cumplimiento de los objetivos específicos las cuáles serán las siguientes: Determinar la incidencia de la adición de ceniza de bagazo de caña en el índice de plasticidad del suelo arcilloso, determinar el óptimo contenido de humedad del suelo arcilloso adicionándole ceniza de bagazo de caña, determinar la incidencia de la adición de ceniza de bagazo de caña en el índice de CBR del suelo arcilloso; la metodología a usar corresponde al del tipo aplicada y explicativa ya que se enfoca en estudiar la estabilización de la muestra frente a la adición de cenizas de bagazo de caña en cantidades del 5%, 10% y 20% esperando que la adición estas cantidades cumplan con los objetivos y se determine que la adición de ceniza de bagazo de caña mejora las propiedades físico-mecánicas de la muestra estabilizándolas.

Palabras claves

Ceniza de Bagazo de Caña, CBR, Estabilización de Suelos, Subrasante y Suelo Arcilloso.

Abstract

Soil stabilization is a frequent problem in the Ucayali region, this is due to the fact that clayey soils with low bearing capacity are found for the most part, having to be chemically stabilized or, in one extreme, completely replaced, for which the product study such as cane bagasse ashes that do not have a secondary use in soil stabilization is important, in this case the clayey soils of Av. Loreto will be analyzed, based on this we question whether the addition of cane bagasse ash stabilizes clay soils?, this question will be answered through the fulfillment of the specific objectives which will be the following: Determine the incidence of the addition of cane bagasse ash in the clay soil plasticity index , determine the optimal moisture content of the clayey soil by adding cane bagasse ash, determine the incidence of adding cane bagasse ash a in the CBR index of the clay soil; the methodology to be used corresponds to the applied and explanatory type since it focuses on studying the stabilization of the sample against the addition of cane bagasse ash in quantities of 5%, 10% and 20%, hoping that the addition of these quantities meets with the objectives and it is determined that the addition of cane bagasse ash improves the

physical-mechanical properties of the sample, stabilizing them.

Keywords

Sugarcane Bagasse Ash, CBR, Soil Stabilization, Subgrade y Clay floor.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Uno de los mayores problemas en la región de Ucayali cuando se quiere pavimentar una vía, es el suelo arcilloso que se encuentra, suelo que por sus características en la mayoría presenta propiedades que no son adecuados para su utilización como sub rasante en la construcción de pavimentos; encontrándose en estos baja capacidad portante, índices de plasticidad altos y demás, los cuales conllevan a sustituirlo por otro tipo de suelo que presente mejores características mecánicas o su estabilización con productos adicionales como el cemento, la cal u otros aditivos, implicando mayores costos por su precio y cantidades a usar.

Las calles del distrito de Callería en temporadas de lluvias se ven afectadas, dado que al ser suelo arcilloso por sus caracterizas físicas y mecánicas presentan deformaciones y cambios volumétricos al contacto con el agua, ocasionándose charcos de agua y lodo, los cuales la hacen intransitables. El mejoramiento de estas a través de la estabilización con productos actuales del mercado generaría grandes costos, puesto que en la región Ucayali no se tiene fábricas de cemento, cal u otros aditivos que se usa comúnmente en estos tipos de suelos, si bien existen productos para la estabilización de suelos en el Perú, estos son transportados desde la ciudad de lima; el contar con un insumo regional que se pueda utilizar representaría una ventaja económica en las obras viales.

II. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La justificación del proyecto se enmarca en solucionar el problema de los suelos arcillosos para infraestructura vial en el aspecto de su estabilización empleando las cenizas del bagazo de caña, resultante de la fabricación de azúcar y ron; dando así una solución a un problema regional con un producto también regional.

Así también esta ceniza que no tiene un segundo uso en la actualidad en la región, es decir se desperdicia y genera una contaminación al aire, su utilización en la estabilización de suelos arcillosos representaría una reducción en el impacto ambiental dentro de la localidad.

III. HIPOTESIS

III.I Hipótesis General

- La adición de ceniza de bagazo de caña estabiliza el suelo de la Av. Loreto

III.II Hipótesis Específicos

- La plasticidad del suelo disminuye con la adición de ceniza de bagazo de caña.
- El óptimo contenido de humedad disminuye con la adición de ceniza de bagazo de caña.
- El CBR del suelo aumenta con la adición de ceniza de bagazo de caña.

IV. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

- Determinar la incidencia de la adición de ceniza de bagazo de caña en la estabilización del suelo arcilloso de la Av. Loreto.

4.2. Objetivos Específicos

- Determinar la incidencia de la adición de ceniza de bagazo de caña en el índice de plasticidad del suelo arcilloso de la Av. Loreto.
- Determinar el óptimo contenido de humedad del suelo arcilloso de la Av. Loreto adicionándole ceniza de bagazo de caña.
- Determinar la incidencia de la adición de ceniza de bagazo de caña en el índice de CBR del suelo arcilloso de la Av. Loreto.

V. ANTECEDENTES

V.I NIVEL LOCAL

(Pérez, 2021) En su tesis denominada “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” realiza un muestreo no probabilístico de las cuales fueron en total cuatro muestras de suelo arcilloso para mezclarla con cenizas de fondo en proporciones de 10%,20% y 30% y a través de ensayos de laboratorios concluyó que la adición de cenizas logra estabilizar los suelos arcillosos y mejor sus propiedades mecánicas.

V.II NIVEL NACIONAL

(Lujerio 2018) Determina en su investigación los efectos de la adicción de cemento y ceniza de bagazo de caña en un 4% y 1% respectivamente, a través de ensayos como Proctor modificado, CBR, granulometría, limite líquido y plástico, entre otros concluyendo que el CBR del suelo al 100% es de 42.49, mezclado con solo cemento es de 51.73% y con cemento más ceniza de bagazo de caña es de 46.86% y al 95% es del 20%, 25% y 22.83% en el mismo orden.

(Salas y Pinedo 2018) En su investigación añaden en proporciones 5%, 10% y 15% de ceniza de bagazo de caña a una muestra de suelo, para ser estudiada posteriormente su estabilización a estas, los mismos que serán determinados mediante los estudios de mecánica de suelos.

(Espinoza y Velásquez 2018) Según su investigación realizada en el tramo de Pinar-Marian, distrito de independencia; la cual consiste en la estabilización químico de los suelos arcillosos encontrados con ceniza de bagazo de caña en un 10%, 20% y 30%; obteniendo los mejores resultados con la combinación del 20% las cuales son CBR al 95% de 15.18%, densidad seca de 1.859 gr/cm³, contenido de humedad de 9.567% y reduciendo el índice de plasticidad de 16.11% a 9.73%, así mismo logró disminuir el porcentaje de expansión de suelo de 1.47% a 0.24%.

(Terrones 2018) En muestras de suelos mezcla en cantidades del 5%, 10% y 15% de su peso con ceniza de bagazo de caña, para analizarlo elaboraron 36 probetas cilíndricas de 4" de diámetro y lo sometieron a compresión simple no confinada a 7 días de curarlo y fue comprobado con 6 ensayos de CBR, para los cuales obtuvieron que la adición del 15% de CBCA a la muestra es la que cumple con el Manual de Carreteras- Suelos, geología, geotecnia y pavimentos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

(Capuñay y Pastor 2020) En la investigación realizada buscan determinar las características físicas y mecánicas de los suelos estabilizados con ceniza de bagazo de caña de azúcar en porcentajes de: 25%, 35% y 45%, de las cuales la adición de 35% mostró el mejor comportamiento incrementando el CBR en 6.41% del valor de la muestra sin estabilizar.

(Aquino 2020) Estudia las propiedades geotécnicas de suelos arcillosos mezclados con ceniza de bagazo de caña en porcentajes del 5, 10 y 15; concluyendo que el insumo de ceniza de bagazo de caña cumplen con los requisitos establecidos en el Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del MTC para su uso como material de subrasante en construcción vial; así también demostró que económicamente representa un ahorro en construcción y mantenimiento de pavimento con subrasantes estabilizadas.

V.III NIVEL GLOBAL

(Ojeda, Mendoza y Baltazar 2018) A través de sus investigación estudiaron la influencia de la ceniza de bagazo de caña de azúcar para mejorar las propiedades de un suelo granular arenoso del tipo subrasante, para lo cual realizaron ensayos de compactación AASHTO estándar, resistencia a la compresión simple y CBR comparándolos con el suelo natural y mezclado con porcentajes de 3%, 5% y 7% de cemento portland como porcentajes

de control, realizándose sustituciones parciales del mismo por CBCA en porcentajes de 0%, 25%, 50% y 100% con respecto al peso del suelo en estado seco; de los cuales obtuvieron como resultados que el suelo mostró mejores de compactación, resistencia a la compresión y CBR, reduciendo hasta un 25% el consumo del CPC.

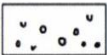

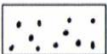






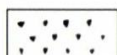

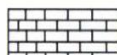



VI. MARCO TEÓRICO

6.1 BASES TEÓRICAS

6.1.1. Clasificación de suelos

Según Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014), “los suelos encontrados serán descritos y clasificados de acuerdo a metodología para construcción de vías, la clasificación se efectuará obligatoriamente por AASHTO y SUCS, se utilizarán los signos convencionales de los siguientes cuadros:” (p.30)

Tabla 1: Signos convencionales para perfil de calicatas – Clasificación AASHTO

Simbología	Clasificación	Simbología	Clasificación
	A - 1 - a		A - 5
	A - 1 - b		A - 6
	A - 3		A - 7 - 5
	A - 2 - 4		A - 7 - 6
	A - 2 - 5		Materia Orgánica
	A - 2 - 6		Roca Sana
	A - 2 - 7		Roca Desintegrada
	A - 4		

Fuente: Simbología AASHTO

Tabla 2: Signos convencionales para perfil de calicatas – Clasificación SUCS

	Grava bien graduada, mezcla, grava con poco o nada de material fino, variación en tamaños granulares		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy bajo
	Grava mal graduada, mezcla de arena-grava con poco o nada de material fino		Arena arcillosa, mezcla de arena-arcillosa
	Grava limosa, mezcla de grava, arena limosa		Limo orgánico y arena muy fina, polvo de roca, arena fina limosa o arcillosa o limo arcilloso con ligera plasticidad
	Grava arcillosa, mezcla de grava-arena-arcilla; grava con material fino cantidad apreciable de material fino		Limo orgánico de plasticidad baja o mediana, arcilla grava, arcillaarenosa, arena limosa, arcilla magra
	Arena bien graduada, arena con grava, poco o nada de material fino. Arena limpia poco o nada de material fino, amplia variación en tamaños granulares y cantidades de partículas en tamaños intermedios		Limo orgánico y arcilla limosa orgánica, baja plasticidad
	Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedias		Limo inorgánico, suelo fino gravoso o limoso, micacea o diatometacea, limo elástico

	Arcilla inorgánica de elevada plasticidad, arcilla gravosa
	Arcilla orgánicas de mediana o elevada plasticidad, limo orgánico
	Turba, suelo considerablemente orgánico

Fuente: Manual de ensayos de Materiales – Norma MTC E101, Símbolos gráficos para suelos

6.1.1.1. Granulometría

Según Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014), dice que la granulometría “representa la distribución de los tamaños que posee el agregado mediante el tamizado según especificaciones técnicas (Ensayo MTC EM 107). A partir de la cual se puede estimar, con mayor o menor aproximación, las demás propiedades que pudieran interesar. El análisis granulométrico de un suelo tiene por finalidad determinar la proporción de sus diferentes elementos constituyentes, clasificados en función de su tamaño. De acuerdo al tamaño de las partículas de suelo, se definen los siguientes términos:” (p.31).

230

Tabla 3: Tamices y aberturas para análisis granulométrico

TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75,000
2"	50,800
1 1/2"	38,100
1"	25,400
3/4"	19,000
3/8"	9,500
N°4	4,760
N°10	2,000
N°20	0,840
N°40	0,425
N°60	0,260
N°140	0,106
N°200	0,075

231

232

Fuente: Manual de ensayo de materiales, MTC. 2003

233

234

Tabla 4: Clasificación de suelos según tamaño de partículas

Tipo de Material		Tamaño de las partículas
Grava		75 mm – 4.75 mm
Arena		Arena gruesa: 4.75 mm – 2.00 mm
		Arena media: 2.00 mm – 0.425mm
		Arena fina: 0.425 mm – 0.075 mm
Material Fino	Limo	0.075 mm – 0.005 mm
	Arcilla	Menor a 0.005 mm

235

236

Fuente: Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos.
2014

237

238

6.1.1.2. Contenido de Humedad

239

240

241

242

243

244

245

246

247

248

249

6.1.1.3. Plasticidad

250

251

252

253

254

255

Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos (2014), afirmo lo siguiente: “Es la propiedad de estabilidad que representa los suelos hasta cierto límite de humedad sin disgregarse, por tanto, la plasticidad de un suelo depende, no de los elementos gruesos que contiene, sino únicamente de sus elementos finos. El análisis granulométrico no

permite apreciar esta característica, por lo que es necesario determinar los Límites de Atterberg. Los Límites de Atterberg establecen cuan sensible es el comportamiento de un suelo en relación con su contenido de humedad (agua), definiéndose los límites correspondientes a los tres estados de consistencia según su humedad y de acuerdo a ello puede presentarse un suelo: líquido, plástico o sólido. Estos límites de Atterberg que miden la cohesión del suelo son: el límite líquido (LL, según ensayo MTC EM 110), el límite plástico (LP, según ensayo MTC EM 111) y el límite de contracción (LC) según ensayo MTC EM 112). Además del LL y el LP, una característica a obtener el índice de plasticidad IP (ensayo MTC E 111) que se define como la diferencia entre LL y LP" (p.32)

Tabla 5: Clasificación de suelos según plasticidad

Indice de Plasticidad	Plasticidad	Características
IP>20	Alta	Suelos muy arcillosos
IP≤20	Media	suelos arcillosos
IP>7		
IP<7	Baja	suelos poco arcillosos plasticidad
IP=0	No plastico (NP)	suelos exentos de arcilla

Fuente: Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos. 2014

6.1.1.4. Limite Liquido

Cañar Tiviano, Edwin Santiago (2017), explica que el límite líquido "se refiere al contenido de humedad que está representada en porcentaje en el cual un suelo puede estar entre el estado líquido y plástico, se lo determina con un ensayo denominado Casagrande. Este artefacto consiste en una copa de bronce y una base de hule duro, el límite líquido se define arbitrariamente por tal motivo es necesario que las dos mitades de una pasta de suelo de 10 mm de espesor fluya y se unan en una longitud de 12 mm. El ensayo consiste en que se debe dejar caer la copa sobre la base a una altura de 10mm, el número de golpes es de 25, como sugerencia se debe realizar al menos tres pruebas para el mismo suelo ya que es difícil satisfacer el cierre de 12 mm". (p.14)

6.1.1.5. Limite Plástico

Cañar Tiviano, Edwin Santiago (2017), dice que "el límite plástico se refiere al contenido de humedad que está representada en porcentaje del suelo seco, en el cual un suelo puede cambiar del estado plástico a un estado semisólido y de un estado semisólido a un estado sólido. Este límite se considera como el más bajo contenido de humedad. El procedimiento consiste en enrollar elipsoidalmente una masa de suelos sobre una placa de vidrio, en un diámetro de 3,2 mm, luego el suelo se vuelve quebradizo por pérdida de humedad, se mide el contenido de humedad, si el suelo presenta una plasticidad bien definida se le agrega más agua la pasta de

suelo restante en la cápsula y se realiza el ensayo de límite líquido. Cuando el suelo presenta poca plasticidad, hay que realizar el ensayo del límite líquido y de inmediato con la pasta de suelo restante se realiza el ensayo de límite plástico, es recomendable hacer el procedimiento 3 veces para obtener mejores resultados”. (p.15)

6.1.2. Subrasante

Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos (2014), dice que “la subrasante es el asiento directo de la estructura del pavimento y forma parte del prisma de la carretera que se construye entre el terreno natural allanado o explanada y la estructura del pavimento. La subrasante es la capa superior del terraplén o el fondo de las excavaciones en terreno natural, que soportará la estructura del pavimento” (p. 21)

6.1.3. Ensayo California Bearing Ratio (CBR)

Terrones Cruz, Andrea Thatiana (2018) afirma lo siguiente “El ensayo de C.B.R. se emplea para evaluar la capacidad portante de terrenos compactados como terraplenes, capas de firme explanadas, así como en la clasificación de terrenos. Las siglas CBR significan California Bearing Ratio y fue desarrollado, antes de la segunda guerra mundial, por el Departamento de Transportes de California. El número CBR se obtiene como la relación de la carga unitaria en kilos/cm² (libras por pulgadas cuadrada, (psi)) necesaria para lograr una cierta profundidad de penetración del pistón circular de 19.35 cm² dentro de la muestra compactada de suelo a un contenido de humedad y densidad dadas con respecto a la carga unitaria patrón requerido para obtener la misma profundidad de penetración en una muestra estándar de material triturada”

Tabla 6: Categorías de Subrasante

Categorías de Sub rasante	CBR
S ₀ : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Sub rasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Manual de Carreteras, Suelos y Pavimentos. Biblioteca Nacional del Perú. Pg. 27. 2014.

6.1.4. Residuos Agrícolas

Según Terrones Cruz, Andrea Thatiana (2018), “estos materiales son el resultado de la combustión de los residuos agrícolas como la ceniza de cascarilla de arroz, las cenizas del bagazo y la paja de la caña de azúcar.

Cuando son quemados convenientemente, se obtiene un residuo mineral rico en sílice y alúmina, cuya estructura depende de la temperatura de combustión” (p.53).

6.1.5. Producción de Caña de Azúcar

Según Amasifuen Rengifo, Angie (2022), indica que “En Ucayali se genera alrededor de 15038.4 tn/año de cascarilla de arroz, 8399.2 tn/año de bagazo de caña, 168 tn/año de cascara de yuca y 38.4 tn/año cascara de plátano” (p. 14)

6.1.6. Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar (CBCA)

Según Rodríguez (2015), afirma que: “El proceso de obtención de la CBCA empieza con el ingreso de la caña de azúcar al ingenio azucarero donde se extrae el jugo, éste se clarifica y luego se cristaliza para separar el azúcar. La caña de azúcar tarda de 12 a 14 meses, desde su siembra hasta su cosecha. El medio utilizado para el corte de la caña es a través de maquinaria o manual. Luego la extracción se hace generalmente en un molino que pasa la caña entre tres o cuatro masas de acero, que exprimen los tallos y sacan todo el jugo. El residuo sólido fibroso se llama bagazo, la cual es el material fibroso de la caña que es almacenado generalmente bajo techo. A continuación, el bagazo con la ayuda de cintas transportadoras se lleva hasta un horno para quemarlos como combustible, para la generación de energía. Estas calderas alcanzan temperaturas de 800°C a 1000°C y de las calderas se obtiene la ceniza de bagazo de caña de azúcar, como un residuo que es almacenado en pozas, para luego ser transportado en volquetes a los campos de sembrío para ser usado como fertilizante.

6.1.6.1. La Ceniza De Caña De Azúcar (CBCA) como Material Puzolánico

Según Acuña Giraldo, Carlos y Caballero Huaylla, Hugo (2018), “la actividad puzolánica de las cenizas depende de algunos parámetros como: el tamaño de las partículas, la temperatura de calcinación, naturaleza cristalina y la composición química. Estudios recientes han demostrado que los desechos de la industria azucarera, principalmente ceniza de bagazo de caña de azúcar, tienen actividad puzolánica derivado de su alto contenido de sílice amorfa en este material” (p.85).

6.1.6.2. Composición química

Según Hernández (2011), dice que “la composición de la ceniza varía de acuerdo al tiempo, el suelo y el tipo y cantidad de fertilizante utilizado en su producción. La cantidad de ceniza de bagazo de caña depende de las condiciones climatológicas”.

Tabla 7: Composición química de la ceniza de bagazo de caña de azúcar peruano.

Ceniza	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃
Paja de caña	64.71	4.21	13.77	6.22	1.37	6.87	1.00	0.27	0.01
Bagazo	67.52	3.50	7.60	3.50	8.95	3.75	2.17	1.70	0.03

Fuente: Hernández, 2011.

6.1.7. Estabilización de Suelo

Según Vásquez Cabrera, Alexander Mauricio (2018), la estabilización de suelos se define como “el mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos. Tales estabilizaciones, por lo general se realizan en los suelos de sub rasante inadecuado o pobre, en este caso son conocidas como estabilización suelo cemento, suelo cal, suelo asfalto y otros productos diversos. En cambio, cuando se estabiliza una sub base granular o base granular, para obtener un material de mejor calidad se denomina como sub base o base granular tratada (con cemento o con cal o con asfalto, etc.)”. (p.3)

6.1.7.1. Tipo de Estabilización

a. Estabilización Mecánica

Según Terrones, Cruz Andrea Thatiana (2018), dice que la estabilización mecánica “pretende mejorar el material del suelo existente, sin cambiar la estructura y composición básica del mismo. Como herramienta para lograr el objetivo, se hace uso de la compactación”. (p.61)

b. Estabilización Física

Según Cañar Tiviano, Edwin Santiago (2017), “la estabilización física presenta como método de tratamiento a la mezcla de suelos logrando un mejoramiento y produciendo cambios físicos en el mismo, este tratamiento es muy factible, pero a pesar de obtener una mezcla diferente este debe ser compactado para obtener una masa duradera, en suelos granulares se debe mezclar con suelos de diferentes características como por ejemplo sus partículas deben ser más finas para aumentar su cohesión y que sus partículas no se muevan libremente, en cambio en suelos arcillosos se debería adicionar suelos friccionantes y así poder aprovechar la fricción interna de un suelo y la cohesión de las arcillas”.(p.12)

c. Estabilización Química

Cañar Tiviano, Edwin Santiago (2017), dice que “existen diferentes minerales y sustancias que se puede utilizar entre las más comunes tenemos:

- El uso de cal disminuye la plasticidad de los suelos arcillosos con un

índice de plasticidad igual o mayor a 10. Las estabilizaciones con cal son recomendables para cualquier tipo de estructuras viales, aeropuertos, ferrocarriles y edificaciones, su ventaja es optimizar el tiempo de ejecución y su bajo costo.

- El uso de Cemento Portland ayuda a aumentar la resistencia de los suelos y se utiliza como recomendación para mezclarlos con suelos arenosos o gravas finas.
- El cloruro de sodio y el cloruro de calcio brindan una impermeabilización y disminuye los polvos de los suelos, recomendables para suelos arcillosos y limosos.
- Para carpetas asfálticas los materiales a utilizar son las escorias de fundición, polímeros y hule de neumáticos éstos han logrado aumentar su resistencia significativamente, impermeabilizar su estructura y prolongar su vida útil.” (p.13).

6.2 DEFINICION DE TERMINOS BASICOS

ACTIVIDAD PUZOLÁNICA: acción cementante, de carácter lento, originada en la reacción del calcio con sílice y alúmina de tamaños coloidales, formando complejos compuestos de silicatos y alúmino-silicatos cálcicos

CBR: Ensayo de Relación de Soporte de California mide la resistencia a la compactación de un suelo.

ASTM: Siglas correspondientes a la entidad Americana American Society for Testing and Materials. (Sociedad Americana para Pruebas y Materiales).

SUB RASANTE: Superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte y relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado.

LÍMITE LÍQUIDO (LL): Cuando el suelo pasa del estado semilíquido a un estado plástico y puede moldearse.

LÍMITE PLÁSTICO (LP): Cuando el suelo pasa de un estado plástico a un estado semisólido y se rompe.

LÍMITE DE CONTRACCIÓN (RETRACCIÓN): Cuando el suelo pasa de un estado semisólido a un estado sólido y deja de contraerse al perder humedad.

VII. METODOLOGÍA

Tipo de Investigación:

El tipo de investigación de acuerdo al fin que se persigue es Aplicada - tecnológica, debido a que se buscará la demostración de nuestras hipótesis a través de ensayos a nuestra muestra. Y de acuerdo a los datos que se analiza es mixta (cuantitativa-cualitativa)

Nivel de Investigación:

Descriptiva. Comprende el proceso de identificación, descripción,

características del comportamiento físico-mecánico de nuestra muestra frente a la adición de cenizas de bagazo de caña en cantidades del 5%, 10% y 20%.

Experimental. Para determinar el comportamiento físico-mecánico del suelo con adición de ceniza de bagazo de caña en cantidades del 5%, 10% y 20%, se realizará ensayos de laboratorio.

Diseño de la Investigación:

Para el desarrollo del presente tema de tesis, se realizó bajo el diseño experimental, basado en un estudio de investigación en el que se manipulan deliberadamente uno o más variables para medir sus efectos en una variable dependiente.

Modelo matemático de diseño de la investigación es:

GC: O ----- M ₂
GE: O ----- X ₁ ----- M ₁

Donde:

GC: Grupo de control

GE: Grupo experimental

O= Muestra de suelo

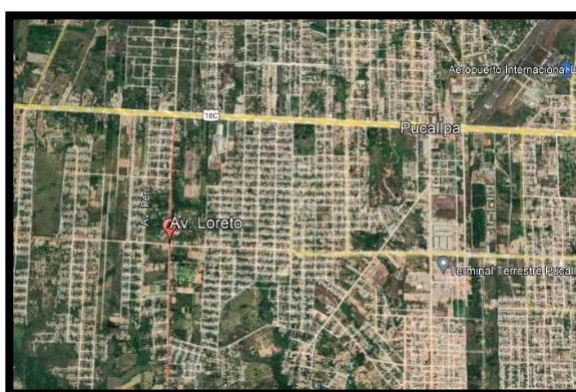
X= Adición de ceniza de bagazo de caña

M= Medición de la variable dependiente

7.1. Lugar de estudio

Región	Provincia	Distrito	Calle	Coordenadas
Ucayali	Coronel Portillo	Callería	Av. Loreto	544002 E 9070533 S

Imagen N°01



Fuente: Elaboración Propia

Importancia:

La Av. Loreto es clasificada como una vía urbana principal según el plano de Diagnostico Sistema Vial de la “Actualización del Plan de Desarrollo Urbano de coronel Portillo incluye distritos conurbados de Callería, Yarinacocha y Manantay 2017-2027” realizado por la Municipalidad Provincial de Coronel Portillo, así mismo como tesis consideramos una vía importante al ser una vía transversal a la carretera Federico Basadre y Av. Tupac Amaru.

7.2. Población y tamaño de muestra

Población.

La población es definida por los suelos arcillosos en vías no pavimentadas del distrito de Callería.

Muestra

Suelo Arcilloso de la Av. Loreto, las muestras se recolectarán a través de la realización de calicatas a lo largo de la avenida.

7.3. Descripción detallada de los métodos, uso de materiales, equipos o insumos.

a) Diseño de muestreo

El muestreo a realizar será a través de 3 calicatas por kilómetro, por lo cual en la Av. Loreto desde la Carretera Federico Basadre hasta la Av. Tupac Amaru consta de aproximadamente 1.2 km, se realizará 4 calicatas en total a lo largo de toda la avenida, estas serán de 1.5 m de profundidad como mínimo, dichas medidas y cantidades fueron tomando en cuenta la tabla N°6.

Tabla N° 6 Cantidad de Calicatas según clasificación.

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 4 calicatas x km 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 3 calicatas x km 	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 2 calicatas x km 	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 1 calicata x km 	

Fuente: Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos-Sección Suelos y Pavimentos (2014)

Posteriormente las muestras extraídas serán mezcladas con las cenizas de bagazo de caña en una proporción del 5%,10% y 20% con respecto a su peso para realizar los ensayos respectivos para cumplir los objetivos de la presente investigación.

b) Descripción detallada del uso de materiales, equipos, insumos, entre otros.

b.1 Extracción de Muestras

Materiales:

- Cinta de Seguridad amarillo
- Cono
- Pizarra

Equipos:

- Retroexcavadora
- Movilidad (Motokar)
- Flexómetro
- GPS
- Cámara fotográfica

Insumos:

- Palas
- Zapapicos
- Fill
- Plumos

Procedimiento:

1. Nos dirigimos a la Av. Loreto con Av. Centenario, en la cual ubicamos el primer punto en la cual se procederá a hacer la primera calicata.
2. Con el GPS obtenemos las coordenadas para realizar nuestro plano de calicatas.
3. Señalizaremos con los conos de seguridad y cinta para la protección de las personas tanto tesistas, operario y externos.
4. Los tesistas estarán con su respectivo equipo de protección personal.
5. La retroexcavadora procederá a cavar hasta la profundidad de 1.50 m, la cual verificaremos con el flexómetro.
6. Una vez llegado al nivel que deseamos, con la utilización de palas y zapapicos procederemos a llenar el costal con la cantidad de muestra a necesitar.
7. Posteriormente envolvemos el costal con fill, a fin de que no se pierda humedad de la muestra.



8. Colocamos la muestra en el motokar y nos dirigimos a nuestro siguiente punto de exploración.
9. Escribimos los datos generales en la pizarra y el número de calicata en la que estamos y nos tomamos una fotografía.
10. La retroexcavadora procede a rellenar la calicata con el material excavado para evitar posibles accidentes.
11. Se retira los elementos de seguridad y se pasa al siguiente punto de exploración
12. Se vuelve a repetir los pasos desde el punto 4 hasta llegar a las 4 calicatas.
13. Las muestras obtenidas serán trasladadas hasta el laboratorio de mecánica de suelos para su almacenamiento y posterior estudio.

b.2 Obtención de Ceniza de Bagazo de Caña

Materiales:

- Guantes de resistencia al calor
- Zapatos resistentes al calor

Equipos:

- Movilidad (Motokar)

Insumos:

- Costal
- Malla de Plástico fina
- Palas
- Mascarilla

Procedimiento:

1. Con los guantes, zapatos y mascarillas bien puestos con ayuda de palas procedemos a filtrar la ceniza de bagazo de caña a través de la malla de plástico fina con la intención de eliminar impurezas que se podrían encontrar mezcladas con estas.
2. Llenamos los costales y procedemos a dejarlas en el laboratorio.

c) Descripción de variables a ser analizados en el objetivo específico

Para analizar los objetivos se tendrán en cuenta las siguientes variables:

Objetivo	Variables	Dimensiones	Unidad de Medida
Determinar la incidencia de la adición de ceniza de bagazo de caña en el índice de plasticidad del suelo arcilloso de la Av. Loreto.	Variable Independiente: Ceniza de bagazo de Caña	Límite líquido Límite Plástico Contenido de Humedad	%(porcentaje)
	Variable Dependiente: Plasticidad del Suelo		
Determinar el óptimo contenido de humedad del suelo arcilloso de la Av. Loreto adicionándole ceniza de bagazo de caña.	Variable Independiente: Ceniza de bagazo de Caña	Contenido de Humedad Densidad	%(porcentaje) gr/cm ³ o Kg/m ³
	Variable Dependiente: Óptimo contenido de Humedad		
Determinar la incidencia de la adición de ceniza de bagazo de caña en el índice de CBR del suelo arcilloso de la Av. Loreto.	Variable Independiente: Ceniza de bagazo de Caña	Índice de CBR	%(porcentaje)
	Variable Dependiente: Índice de CBR		

d) Aplicación de prueba estadística inferencial.

La hipótesis para probar es la siguiente:

“La adición de ceniza de bagazo de caña estabiliza el suelo de la Av. Loreto”.

Para esta situación lo que se va a probar es: Si el índice de CBR del suelo mejora con la adición de ceniza de bagazo de caña, frente a un suelo patrón (sin adición de ceniza de bagazo de caña).

Paso N° 01.- Hipótesis Nula e Hipótesis Alternativa.

Se va a probar la hipótesis sobre la diferencia de medias, Si el índice de CBR mejora con la adición de ceniza de bagazo de caña frente a un suelo patrón (sin adición de ceniza de bagazo de caña).

$H_0: \mu_1 = \mu_2$, No existe diferencia significativa en el índice de CBR con adición de ceniza de bagazo de caña.

$H_a: \mu_1 \neq \mu_2$ El índice de CBR con la adición de ceniza de bagazo de caña es diferente al índice de CBR del suelo patrón.

Donde:

μ_1 : Representa a la media aritmética del índice de CBR con adición de ceniza bagazo de caña.

μ_2 : Representa la media aritmética del índice de CBR del suelo patrón (sin ceniza de bagazo de caña).

Paso N° 02: Nivel de significancia

Para nuestro caso usaremos un nivel de significancia de: $\alpha=0.05$

Paso N° 03: Identificar o seleccionar el estadístico de prueba

Para la presente investigación se utilizará la distribución t de Student para la prueba de Hipótesis, ya que tenemos variables independientes cuantitativas, el número de variables es menor a 30.

Como la hipótesis a probar es: La adición de ceniza de bagazo de caña estabiliza el suelo de la Av. Loreto.

Hipótesis nula:

$H_0: \mu_1 = \mu_2$

Hipótesis alternativa:

$H_a: \mu_1 \neq \mu_2$

El estadístico de prueba para una distribución t-student con n_1+n_2-2 grados de libertad es el siguiente:

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2}} t_p = \frac{X_{RM} - X_C}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

μ_1 : Medias de los índices de CBR con adición de ceniza de bagazo de caña.

μ_2 : Medias de los índices de CBR del suelo patrón (sin adición de ceniza de bagazo de caña)

Paso N° 04: Formular la regla de decisión

La regla de decisión se formula teniendo en cuenta que se trata de una prueba bilateral (dos colas).

El valor crítico, para la aceptación de rechazo de la hipótesis nula de acuerdo a las tablas t-student, para un nivel de significancia de 0.05 y 2 grados de libertad.

677
678

7.4. Tabla de recolección de datos por objetivos específicos.

Objetivos Específicos	Ensayos	Recolección de Datos
Determinar la incidencia de la adición de ceniza de bagazo de caña en el índice de plasticidad del suelo arcilloso de la Av. Loreto.	Ensayo de límite líquido y límite plástico.	<ol style="list-style-type: none"> 1. La muestra se seca utilizando el horno o al sol. 2. Se coloca la muestra seca en la vasija y con el mazo procedemos a presionarlas para disgregarlas, aclarando que la presión debe ser tal que no quiebre a los granos individuales en caso se presente gravilla, por ejemplo. 3. El material pulverizado se pasa por la malla N° 40 y el material que queda se lleva a la vasija para el mismo procedimiento hasta llegar a obtener unos 150 gr de muestra. 4. El material pasante se mezcla con agua destilada, con la ayuda de la espátula de metal revolvemos hasta que sea una masa consistente, el material se lleva a una tara y se cubre con fill para que no pierda humedad y se deja reposar por los menos unas 16 horas. 5. Calibramos la copa Casagrande con el calibrador de caída. 6. Una vez reposada la muestra se la coloca en la copa Casagrande con ayuda de la espátula. 7. Una vez colocada la muestra, con ayuda del ranurador cortamos la muestra por la mitad. 8. Se procede a realizar los golpes en la copa Casagrande girando la manija con una velocidad de 2 golpes por segundo, se cuenta los golpes que se va dando hasta que la ranura hecha se cierre en unos 13 mm. 9. Se anota los golpes para cuando se cerró la ranura, se toma una porción del suelo en la zona del cerramiento y se coloca en una tara previamente pesada, se pesa nuevamente la tara, pero con el suelo colocado y se anota. 10. Se lleva la muestra al horno para secarlo y obtener el contenido de humedad. 11. Si los golpes estuvieron en un rango de 25-35 golpes, se procede a añadir agua destilada a nuestra muestra reposada. 12. Se procede realizar el mismo procedimiento desde el inciso n°6 mezclando las muestras con el porcentaje de cenizas de 5%, 10% y 20%. 13. El procedimiento se repite hasta tener golpes entre los rangos 20 a 30 golpes y 15 a 25

Determinar el óptimo contenido de humedad del suelo arcilloso de la Av. Loreto adicionándole ceniza de bagazo de caña.	Ensayo de Contenido de Humedad	golpes. 1. Retiramos el fill de nuestra muestra del costal para luego sacar una porción de aproximadamente 200 g y colocarlo en un recipiente metálico. 2. Se pesa una tara limpia y se toma nota, para este procedimiento se utilizará una balanza de precisión de 0.1 g 3. Se coloca una porción, de la muestra colocada en el recipiente metálico, en la tara y se lo pesa en la balanza de precisión de 0.1 g y se toma nota. 4. Se rotula la tara y se pasa a colocarlo dentro de la estufa a una temperatura de 110 ± 5 °C 5. La muestra debe permanecer dentro de la estufa entre 12 a 16 horas, pasado este tiempo se procederá a retirar la tara y pesarla en la balanza de precisión de 0.1 g., se tomará nota de dicho peso. 6. Se vuelve a repetir el procedimiento desde el punto 2, solo que en este caso se utilizará la balanza de precisión de 0.01 g. 7. Se procede a realizar los mismos pasos antes detallados para las demás muestra de las calicatas respectivas.
	Ensayo de Proctor Modificado	1. Se prepara 3kg de la muestra seca en una bandeja de metal. 2. Agregamos agua y mezclamos hasta que tengamos una muestra uniforme, la cantidad de agua a colocar debe estar acorde a nuestro suelo. 3. Se deberá hacer 4 muestras por lo menos, en la cual dos deben estar secos y los otros dos húmedos teniendo como referencia el óptimo contenido de humedad. 4. Anotar el peso del molde sin el collarín. 5. Armar nuestro molde incluyendo el collarín y ajustando los tornillos. 6. Nuestra muestra en una bandeja de metal la dividimos en 5 partes iguales. 7. Colocamos una parte de las 5 en nuestro molde y compactamos aplicando 25 golpes en toda el área de nuestra muestra con el pisón, dicho pisón deberá ser extendido a una altura de 18 pulgadas. 8. El proceso se repite hasta completar nuestras 5 capas. 9. Retiramos el collarín y con la regla de metal enrasamos nuestra muestra.

		<p>10. Pesamos nuestro molde con la muestra compactada y anotamos dicho peso.</p> <p>11. Retiramos 100 gr de nuestra muestra para realizar el proceso de contenido de humedad.</p> <p>12. El proceso se repite con las muestras mezclando con la ceniza de bagazo de caña en porcentaje de 5%, 10% y 20%.</p>
Determinar la incidencia de la adición de ceniza de bagazo de caña en el índice de CBR del suelo arcilloso de la Av. Loreto.	Ensayo de CBR en laboratorio	<p>1. Se prepara 5kg de la muestra seca en una bandeja de metal.</p> <p>2. Agregamos la cantidad de agua calculado para el óptimo contenido de humedad.</p> <p>3. Se deberá hacer 4 muestras por lo menos, en la cual dos deben estar secos y los otros dos húmedos teniendo como referencia el óptimo contenido de humedad.</p> <p>4. Anotar el peso del molde con su base.</p> <p>5. Colocamos el collar, al interior del molde se pone el disco espaciador y después el papel filtro.</p> <p>6. La muestra que preparamos la dividimos en 5 partes iguales para realizar su respectiva compactación en 5 capas con nuestro pisón.</p> <p>7. Como la muestra será sumergida se tomará 100 gr de muestra antes de la compactación y después de esta para luego mezclarla para determinar su contenido de humedad.</p> <p>8. Se procederá a realizar la compactación para 12 golpes por capa, para las siguientes 2 muestras se repite el procedimiento, solo que se hará con 26 y 55 golpes por capa.</p> <p>9. Al finalizar la compactación retiramos el collar y enrasamos la muestra, cualquier vacío presentado al momento de enrasar será rellenado con cuidado con un poco de muestra y ayudándonos de la espátula para compactarla.</p> <p>10. Invertimos el molde colocando un papel filtro entre la base y esta, para proceder a pesarla.</p> <p>11. Colocamos nuestra placa circular perforada con su vástago, sobre esta los discos de sobrecarga.</p> <p>12. Se coloca el trípode y se hace coincidir el vástago del dial con la de la placa perforada, se anota la primera lectura para luego ser sumergida en un recipiente de agua en el cual permita que esta cubra por completo la muestra.</p> <p>13. Se deja la muestra sumergida por 96 horas y al final de esta se toma nuevamente la lectura, para medir el hinchamiento.</p>

	<p>14. Retiramos el trípode con el dial, luego con mucho cuidado sin sacar la placa circular y las sobrecargas vertimos el agua que queda en nuestro molde y luego dejamos escurrir por unos 15 minutos.</p> <p>15. Retiramos la placa circular y sobrecarga y pesamos nuestra muestra.</p> <p>16. Llevamos nuestra muestra para la prueba de penetración.</p> <p>17. Al aplicar la carga debemos asegurar que esta se trabaje a una velocidad constante de 1.27mm/min, en caso la prensa sea manual, se controlará con ayuda del dial de deformación y un cronometro.</p> <p>18. Se anotará los datos en las siguientes medidas:</p> <table><tr><th colspan="2">Penetración</th></tr><tr><th>Milímetros</th><th>Pulgada</th></tr><tr><td>0.63</td><td>0.025</td></tr><tr><td>1.27</td><td>0.05</td></tr><tr><td>1.90</td><td>0.075</td></tr><tr><td>2.54</td><td>0.1</td></tr><tr><td>3.17</td><td>0.125</td></tr><tr><td>3.81</td><td>0.15</td></tr><tr><td>5.08</td><td>0.2</td></tr><tr><td>7.62</td><td>0.3</td></tr><tr><td>10.16</td><td>0.4</td></tr><tr><td>12.70</td><td>0.5</td></tr></table> <p>19. El proceso se repite con las muestras mezclando con la ceniza de bagazo de caña en porcentaje de 5%, 10% y 20%.</p>	Penetración		Milímetros	Pulgada	0.63	0.025	1.27	0.05	1.90	0.075	2.54	0.1	3.17	0.125	3.81	0.15	5.08	0.2	7.62	0.3	10.16	0.4	12.70	0.5
Penetración																									
Milímetros	Pulgada																								
0.63	0.025																								
1.27	0.05																								
1.90	0.075																								
2.54	0.1																								
3.17	0.125																								
3.81	0.15																								
5.08	0.2																								
7.62	0.3																								
10.16	0.4																								
12.70	0.5																								



680

VIII. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ITEM	Actividad	JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
		S1-S2	S3-S4	S5-S6	S7-S8	S9-S10	S11-S12	S13-S14	S15-S16	S17-S18	S19-S20	S21-S22	S23-S24
1	Solicitud dirigida a la Municipalidad Provincial de coronel Portillo para la realización de calicatas												
2	Realización de Calicatas y Extracción de Muestras												
3	Recolección de Cenizas de Bagazo de Caña												
4	Realización del ensayo de análisis Granulométrico por Tamizado												
5	Procesamiento e Interpretación de Datos Obtenidos del ensayo Granulométrico por Tamizado												
6	Realización del Ensayo de Contenido de Humedad												
7	Procesamiento e interpretación de datos obtenidos del ensayo de contenido de humedad												
8	Realización del ensayo de límite líquido y límite plástico												
9	Procesamiento e interpretación de datos obtenidos del ensayo de límite líquido y límite plástico												
10	Realización de Ensayo de Proctor modificado												
11	Procesamiento e interpretación de datos obtenidos del ensayo de Proctor Modificado												
12	Realización de Ensayo de CBR en laboratorio												
13	Procesamiento e interpretación de datos obtenidos del ensayo de CBR en laboratorio												
14	Procesamiento e Interpretación de los resultados obtenidos de las muestras sin añadir y añadidas cenizas de bagazo de caña												
15	Elaboración de Borrador de Tesis												

681

682

683

684

VII. PRESUPUESTO

í t e m	Descripción	Unidad de medida	Costo unitario (s/.)	Cantidad	Costo total (s/.)
1	Papel Bond (500 hojas)	paquete	S/. 13.00	3	S/. 39.00
2	Movilidad (+18km)	viaje	S/. 20.00	4	S/. 80.00
3	Movilidad (- 6km)	viaje	S/. 6.00	12	S/. 72.00
4	Ensayo Proctor Modificado	ensayo	S/. 180.00	16	S/. 2,880.00
5	Ensayo CBR en laboratorio	ensayo	S/. 370.00	16	S/. 5,920.00
6	Materiales para extracción de muestras	juego	S/. 150.00	2	S/. 300.00
7	TOTAL=				S/. 9,291.00

685

686

VIII. BIBLIOGRAFÍA

687

Aquino Mendoza, M. A. (2020). *Estabilización de suelos con ceniza de bagazo de caña de azúcar para su uso en subrasantes en el distrito de Laredo - Trujillo, La Libertad 2018*. UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO.

689

Capuñay Aguirre, C. E., & Pastor Olascuaga, C. J. (2020). *Estabilización de suelos con cenizas de bagazo de caña de azúcar para uso como subrasante mejorada en los pavimentos de Chimbote*. Universidad Nacional del Santa.

691

Espinoza Chuquino, A. E., & Velásquez Pérez, J. J. (2018). *No Title Estabilización De Suelos Arcillosos Adicionando Ceniza De Caña De Azúcar En El Tramo De Pinar-Marian, Distrito De Independencia 2018*. Universidad Cesar Vallejo.

693

Lujerio Urbano, L. Y. (2018). *Efecto de la adición de un 4% de cemento y 1% de ceniza de bagazo de caña de azúcar en la estabilización de los suelos en la carretera de Cantú - Huaraz*. Universidad San Pedro.

696

Perez Lopez, R. F. (2021). *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*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI.

700

Salas Solorzano, E. J., & Pinedo Infantes, A. J. (2018). *Ceniza de bagazo de caña de azúcar en la estabilización de sub rasante para pavimentos flexibles en el*

702

Asentamiento Humano los Conquistadores Nuevo Chimbote-2018. Universidad Cesar Vallejo.

Terrones Cruz, A. T. (2018). *ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL SECTOR BARRAZA, TRUJILLO – 2018.* Universidad Privada del Norte.

O. Ojeda-Farías, J.M. Mendoza-Rangel, M. A. Baltazar-Zamora (2018), “Influencia de la inclusión de ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre la compactación, CBR y resistencia a la compresión simple de un material granular tipo subrasante”, *Revista ALCONPAT*, 8 (2), pp. 194 - 208, DOI: <http://dx.doi.org/10.21041/ra.v8i2.282>

Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2014). *Manuel de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos. Lima, Perú.*

IX. ANEXO

MATRIZ DE CONSISTENCIA				
TITULO : “INCIDENCIA DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ARCILLOSO DE LA AV. LORETO EN EL DISTRITO DE CALLERÍA”				
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS DE ESTUDIO	HIPOTESIS DE INVESTIGACION	VARIABLES DE ESTUDIO	METODOLOGIA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	TIPO DE INVESTIGACION
• ¿Cómo influye la adición de ceniza de bagazo de caña en la estabilización del suelo arcilloso de la Av. Loreto?	• Determinar la incidencia de la adición de ceniza de bagazo de caña en la estabilización del suelo arcilloso de la Av. Loreto	• La adición de ceniza de bagazo de caña estabiliza el suelo de la Av. Loreto	ceniza de bagazo de caña	Aplicada tecnologica NIVEL DE INVESTIGACION Experimental descriptivo POBLACION Y MUESTRA POBLACION suelos arcillosos en vías no pavimentadas del distrito de Callería. MUESTRA Suelo Arcilloso de la Av. Loreto. El muestreo a realizar será a través de 16 calicatas. TECNICAS E INSTRUMENTOS • Observación directa, análisis de materiales. • Datos de campo (insitu) • Ensayos en Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad Nacional De Ucayali • Tamices, copa de casagrande, moldes de Proctor y CBR, balanza • Normas AASHTO Y ASTM • Estimacion de variables Diseño GC: O ----- M ₂ GE: O ----- X ₁ ----- M ₁
PROBLEAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICOS	VARIABLE DEPENDIENTE	
• ¿Cuál es la incidencia en el índice plasticidad del suelo arcilloso de la Av. Loreto adicionándole ceniza de bagazo de caña ?	• Determinar la incidencia de la adición de ceniza de bagazo de caña en el índice de plasticidad del suelo arcilloso de la Av. Loreto.	• La plasticidad del suelo disminuye con la adición de ceniza de bagazo de caña.	Plasticidad del suelo	
• ¿Cuál es el óptimo contenido de humedad del suelo arcilloso de la Av. Loreto adicionándole ceniza de bagazo de caña para que alcance su máxima densidad seca?	• Determinar el óptimo contenido de humedad del suelo arcilloso de la Av. Loreto adicionándole ceniza de bagazo de caña.	• El óptimo contenido de humedad disminuye con la adición de ceniza de bagazo de caña.	Optimo contenido de humedad	
• ¿Cuál es la incidencia en el índice de CBR del suelo arcilloso de la Av. Loreto adicionándole ceniza de bagazo de caña.?	• Determinar la incidencia de la adición de ceniza de bagazo de caña en el índice de CBR del suelo arcilloso de la Av. Loreto.	• El CBR del suelo aumenta con la adición de ceniza de bagazo de caña.	Indice de CBR	
			DIMENSIONES/Indicadores	
			Propiedades físicas	
			Propiedades mecanicas	
			Limite Liquido	
			Limite plastico	
			Contenido de humedad	
			Analisis granulometrico	
			Proctor modificado	
			Ensayo de CBR	