



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Mejoramiento de la subrasante del camino vecinal San
Gabriel incorporando ceniza de bagazo de caña de azúcar,
Abancay Apurímac 2022**

**TESIS PARA OBTENER TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

Salas Palacios, Fabio Fabian (orcid.0000-0002-8003-7975)

ASESOR:

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

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

Lima - Perú

2022

Dedicatoria

El presente trabajo está dedicado a Dios, por estar presente siempre en las todas mis dificultades.

A mis padres Pablo y América, que son mis mentores por el apoyo incondicional, que me dieron hasta el final de este trabajo.

A mis hijas Yaretsi y Daphne, que son el motor y motivo para lograr culminar esta meta trazada.

A mis hermanos por el apoyo incondicional para la culminación de esta tesis.

Agradecimiento

Agradecer a Dios por guiarme en este arduo camino.

Al Mg. Carlos Danilo Minaya Rosario, por la orientación, dedicación, sus conocimientos, su experiencia hicieron posible la culminación de esta tesis.

A mis padres Pablo y América, por confiar y brindarme todo el apoyo para culminar esta tesis.

A mis hijas Yaretsi y Daphne por llenar de alegría mis momentos de tristeza, y ser lo más importante en mi vida.

A mis hermanos por su apoyo incondicional brindado para seguir con mis metas.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	12
3.1. Tipo y Diseño de Investigación.....	12
3.2. Variables y Operacionalización.....	13
3.3. Población, Muestra y Muestreo.....	13
3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	16
3.5. Procedimientos.....	18
3.6. Métodos de Análisis de datos.....	19
3.7. Aspectos Éticos.....	19
IV. RESULTADOS.....	20
V. DISCUSIONES.....	37
VI. CONCLUSIONES.....	39
VII. RECOMENDACIONES.....	40
REFERENCIAS.....	41
ANEXOS.....	44

Índice de tablas

Tabla 1.	Categoría de subrasante	10
Tabla 2.	Composición química de la ceniza de caña	11
Tabla 3.	Imagen de número de calicatas para exploración de suelos	14
Tabla 4.	Cuadro 4.2 Imagen de numero de ensayos CBR.....	15
Tabla 5.	Muestra de Investigación.....	16
Tabla 6.	Ensayos de laboratorio.....	17
Tabla 7.	Análisis de la ceniza de bagazo de caña de azúcar	23
Tabla 8.	Resultados del ensayo en laboratorio de la muestra suelo natural	27
Tabla 9.	Ensayo de contenido de humedad adicionando ceniza de caña	31
Tabla 10.	Ensayos de Limites de Atterberg con adición de ceniza de caña.....	33
Tabla 11.	Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) con incorporación de ceniza de bagazo de caña de azúcar.....	36

Índice de figuras

Figura 1.	Mapa del Peru	20
Figura 2.	Mapa de Region	20
Figura 3.	Localización del camino vecinal San Gabriel Abancay	20
Figura 4.	Calicata C-1 en la progresiva, 1+500 Km.....	21
Figura 5.	Calicata C-2 en la progresiva, 2+300 Km.....	21
Figura 6.	Dimensiones Calicata C-2.....	21
Figura 7.	Calicata C-3 progresiva 3+00 Km.....	22
Figura 8.	Bagazo de caña de Azúcar.....	22
Figura 9.	Calcinación del bagazo de caña	22
Figura 10.	Tamizado de ceniza de caña.....	23
Figura 11.	Tamizado de ceniza de caña con malla #200.....	23
Figura 12.	Análisis químico de la ceniza de caña	23
Figura 13.	Análisis granulométrico por lavado y tamizado de calicata C-1.....	24
Figura 14.	Análisis granulométrico por lavado y tamizado de calicata C-2.....	25
Figura 15.	Análisis granulométrico por lavado y tamizado de calicata C-3.....	26
Figura 16.	Grafico del límite de consistencia de la muestra natural.....	28
Figura 17.	Grafico del contenido óptimo de humedad de la muestra natural...28	
Figura 18.	Gráfico de la máxima densidad seca de la muestra natural.....	29
Figura 19.	Gráfico de la CBR de la muestra natural.....	29
Figura 20.	Cuarteo de muestra C-3.....	30
Figura 21.	Muestra para determinar humedad	30
Figura 22.	Mezclado de muestra C-3 con 5% ceniza de caña.....	31
Figura 23.	Grafico del contenido de humedad con ceniza de bagazo de caña...31	
Figura 24.	Muestra + 10% de ceniza de caña.....	33
Figura 25.	Ensayo de límite líquido y limite plástico	33
Figura 26.	Gráfico de límites de Atterberg con adición de ceniza de caña.....	34
Figura 27.	Ensayo de proctor modificado	35
Figura 28.	Ensayo de CBR + 15% de ceniza de bagazo de caña.....	35
Figura 29.	Gráfico de CBR con adición de ceniza de bagazo de caña.....	36

Resumen

El principal objetivo del estudio es Evaluar la influencia de la ceniza de bagazo de caña de azúcar para mejorar la subrasante del camino vecinal San Gabriel, Abancay Apurímac 2022; utilizando la metodología cuasi experimental con una investigación de tipo aplicada, pues estudios anteriores para la mejora las propiedades de la subrasante, el empleo de ceniza de bagazo de caña en el suelo, antecedentes en casos parecidos, con la finalidad de asumir acciones para mejorar la subrasante, adicionando 5%, 10% y 15 % de ceniza de bagazo de caña de azúcar, basados en evidencias del laboratorio y los criterios de CBR, contenido de humedad, Índice de Plasticidad.

Resultado obtenidos en la investigación nos demuestra que la adición de ceniza de bagazo de caña disminuye el contenido de humedad de la muestra natural, igual que los límites de Atterberg donde la adición de ceniza en 15% influye directamente sobre el índice de plasticidad y disminuye el contenido de agua de la muestra; conclusiones la adición de ceniza de bagazo de caña actúa como un aditivo natural para el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos arcillosos al incrementar el CBR en 4 veces su resistencia mecánica.

Palabras clave: Subrasante; Ceniza de caña de azúcar; CBR; Bagazo de caña.

Abstract

The main objective of the study is to evaluate the influence of sugarcane bagasse ash to improve the subgrade of the San Gabriel local road, Abancay Apurímac 2022; using the quasi-experimental methodology with an applied-type investigation, therefore, the previous knowledge to improve the properties of the subgrade, the use of cane bagasse ash in the soil, antecedents in similar cases, with the purpose of taking actions to improve the subgrade, adding 5%, 10% and 15% of sugar cane bagasse ash, based on laboratory evidence and CBR criteria, moisture content, Plasticity Index.

Result obtained in the investigation we can state that the addition of cane bagasse ash decreases the moisture content of the natural sample, as well as the Atterberg limits where the addition of ash in 15% directly influences the plasticity index and decreases the water content of the sample; Conclusions The addition of cane bagasse ash acts as a natural additive to improve the physical and mechanical properties of clay soils by increasing the CBR by 4 times its resistance mechanical.

Keywords: Subgrade; Sugar cane ash; CBR; Cane bagasse.

I. INTRODUCCIÓN

Algunas subrasantes de los caminos vecinales del sector San Gabriel de la ciudad de Abancay presentan problemas de baja capacidad portante en sus suelos, es por esto que los pavimentos en esta zona llevan espesores de mayor dimensión en lo que respecta a sub base y base en pavimentos flexibles. Si se lograra aumentar su capacidad portante en los suelos con el aditivo que se propone estas cubiertas de sub base y base se tendrían que reducir el espesor, permitiendo amenorar costos y tiempo empleado en los diseños de nuestros pavimentos.

A nivel internacional, la estabilización de subrasante se realiza para mejorar la capacidad portante, también mejorar sus propiedades físicas y mecánicas, como se revisó antecedentes en varias naciones: Ecuador utilizaron ceniza de bagazo de caña, Guatemala para mejorar suelo utilizaron cal + ceniza volante; Colombia ceniza de caña + cemento también decidieron utilizar ceniza de bagazo como una manera de solución de suelos arcillosos, por el contenido alto de sílice en su composición, también cuentan con mayor producción de cañaveral, la reutilización de este residuo ceniza busca dar solución ambiental y económica para mejorar de la capacidad del CBR en los suelos arcillosos. La incorporación de la ceniza ayuda a mejorar la estructura del suelo y hace que los pavimentos rígidos y flexibles tengan menor deterioro en el tiempo, permitiendo unas vías conservadas con el pasar del tiempo, y el ahorro en mantenimientos periódicos.

A nivel nacional, es de mucha importancia contar con infraestructura vial que se encuentre en buen estado para una normal transitabilidad de los vehículos. El deterioro de nuestros pavimentos conlleva a problemas relacionados con un mal diseño estructural de pavimentos flexibles, suelos mal compactados de baja capacidad portante, la falta de políticas de mantenimiento permanente y oportuno, la deformación, deflexión de los pavimentos, fenómenos naturales (lluvias), incremento del tránsito vehicular de alto tonelajes, y el diseño no adecuado para este tipo de vías, causando su deterioro antes del periodo para el cual han sido diseñados causando molestias a los conductores de transporte liviano y pesado.

Es de vital importancia la evaluación de las propiedades del suelo con la adición de insumos con alto contenido de sílice en su composición. En estos tiempos actuales,

con la modernización de la tecnología de los materiales aparecieron nuevas técnicas que nos permiten agregar o sustituir en una proporción de aditivos para mejorar la subrasante e incrementar su CBR en los suelos por la cantidad de sílice que se le incorpora como aditivo natural ceniza de caña al suelo, En el Perú, como Amazonas, Piura, Puno, encontramos subrasante cohesivas que, incorporándose residuos (bagazo de caña azúcar, cascara de arroz, cal), mejoran las propiedades de los terrenos (CBR), son muy recomendados para los suelos arcillosos con propiedades mecánicas bajas, su incorporación al suelo para cimentar es muy adecuada porque contribuye a incrementar sus propiedades físico mecánicas.

Problema. Abancay se encuentra en la sierra sur a 2500 msnm, el camino vecinal San Gabriel está ubicado a 15 km aproximadamente de la ciudad a orillas del río Pachachaca. Actualmente es un sector con un aproximado de 500 familias, que desarrollan la actividad de producción de la caña de azúcar para elaborar alcohol etílico, con accesos de suelos arcillosos y capacidad portante baja, donde la presencia de lluvias irregulares y fuertes en los meses de diciembre a marzo; deterioran su lavia.

Solución el terreno en el sector de san Gabriel posee suelo blando de fácil deterioro debido a las lluvias que presenta la zona, se propone mejoramiento la subrasante por el mal estado que presenta el camino vecinal, y por la demanda de ceniza de caña en la zona. En el estudio propone una alternativa de solución que es combinar ceniza de bagazo (CBCA) para aumentar la relación CBR, reducir el contenido de humedad e Índice de plasticidad de la arcilla

Formulación del Problema: El camino vecinal de San Gabriel, y sus ramales son trochas que contienen suelo arcilloso, por la necesidad son utilizadas en estas condiciones por los productores y empresas agroindustriales de caña de azúcar; para mejorar su estabilización se plantea añadir ceniza a la sub rasante para mejorar sus propiedades, adicionando material de desperdicio ceniza de bagazo de caña y disminuir su contenido de humedad, disminuir su índice de plasticidad y aumentar su capacidad portante.

Indagando sobre la realidad problemática se formula como Problemática General:
¿De qué manera influye la ceniza de bagazo de caña de azúcar 5%, 10% y 15% en

las propiedades de la subrasante del camino vecinal San Gabriel, Abancay Apurímac 2022? De similar forma de propuso los *Problemas específicos*: ¿Cuánto influye la ceniza de bagazo de caña de azúcar en el contenido de humedad de la subrasante del camino vecinal San Gabriel, Abancay Apurímac 2022?; ¿Cuánto influye la ceniza de bagazo de caña de azúcar en su índice de plasticidad de la subrasante del camino vecinal San Gabriel, Abancay Apurímac 2022; ¿Cuánto influye la ceniza de bagazo de caña de azúcar en la capacidad portante de la subrasante del camino vecinal San Gabriel, Abancay Apurímac 2022?

El trabajo de investigación **se justifica** porque se propone el uso de nuevas alternativas que se encuentran en el medio ambiente como desperdicio y sean reutilizados para la solución de un problema y mejorar la subrasante, la ceniza (CBCA); es un residuo que no utilizan las empresas de producción de caña, este residuo se reutilizara para mejorar la capacidad del suelo, y a su vez dar solución al medio ambiente al no ser arrojados en lugares que causaran contaminación ambiental mejorando el medio ambiente y sobre todo dándole un valor agregado a la ceniza ecológica ayudando a solucionar el problema de estabilización del camino vecinal San Gabriel Abancay: La justificación teórica, que por medio de esta investigación se busca incrementar nuestros conocimientos respecto al comportamiento físico y mecánico de la subrasante adicionando ceniza, y aplicar conceptos de estabilización de suelos, ver cómo mejora sus propiedades física-mecánicas y evaluar con la ayuda de los indicadores en estudio como Índice de plasticidad, contenido de humedad, CBR, etc. La justificación metodológica, la adhesión de ceniza de bagazo en los suelos blandos del camino vecinal de San Gabriel, en los porcentajes adecuados va aumentar la calidad de la sub rasante, se aplicará los conocimientos científicos y antecedentes de otras experiencias similares de otros lugares. La justificación ambiental, es importante porque permite una nueva alternativa de solución al incremento de desperdicio de bagazo en la zona, por el incremento de producción de alcohol etílico, con este desperdicio al darle un nuevo uso en la solución al incorporar al suelo blando para mejorar la subrasante y los suelos de fundación, por lo tanto, es una alternativa para evitar que estos desperdicios sean arrojados como desmonte o al caudal de la acequias y ríos. La justificación social, es importante que nuestros caminos vecinales y vías de acceso se encuentren en las mejores condiciones y que tengan una vida útil

considerable, por ello con la incorporación de la ceniza a la subrasante ayude a darle mayor resistencia al suelo y que las lluvias no alteren fácilmente los suelos blandos de las vías y nuestros productores de caña de azúcar se vean afectados al momento de realizar sus actividades de comercialización.

Planteado los problemas se formula las diversas hipótesis. **La hipótesis general:** La suma de ceniza de bagazo en porcentajes 7%, 12% y 20% amplía las propiedades de la subrasante del camino vecinal San Gabriel, Abancay Apurímac 2022. Así también se formuló las *hipótesis específicas*: La incorporación de la ceniza de bagazo reduce el contenido de humedad de la subrasante del camino vecinal San Gabriel, Abancay Apurímac 2022; La adición de ceniza de bagazo reduce el índice de plasticidad de la subrasante del camino vecinal San Gabriel, Abancay Apurímac 2022; La incorporación de la ceniza de bagazo aumenta la capacidad portante de la subrasante del camino vecinal San Gabriel, Abancay Apurímac 2022.

La investigación fija como el **Objetivo General:** Evaluar la influencia de la ceniza de bagazo de caña de azúcar para mejorar la subrasante del camino vecinal San Gabriel, Abancay Apurímac 2022 de igual manera se formuló los **Objetivos Específicos:** Determinar la influencia de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en el contenido de humedad de la subrasante del camino vecinal San Gabriel, Abancay Apurímac 2022. Determinar la influencia de la ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre el índice de plasticidad de la subrasante del camino vecinal San Gabriel, Abancay Apurímac 2022. Determinar la influencia de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en la capacidad portante CBR de la subrasante del camino vecinal San Gabriel, Abancay Apurímac 2022.

II. MARCO TEÓRICO

A nivel Nacional se tiene a: **Carrasco, D. (2017)** su **objetivo** determinar la posibilidad de estabilizar de los suelos arcilla mediante la adición cenizas de caña de azúcar en el tramo de moro a Virahuanca en el distrito de moro – provincia del santa - 2017, metodología **tipo** aplicada experimental, **Población- muestra** terreno natural en el tramo de moro a Virahuanca tiene una superficie de 20,496m² siendo una extensión de 5124 metros y 4 metros de ancho donde se presenta material inestable tipo arcilloso. **Los resultados** muestran que usando CBCA el Límite de Atterberg calicata C2 con 15.68% de I.P. y la calicata C4 con 15.84 de I.P. con adición de CBCA en porcentajes observamos que la Calicata C2 con el 35% de C.B.C.A. tiene mayor caída del I.P obteniendo el 9.06% seguido de 25% de C.B.C.A. Con un I.P de 11.125 y finalmente 45% de C.B.C.A con un I.P. de 12. 48, la **conclusión**, el índice de plasticidad de la arcilla sin adición de ceniza produce un alto índice de plasticidad de 15.84 de I.P dando como resultado un suelo de baja resistividad, con la adición de cenizas de caña se mejora la reducción del índice plasticidad alcanzando un valor de 9.1 de I.P ya que gracias a este obtuve el complemento adecuado para poder mejorar el IP con adición del 35% CBCA. ⁽¹⁾

Salas, EJ & Pinedo, AJ. (2018) cuyo **objetivo** fue: Determinar el efecto de la ceniza de bagazo, derivado de la caña de azúcar, en la estabilización del sustrato pavimentos flexibles en el asentamiento humano; Los conquistadores Nuevo Chimbote -2018, con adición de 5%, 10% y 15% de CBCA, con una metodología para mejorar las características de un terreno de arcilla. Metodología de **tipo** experimental. **Población** calles y avenidas del asentamiento humano los conquistadores en el distrito de Nuevo Chimbote, la **muestra** se realizaron 12 calicatas de acuerdo a la norma SE-010, pavimentos urbanos, los **resultados** fueron C-1 (patrón) contenido de humedad 11.40; C-1 + 5% CBCA dio 11.20, C-1 + 10% CBCA 11.60; C-1 + 15% CBCA 12.00 para CBR C-1(patón) =14%; C-1 + 5%CBCA =20%; C-1 + 10%CBCA =32%; C-1 + 15%CBCA =23%. **Conclusiones** al agregar 5%, 10%, 15% de ceniza Bagazo, el valor de resistencia del suelo aumentan según prueba CBR; muestra un mejor comportamiento de resistencia del suelo con la adición de 10% de CBCA (C-1 + 10%BCA). ⁽²⁾

Terrones, AT. (2018) tiene por **objetivo** determinar el impacto de añadir ceniza de bagazo 5%, 10%,15% en peso de suelo sin agua y estabilizar terrenos de arcilla en Barraza, Trujillo. La metodología fue tipo experimental, **población** en total 36 probetas cilíndricas de 4" de diámetro, valorando la resistencia a compresión simple no confinada a 7 días de curado. También para la corroboración, se practicó una **muestra** de 36 probetas, las mismas que se sometieron al ensayo de CBR; el **muestreo** fue no probabilístico. Los **resultados** logrados determinaron que el adicionamiento de 15% de CBCA a la muestra del terreno, hace posible los requerimientos establecidos, alcanzando la resistencia promedio de 150.60 kPa y CBR 23.67%; si es pertinente utilizar la CBCA para equilibrar el terreno. **conclusión** la incorporación de CBCA hace posible encontrar favores positivos para empresas dedicadas a la pavimentación de carreteras, dado que, por ser considerado restante, hace posibles disminuir costos para obtener el producto y, por lo tanto, reducir el costo para el mantenimiento. ⁽³⁾

A nivel Internacional tenemos a: **Torres, WE. (2021)** tiene como **objetivo** determinar la firmeza de una parte de tierra concentrada (BTC), con tierra de ladrilleras artesanales de la ciudad de Catamayo, utilizando ceniza de bagazo (CBA) como adición. Metodología **tipo** aplicada cuantitativa; **población**, se prepararon 54 probetas a 7 días, 14 días y 28 días, **muestreo** no probabilístico. Se pretende probar la resistencia a compresión y flexión de suelo adicionando 0% 25%, 50% de ceniza en relación al cemento del BTC, los resultados, resistencia a compresión en 7 días sin adicionamiento de ceniza de bagazo, fue 26 Mpa, a 14 días con 0.25 Kg de CBCA 2.7 Mpa, a los 28 días con 50% de ceniza 3.9 Mpa; resistencia a flexión a los 7 días sin CBCA 1.2 Mpa, a 14 días con 0.25Kg de CBCA 1.2Mpa, a los 28 días con 0.50Kg de CBCA fue de 2 Mpa. Se **concluye** que la combinación de ceniza con BTC, reduce en un 30% el costo de la obra final y puede llegar a reducir 50% de ladrillos. ⁽⁴⁾

Gonzales, JF. (2014) su investigación lleva como **objetivo** fue precisar la factibilidad del equilibrio de los terrenos compactos mediante ceniza volante y cal. metodología **tipo** aplicada, con muestras de suelo cohesivo, ceniza y cal, **población** en estudio fue 03 calicatas de suelo cohesivo, las **muestras** usadas en los experimentos arrojaron: Limo de alta plasticidad, café oscuro 100 %, combinación: limo 80 % - cal 3 % - ceniza volante 17 %, combinación: limo 80 % - cal 5 % - ceniza volante 15 % **muestreo** no probabilístico obteniéndose los siguientes **resultados** pH normal 10.5%, con adición de cal y ceniza 12%; muestra 01 límite líquido 62.14 (%), índice plástico 27.64 (%); muestra 02 límite líquido 50.58%, índice plástico 15.90%; muestra 03 límite líquido 43.67%, índice plástico 11.21 %; CBR, muestra (01) fueron 3.40%, 18.39%, 20.05%; en muestra (02), 22.70%, 51.40%, 75.70%; muestra (03), 47.02%, 74.33%, 81.66%. La **conclusión:** el uso de cal y ceniza volante para la construcción de pistas en Guatemala dio buenos resultados, lo que permitió innovar las subrasante del pavimento, aportando buenos resultados en el diseño estructural. ⁽⁵⁾

Araujo, Y. & Rodríguez, CE. (2019) su **objetivo** fue valorar la conducta geotécnica de materia prima en forma de granulación tipo base estabilizado con ceniza de bagazo y cemento Portland. La metodología de **tipo** aplicada experimental, **población** de 16 probetas cilíndricas de 2"x 4" para caracterizar la resistencia a compresión en proporciones de 3%, 5% y 7%, adicionando ceniza y cemento para obtener una estructura más compacta que transporta cargas de la estructura de pavimento frágil con intensidades pertinentes mediante la resistencia, compresibilidad y vinculación esfuerzo-deformación. **El Resultado** fue una combinación optima que mejoro las propiedades del sustrato estudiado de las canteras, roca triturada y el camino LA CAIMA S.A.S son base al 97% - 95% - 93%, cemento al 1.5% - 2.5% - 3.5% CBCA al 1.5% - 2.5% - 3.5%, es decir 50% de cemento, 50% de CBCA, incrementando el índice de firmeza 9 veces en base al estándar. **La conclusión** es la opción más sólida para la estabilización del terreno es la combinación de cemento 50% CBCA y 50%, se consiguió conductas insuperables en el índice de resistencia. ⁽⁶⁾

A nivel de Artículos se tiene a: **Ojeda, Farías, O. et al. (2018)**, Su artículo, tiene como **objetivo** fue el impacto de la ceniza de bagazo (CBCA) sustituyente en parte del Cemento Portland Compuesto (CPC) con el fin de optimizar las características del terreno tipo granulación y de arena. **Tipo** aplicada experimental; la **población** suelo natural extraído del banco de materiales, municipio de la ciudad de Xalapa, mezclado en 3%, 5%, 7% de cemento portland, remplazando parcialmente por CBCA en 0%, 25%, 50%, 100% con respecto al peso del terreno en seco, en ensayos de solidificación AASHTO modelo, resistencia a compresión simple y CBR, muestra se prepararon 12 mezclas y ensayos de calidad. Los **resultados** muestran mejoras en las propiedades del suelo; compactación, resistencia a la compresión y CBR, descendiendo hasta en un 25% el consumo del CPC. **Conclusión**; CBCA la materia única a utilizar en la optimización de terrenos granulares pone en evidencia variaciones en la firmeza en circunstancias de confinamiento como CBR, logrando para el caso de adición de 5 y 7 % valores de CBR requeridos por las normas vigentes como material de base. ⁽⁷⁾

Vidal, DV. et al. (2014), Su artículo, tiene como **objetivo** dar a conocer un restante del proceso de la caña, escasamente estudiado es la ceniza del bagazo (CBC), la metodología de **tipo** experimental; la **población**, se analizaron tres cenizas provenientes de ingenios azucareros del Valle del Cauca. Se halló que las CBC estudiadas tienen Sílice (SiO₂) y Alúmina (Al₂O₃), Las **muestras** se manejaron térmicamente por la gran presencia de inquemados, se identificó la actividad puzolánica, hallándose índices hasta del 97%, respetando en su totalidad con la normatividad ASTM C618. Los **resultados** mencionan que el restante en mención también se puede aplicar al cemento con el fin de elaborar insumos de edificación, la tarea puzolánica a 7 y 28 días de curado, para las tres muestras de CBC. La Norma ASTM C311 señala como valor mínimo el 75% de índice de actividad, para que una materia sea considerada una puzolana. En cambio, la CBC1 para los 7 y 28 días de curado, se consideraron cifras 32 y 33%, que no cumplen con la normatividad establecida, de acuerdo al contenido de sílice (SiO₂) fue de 58.6, 76.4, 63.2 y cemento 24.3; La **conclusión** las cenizas analizadas, demandan un procedimiento térmico, lo que hace posible la mejora de su reactividad frente al cemento Portland ⁽⁸⁾

Torres, B.J. et al. (2014), Su artículo, tiene como **objetivo la** valoración del uso de las cenizas de bagazo (CBC) en la sustitución parcial de cemento portland, metodología de **tipo** aplicada experimental; la **población**, se realizaron estudios de caracterización avanzada y propiedades mecánicas, en pastas endurecidas de CP sustituidas al 15 y 45% por CBCA; además se utilizó pastas de referencia al 100% CP. Los **resultados** muestran que los valores más altos de RM reportados fueron por el sistema de referencia, indicando que la RM disminuye al aumentar el porcentaje de sustitución. Mediante difracción de rayos X (DRX) y análisis térmicos por ATG/ATD se demostró el consumo de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dando lugar a la formación de gel CSH que es el principal producto de la hidratación y responsable de lograr las propiedades mecánicas. La **conclusión** la ceniza de bagazo es un material puzolánico con una mejor reactividad al $\text{Ca}(\text{OH})_2$ con el 15% de sustitución. ⁽⁹⁾

Bases teóricas relacionadas a variables y dimensiones tenemos lo siguiente: La Subrasante. Es un espacio concluido de carpeta a nivel de movimiento de terrenos (corte y relleno), en la que se ubica la estructura del pavimento o afirmado. ⁽¹⁰⁾ Subrasante cohesivo. Está formado principalmente por arcillas que es básicamente silicatos de aluminio hidratado. Este es un suelo que es pegajoso cuando esta húmedo o mojado, pero muy flexible y maleable cuando está seco porque la arcilla está formada por pequeños desechos de menos de 0.005mm de diámetro. ⁽¹¹⁾ Las arcillas tienen una propiedad en común con muchos otros coloides en el sentido de que pierde fuerza debido al ablandamiento cuando se amasa a una humedad constante. El ablandamiento de suelos no perturbados y normalmente consolidados probablemente se deba a dos causas diferentes: a) La destrucción del arreglo en el que se difunden las moléculas de la bicapa. b) el daño estructural formado por las partículas durante la deposición. ⁽¹²⁾

Caracterización de la subrasante

Para determinar las propiedades físico- mecánicas del material sustrato se realizarán trabajos mediante construcción de calicatas de 1.5m de profundidad y el número de calicatas por kilómetro. ⁽¹³⁾

Tabla 1: *Categoría de Sub rasante*

Categorías de Sub rasante	CBR
S0: Sub rasante Inadecuada	CBR<3%
S1: Sub rasante Insuficiente	CBR>3% a CBR<6%
S2: Sub rasante Regular	CBR>6% a CBR<10%
S3: Sub rasante Buena	CBR>10% a CBR<20%
S4: sub rasante Muy Buena	CBR>20% a CBR<30%
S5: sub rasante Excelente	CBR>30%

Fuente: Manual de carreteras (2013) ⁽¹⁴⁾

Estabilización de suelos. Es la mejora de las cualidades físicas y mecánicas del suelo mediante procesos mecánicos y la adición de productos químicos, naturales o sintéticos. Este balance se realiza siempre sobre suelos con sub rasante poco productivo, se conoce también como estabilización suelo cemento, suelo cal, suelo asfalto, y otra variedad de productos. ⁽¹⁵⁾

Trochas Carrozable y Camino Vecinal. Se trata de carreteras transitables, que no alcanzan las características geométricas de las autopistas, a menudo con un IMDA de menos de 200 veh/día. Los caminos deberán tener un ancho mínimo de 4,00 m, en cuyo caso se habrá extensiones denominadas plazoletas de cruce, por lo menos cada 500 m. La superficie de rodadura puede ser afirmada o sin afirmar ⁽¹⁶⁾

Ceniza de Bagazo de caña de azúcar. Es un subproducto obtenido del residuo de la producción de azúcar. También se utiliza como combustible para calentar calderas para la destilar caña de azúcar. La ceniza de bagazo se utiliza en muchos campos diferentes como la agricultura, y ahora en la construcción será de gran interés debido a su alto contenido de sílice. ⁽¹⁷⁾

El bagazo es una fibra, residuo ligno celulósico, obtenido a la salida del molino final del ingenio paralelo, en el ingenio azucarero, para extraer el jugo de la caña de azúcar. Representa el 28% en peso de la caña de azúcar procesa, compuesta por cuatro fracciones: fibra (45%), solido insoluble (2-3%), solidos solubles (2-3%) y agua (50%), representa el coproductor con la mayor tonelaje y volumen de caña de azúcar producida industrialmente. ⁽¹⁸⁾

Considera la viabilidad técnica de usar CBA para reemplazar parcial del cemento Portland; durante las pruebas se caracterizaron dos muestras de CBA de una industria azucarera colombiana, cuya composición química mostró altos porcentajes de sílice en un 76.3% y 63.2%. Las características minerales y morfológicas se determinaron por difracción de rayos X (DRX), análisis térmico (TG/ATD) y microscopía electrónica de barrido (MEB). ⁽¹⁹⁾

Composición química de la ceniza de bagazo de caña azúcar (CBCA)

El cuadro nos muestra la composición química de la ceniza de bagazo peruana comparada con la cubana.

Tabla 2: *Composición Química de Ceniza Bagazo Caña*

Ceniza	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	F ₂ O	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₆	S ₀₃
Peruana	67.52	3.50	7.60	3.50	8.95	3.75	2.17	1.70	0.03
Cubana	64.71	4.21	13.77	6.22	1.37	6.87	2.17	0.27	0.01

Fuente: Chávez (2017). ⁽²⁰⁾

Límites de líquido LL, es el contenido de humedad requerido para que la muestra, en el aparato de Casagrande cierre una ranura de ½” de amplitud a los 25 golpes, para arcillas 40-60%, para limos 25-50%, en arenas no se obtienen resultados. ⁽²¹⁾

Limite plástico LP, es el menor contenido de humedad para el cual el suelo se deja moldearse pueden formar rollitos de 1/8” sobre una superficie plana, lisa y no absorbente. Sin agrietarse el suelo no hay LP y con muchas tampoco se tiene el LP, los valores típicos entre arenas y arcillas se encuentran entre 5 y 30%. En arenas la prueba no es posible. ⁽²²⁾

California Bearing Ratio (CBR), este método de prueba se utiliza para evaluar la durabilidad potencial de subrasante, sub base y material de base, incluyendo materiales reciclados para usar en carreteras y aeropuertos. El valor de CBR obtenido en esta prueba es una parte integral de los diversos métodos de diseño.

⁽²³⁾

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de investigación

Tipo aplicada, también conocida como práctica o empírica, consiste en buscar el manejo o uso de las teorías estudiadas, que sirven de base para adquirir otros ⁽²⁴⁾

Propiedades de subrasante (ceniza de caña)

En este marco, la presente investigación es del **tipo aplicada**, pues, los saberes anteriores para la mejora de la subrasante, el empleo de ceniza de bagazo sobre el terreno natural, antecedentes en casos parecidos, con la finalidad de asumir acciones para mejorar la subrasante, adicionando determinado % de ceniza, basados en evidencias del laboratorio y los criterios de CBR, contenido de humedad, Índice de Plasticidad.

Diseño de investigación:

- Diseño cuasi experimental

Se considera este tipo de diseño al conjunto de pasos que se realizara para lograr obtener los resultados que correspondan. ⁽²⁵⁾

Subrasante

El proyecto se considera cuasi experimental, debido al propósito de utilizar cenizas de bagazo (5%, 10% y 15%) para mejorar la subrasante y también optimizar las condiciones físicas y mecánicas del camino vecinal San Gabriel Abancay; así también se sub clasifica como cuasi- experimental; pues, la mezcla para este trabajo fue predefinida (CBR > 6) por el investigador utilizando cuatro diseños de mezcla relacionados a la muestra de suelo base luego la adición de ceniza en proporciones 5%, 10% y 15% de acuerdo al peso del suelo; se seleccionó la dosificación temporalmente en base a muchos trabajos previos de algunos autores (tesis Terrones, AT (2018), agregando ceniza de bagazo (5%, 10% y 15%). Guía, M. (2021), incorporando ceniza de quinua a (4%, 6% y 8%).

3.2. Variable y Operacionalización.

Variable dependiente: propiedades de la Subrasante

Definición conceptual:

Subrasante se considera al área terminada del perfil del movimiento de suelo (corte y relleno), en el que se encuentra a la aserción de la estructura o pavimento.

Definición operacional: la ceniza se combina con las mezclas de suelo seco, para mejorar sus propiedades de la subrasante, % de humedad y límites de Atterberg, los ensayos de laboratorio nos indicaran la disminución del % de humedad, el mejoramiento del CBR y la reducción del índice de plasticidad. Finalmente, las respuestas obtenidas se procesan según las normas NTP y el ASTM.

Variable Independiente: Ceniza de bagazo de caña de azúcar

Definición conceptual:

Resulta de desperdicios del procesamiento de la caña. Es usado como combustible con el fin de aumentar la temperatura de calderas, de allí se consigue el aguardiente de caña. El uso de las cenizas es diversos espacios, como la agricultura, y ahora, en la construcción.

Definición operacional: La ceniza de bagazo, reemplaza en forma proporcional a la muestra de suelo seco en dosificaciones, 5%, 10% y 15% respecto al peso, empleándose para ello 04 combinaciones de suelos siguientes: S, S+5%, S+10% y S+15%; con el objeto de incrementar sus propiedades.

Variable dependiente VD: Propiedades de la subrasante.

Variable Independiente VI: Ceniza de bagazo de caña de azúcar.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

Se considera a agentes, objetos, organismos, historias clínicas) que van a participar del acontecimiento especificado y delimitado de acuerdo al estudio del problema a investigar. ⁽²⁶⁾

Para enfatizar esto, el tipo de carretera este estudio se clasifica como bajo tráfico, con un IMDA de <200 veh/día de carretera. La población incluirá todos estará compuesta por todas las calicatas de 1.5mt en la longitud de 8km y pruebas físicos-mecánicos de las pruebas de contenido de humedad, límites de Atterberg, CBR de varias combinaciones incorporando ceniza para 3 diseños.

Tabla 3: *Imagen para exploración de suelos*

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- sección suelos y pavimentos ⁽¹⁵⁾

Muestra

Es subconjunto de la población, se encuentra limitada, es también una fracción o parte de la población de interés, que tienen características comunes a la población.

(27)

Para enfatizar que el tipo de vía en estudio tiene un volumen de tránsito bajo, con un IMDA <200 veh/día para un solo carril. Tabla 3, del manual de pavimentos y

suelos del MTC, en la que se indica que existe como mínimo 01 calicata por Km y una profundidad de al menos a 1.5 m a nivel de terreno natural.

Para la investigación el tipo de vía de acuerdo a la Tabla 4: cuadro 4.2 el número de pruebas CBR de acuerdo al manual de carreteras, indica realizar mínimo 01 CBR por 3Km.

Tabla 4: Cuadro 4.2 Imagen de Numero de Ensayos CBR

Tipo de Carretera	N° Mr y CBR
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 1 km se realizará un CBR
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 1.5 km se realizará un CBR
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 2 km se realizará un CBR
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 3 km se realizará un CBR

Fuente: Manual de carreteras- sección suelos y pavimentos ⁽¹⁵⁾

Estará conformada por 03 calicatas cada Km y un CBR cada 3 Km, se tomará como muestra los 3Km del camino vecinal San Gabriel, una vez extraído las muestras se llevaron al laboratorio para la clasificación del suelo y tomar la muestra más desfavorable; las muestras de suelo seco combinadas con ceniza de bagazo, en dosificaciones de 5%, 10%, 15% de ceniza referido al peso del suelo seco. Son en base al estudio de Terrones, AT (2018), planteó estabilizar suelo arcilloso 5%, 10% ,15%.

Ante ello, siendo un total de 04 diseños de mezcla (N, 5%, 10% y 15%), resulta 24 muestras obtenidas de laboratorio (ver tabla 5).

04, para pruebas de contenido de humedad, 12, para las pruebas de límites de Atterberg y 04 probetas en los Ensayos de CBR.

Tabla 5: *Muestra de la investigación*

DESCRIPCIÓN	CONTENIDO HUMEDAD	LIMITES DE ATERBERG			CBR (%)	
		LL	LP	IP	95	100
Espécimen sin incorporación de ceniza (Grupo de control) = N	1	1	1	1	1	1
Espécimen con incorporación de ceniza 5%	1	1	1	1	1	1
Espécimen con incorporación de ceniza 10%	1	1	1	1	1	1
Espécimen con incorporación de ceniza 15%	1	1	1	1	1	1
TOTAL	4	4	4	4	4	4

Fuente: elaboración propia

Muestreo

Es de tipo no probabilístico o conocido también como muestras dirigidas, asumen un proceso de elección orientado por las cualidades de la investigación Cuantitativa. (28)

En la investigación el muestreo es no probabilístico debido a que no se aplicarán las selecciones y formulas estadísticas para realizar el muestreo.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de información

Técnica de recopilación de información

Considera la técnica de observación directa consiste en observar minuciosamente el acontecimiento, hechos o caso, anotando los datos y registrarlos para el análisis prospectivo (29)

Entonces, para el método de recopilación de información, la observación se utilizará para encontrar posibles soluciones a los problemas dados, así como para probar las hipótesis dadas. Por otro lado, desde las fuentes de información que sustentan la teoría para cada variable, hasta el uso de registros bibliográficas, finalmente se dispuso la técnica cuasi experimentación. A su vez, utiliza las Normas Técnicas Peruanas: NTP 339.129 (L. Consistencia), NTP 339.127 (E. Contenido de humedad) y la NTP 339.145 (E. C.B.R.)

Instrumentos de recopilación de datos

Considera que el instrumento a aplicar es hacer un esquema minucioso de procesos que conlleven a unificar datos con la finalidad específica, en esta situación se diseñara una ficha de recopilación de datos relacionando variables, dimensiones e indicadores ⁽³⁰⁾

Para esta investigación se realizarán pruebas para la obtención de los resultados, los cuales se denominan a continuación:

- Observación campo
- Fichas de Recopilación de información (Indicadores de la V. Independiente)
- Fichas de Resultados de Laboratorio (pruebas)

Tabla 6: *Pruebas de Laboratorio*

	Pruebas	Instrumentos
Ensayos	Prueba de estudio granulométrico	Fichas Resultados de Laboratorio, según la NTP 339.128
	Ensayo de Clasificación de Suelos	Fichas de Resultados de Laboratorio según la NTP 339.134
	Ensayo Limites de Consistencia	Fichas de Resultados de Laboratorio según la NTP 339.129
	Ensayo contenido de Humedad	Fichas de Resultados de Laboratorio según la NTP 339.127
	Ensayo de CBR	Fichas de Resultados de Laboratorio según la NTP 339.145

Fuente: Elaboración propia

Confiabilidad

Generalmente la confiabilidad se define con la determinación del alfa de Cron Bach es una herramienta de evaluación, se selecciona a través de varios métodos. ⁽³¹⁾

Al hablar de la confiabilidad se refiere a la aplicación repetida o consecuyente de un objeto que será estudiado, lo cual al ser estudiado continuamente deberá arrojar resultados iguales o similares entre ellos, brindando la confianza de los resultados obtenidos y de los instrumentos que serán utilizados en el trayecto del ensayo, a su

vez se brindará certificaciones de calibración del instrumento a utilizar en los ensayos.

Validez

Los instrumentos de investigación serán validados por juicio de expertos, la medida en que el instrumento evalúa objetivamente la variable en estudio ⁽³²⁾

Las herramientas utilizadas deberán ser avaladas por peritos o especialistas (Fichas de Recopilación de Datos) del sector de la construcción o carreteras a quienes les corresponde revisar y aprobar el contenido de la herramienta a utilizar en este estudio, en base a las NTP.

3.5. Procedimientos

Ceniza de bagazo de caña de azúcar

Para obtener ceniza, se tuvo que recuperar de las calderas de las fábricas de molienda de caña de azúcar. residuos no aprovechados que servirán en el proyecto, las cuales se encuentran ubicadas en el sector Pachachaca – San Gabriel ubicado a 15 km de la ciudad de Abancay, para posteriormente tamizar con la malla N° 200 y posteriormente realizar la combinación con el suelo en porcentajes de 5%, 10% 15%, de suelo seco.

Luego las muestras se llevarán a laboratorio de acuerdo a la norma E-050, los 12 ensayos, una muestra control y el resto con la adición de ceniza, evaluándose la mejor opción de acuerdo a los resultados.

Exploración de Calicata

Se realizará la excavación de 03 calicatas para determinar el suelo más desfavorable respecto a CBR, la dimensión es 1.5m de profundidad para la obtención de muestra de suelos cohesivo del camino vecinal de San Gabriel de las progresivas C-1, en la progresiva 1+500; C-2, en la progresiva 2+300 y la C-3 en la progresiva 3+000 de acuerdo al Manual de Carreteras MTC, donde menciona realizar las calicatas de acuerdo al IMD en este caso nuestro camino vecinal tiene una flujo vehicular < a 200veh./día 01 calicata por km y un CBR mínimo cada 3km.

3.6. Método de Análisis de datos

Para el procesamiento de la información de la investigación incluirá la interpretación de toda la información recolectada en el instrumento de recolección y su análisis mediante métodos estadísticos, matemáticos, etc. puede interpretar los resultados de sus pruebas de laboratorio, a través de tablas, gráficos.

Ceniza de bagazo

La selección de datos para este estudio se hará creando una mezcla de suelo seco agregando ceniza de caña de azúcar de acuerdo con las proporciones del estudio probado en laboratorios de suelos y resaltando la información para comparar con la hipótesis teórica.

3.7. Aspectos éticos

Siendo estudiante de Ingeniería Civil, la elaboración de la investigación se desarrolla teniendo en consideración el respeto por la propiedad intelectual y respeto por tesis de otros autores, siempre considerando la información con sus respectivas citas bibliográficas que serán filtrados con la herramienta del sitio Turnitin.

IV RESULTADOS

Nombre de la tesis: Mejoramiento de la subrasante del camino vecinal San Gabriel incorporando ceniza de bagazo de caña de azúcar, Abancay Apurímac 2022.

Ubicación:

Departamento: Apurímac

Provincia: Abancay

Distrito: Abancay

Ubicación: Camino vecinal San Gabriel- Pachachaca-Abancay



Figura N°01: Mapa del Perú
Fuente: Google Earth



Figura N°02: Mapa de la Región Apurímac
Fuente: Google Earth

Localización:



Figura N° 03: Localización del camino vecinal San-Gabriel.
Fuente: Google Earth.

Estudio realizadó en el camino vecinal San Gabriel ubicada en el desvio km 15+000 Via, Abancay – Lima, donde se realizó 03 calicatas en las siguientes:

Descripción: calicata C-1

Progresiva: 1+500 km

Profundidad: 1.50 m

Dimensiones: 1.00 x 1.20 m

Lado de Vía: Izquierda



Figura 04: Calicata C-1, 1+500

Fuente: Elaboración propia

Descripción: calicata C-2

Progresiva: 2+300 km

Profundidad: 1.50 m

Dimensiones: 1.00 x 1.20 m

Lado de Vía: Derecha



Figura 05: Calicata C-2 / 2+300 km

Fuente: Elaboración propia



Figura 06: Dimensiones Calicata C-2

Fuente: Elaboración propia

Descripción: calicata C-3

Progresiva: 3+00 km

Profundidad: 1.50 m

Dimensiones: 1.00 x 1.20 m

Lado de Via: Izquierda



Figura 07: Calicata C-3 progresiva 3+00 km
Fuente: Elaboración propia

Recolección de la ceniza de bagazo, en los hornos ubicados en el sector pachachaca Abancay.



Figura 08: Bagazo de caña azúcar
Fuente: Elaboración propia



Figura 09: Calcinación del bagazo de caña
Fuente: Elaboración propia



Figura 10: Tamizado ceniza de caña
Fuente: Elaboración propia



Figura 11: Tamizado ceniza malla # 200
Fuente: Elaboración propia

Tabla 7: Análisis ceniza de bagazo

Muestra de ceniza de bagazo de caña					
SiO ₂	AlO ₃	Fe ₂ O ₃	SO ₃	Perdidas por calcinación	Otros
58.76%	5.95%	2.46%	0.39%	21.20%	11.24%

Fuente: Elaboración propia

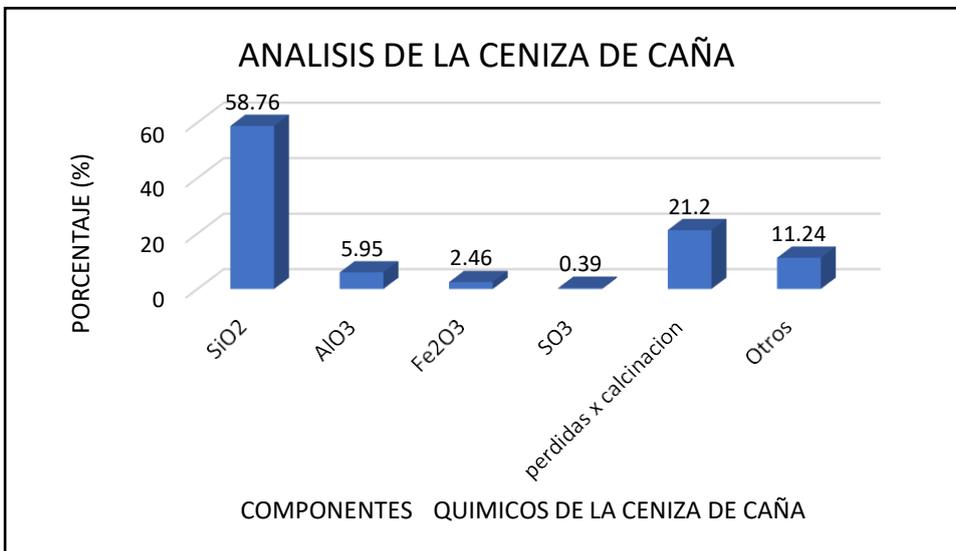
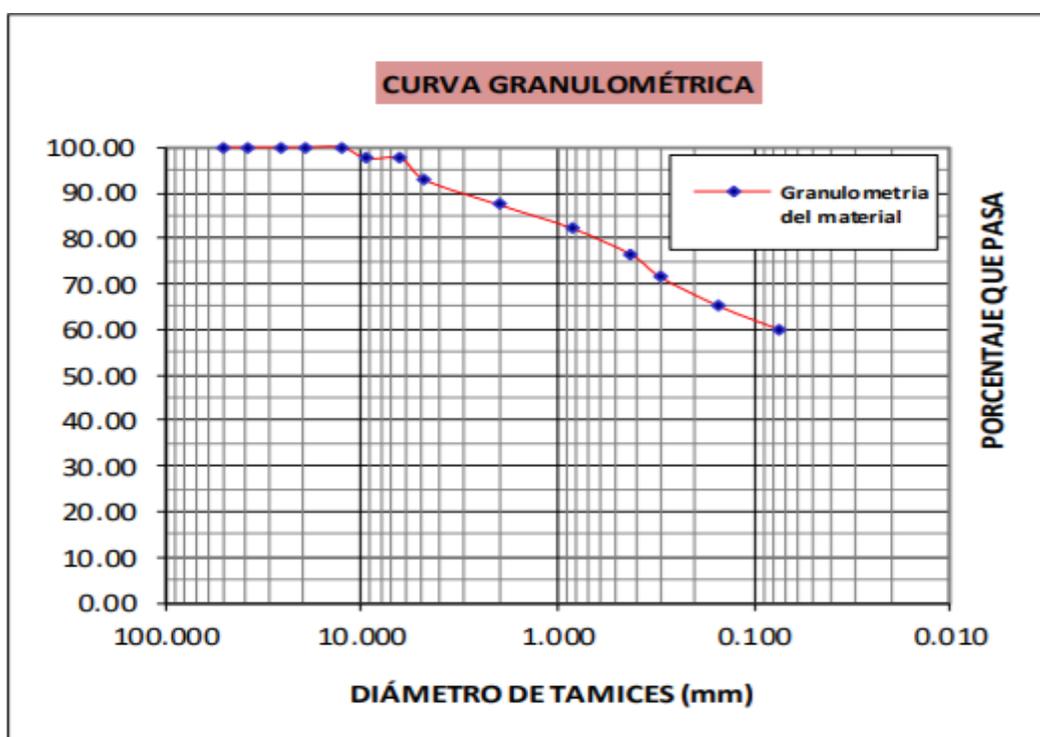


Figura 12: Análisis ceniza de caña
Fuente: Elaboración propia

La imagen muestra que la ceniza de caña contiene alto porcentaje de óxido de silicio SiO_2 , seguido de AlO_3 .

Trabajos de Laboratorio

La excavación de 03 calicatas se realizó en diferentes procesos, tal como se indica en los manuales de carreteras, donde muestra como una vía de bajo volumen de tránsito con IMDA de < 200 veh/día, por tal motivo se realiza una calicata por cada kilómetro y un CBR cada 3 kilómetros, para esto se determinó su capacidad portante y realizar los estudios con la incorporación de ceniza de caña a los más desfavorables y mejorar sus propiedades de sustrato.

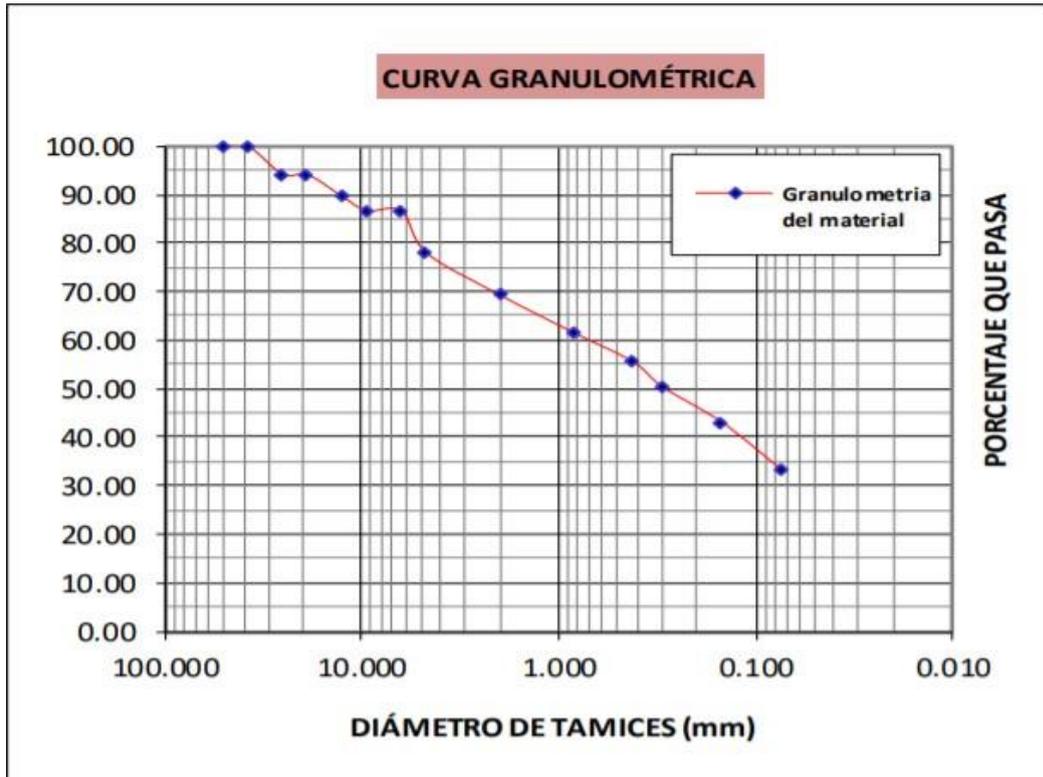


CLASIFICACIÓN AASHTO:	A-6 Suelo arcilloso
CLASIFICACIÓN SUCS:	CL: Arcilla inorganica.
OBSERVACIONES:	TIPO DE SUELO: Arcillas inorganicas, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plasticos.

Figura N° 13: Análisis granulométrico por lavado y tamizado de calicata C-1
Fuente: Elaboración propia

Interpretación: del ensayo granulométrico observamos que la muestra obtenida de la CALICATA 01, pasa el 60.16 % en el número de la malla N° 200, es un material de gran finura, obtenemos el 32.62% se considera material que logró pasar la malla N° 4 se

considera material arena finalmente grava de tamaño 7.22 %. Según muestra tomada de la calicata ubicada en el progresivo km 1 + 500 del camino vecinal San Gabriel, según la clasificación SUCS del laboratorio (CONCHIPA INGENIEROS E.I.R.L) la muestra estudiada fue (CL) ARCILLOSA INORGANICA y para la clasificación AASHTOO pertenece al grupo A-6 SUELO ARCILLOSO, con CBR DE 26.82 % demostrando que tiene sub rasante muy buena de acuerdo a la clasificación del manual.



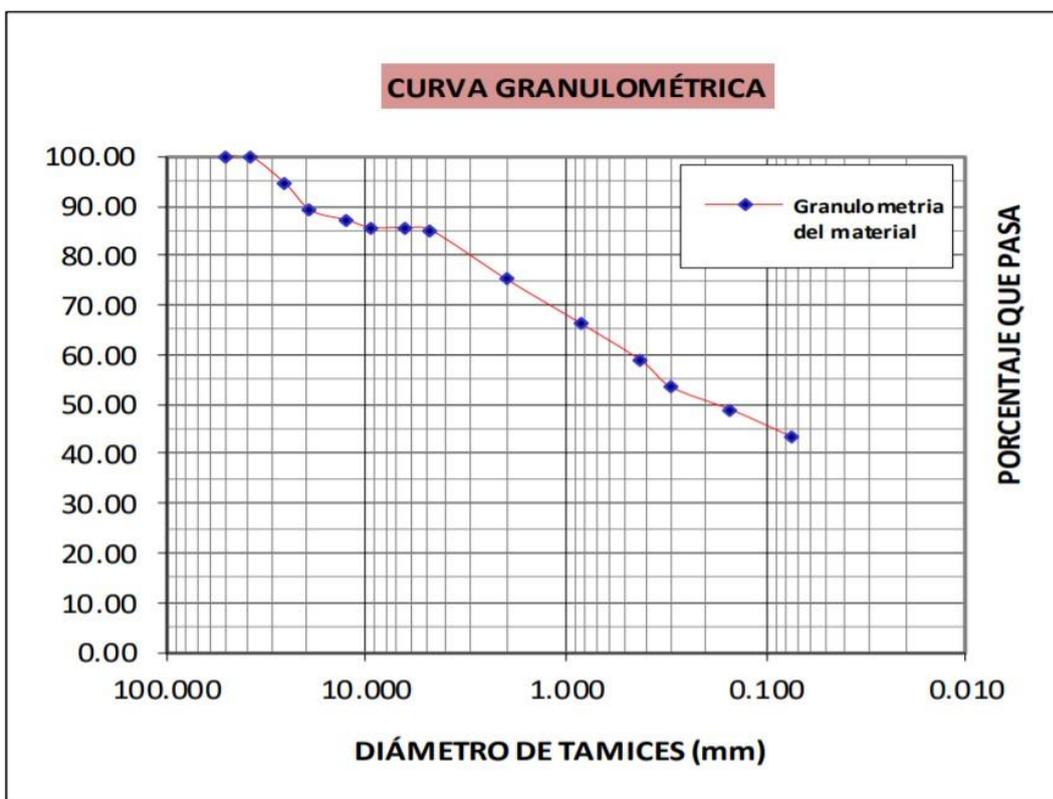
CLASIFICACIÓN AASHTO:	A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa
CLASIFICACIÓN SUCS:	SM: Arena limosa.
OBSERVACIONES:	TIPO DE SUELO: Arena limosa, Mezcla de grava, arena y limo.

Figura N°14 Análisis granulométrico por lavado y tamizado de calicata C-2
Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: según la granulometría del tamiz se observó que la muestra obtenida de la CALICATA 02, logró pasar el 33.49 % la malla N° 200 considerado

como material con menor cantidad de finos, un 44.57% de material logró pasar por la malla N° 4 siendo considerado un material bastante arenoso y por último un 21.93 % de grava.

según muestra extraída de la calicata ubicada en el progresivo km 2 + 300 de la vía vecinal San Gabriel, según la clasificación SUCS de acuerdo al laboratorio (CONCHIPA INGENIEROS E.I.R.L) la muestra que se estudió es (SM) ARENA LIMOSA clasificación AASHTOO la ubica en el grupo A-2-4 GRAVA Y ARENA ARCILOSA O LIMOSA, con CBR DE 16.76 % que indica que tiene una subrasante regular según la clasificación manual de carreteras.



Interpretación: según la prueba granulométrica del tamiz, se observó que la muestra obtenida de CALICATA 03, logró pasar 43.60 % a la malla N° 200 considerado material con gran cantidad de partículas finas, 41.50% de material pasa la malla N° 4 siendo considerado arenoso y al final 14.90% de grava.

De acuerdo a la muestra extraída de la calicata ubicada en progresivo km 3 + 000 del camino vecinal San Gabriel, clasificación SUCS en el laboratorio (CONCHIPA INGENIEROS E.I.R.L) la muestra que se estudió es (SC) ARENA ARCILLOSA y mediante la clasificación AASHTOO pertenece al grupo A-6 SUELO ARCILLOSO, con CBR de 5.94 % que indica que tiene una sub rasante Pobre de acuerdo a la clasificación del manual de carreteras.

EN CONCLUSION, la calicata C-3 es la más desfavorable de acuerdo a su granulometría y estudio de CBR 5.94% es por esto que se realizó el estudio a la calicata con sus adiciones de 5%,10% y 15% de ceniza y observar las variaciones en las propiedades mecánicas de acuerdo a los objetivos que se planteó en el proyecto.

Tabla 8: Resultados del ensayo de muestra patrón (P)

ENSAYOS		CALICATA C-3
Contenido de Humedad		10.40%
LIMITES DE ATTERBERG	Limite liquido	39.08%
	Limite plástico	22.14%
	Índice de Plasticidad	16.94%
CLASIFICACION DE SUELOS	SUCS	SC- ARENA ARCILLOSA
	AASHTO	A-6 SUELO ARCILLOSO
PROCTOR MODIFICADO	Optimo contenido de Humedad (OCH)	8.01
	Densidad Máxima seca (DMS)	1.961 g/cm3
California Bearing Ratio (CBR)		5.94%

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 16: Gráfico límite de consistencia de la muestra natural

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Podemos observar que la muestra inicial de la calicata C-3 contenido de humedad de 10.40%, Limite Liquido de 39.08%, Limite Plástico 22.14% y un Índice de plasticidad de 16.94% lo que da como resultado que no exista nivel freático no hay agua en la calicata.

Se observa que la muestra es arcilla, por eso se compara en el ensayo realizado, la presencia de humedad, por se coloca en el horno a alta temperatura de 110 +/- 5°C.

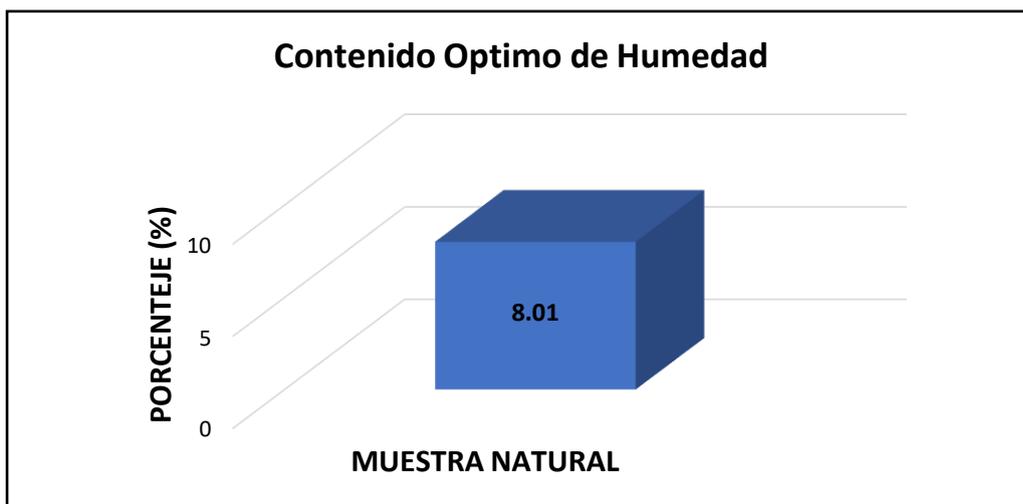


Figura N° 17: Gráfico del contenido óptimo de humedad de la muestra natural

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Se realizó una prueba Proctor modificada de la muestra natural, donde se obtuvo como resultado un 8.01% de CONTENIDO DE AGUA.

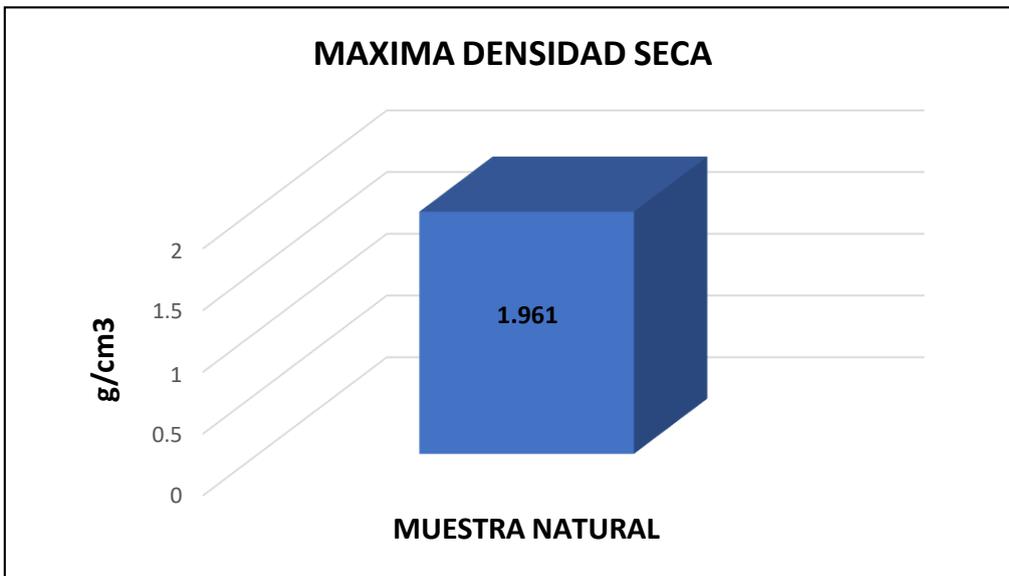


Figura N° 18: Gráfico de la máxima densidad seca de la muestra natural
Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Se realizó la prueba Proctor modificado de la muestra natural donde se obtuvo como resultado un 1.68 gr/cm³ de MÁXIMA DENSIDAD SECA.

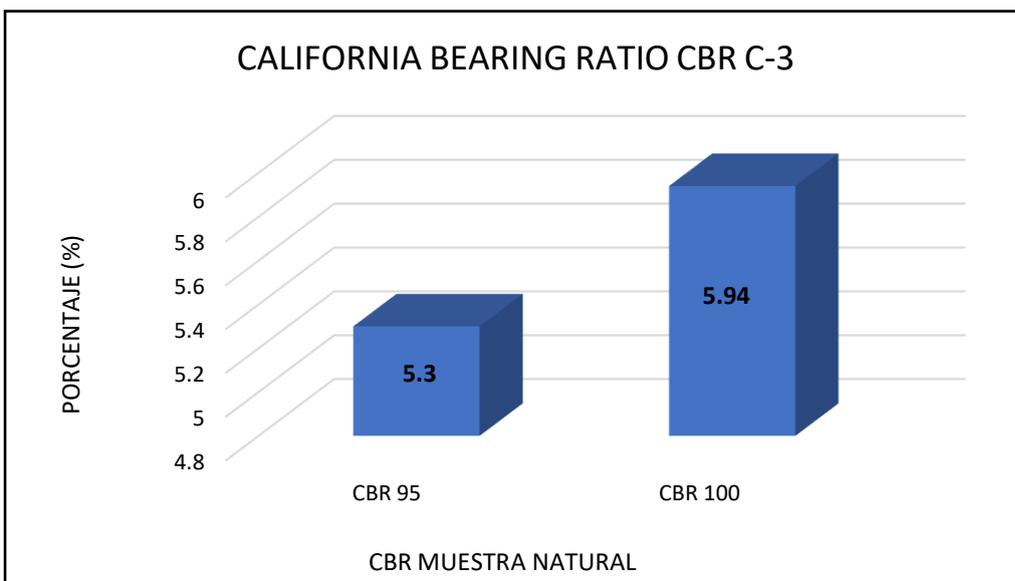


Figura N° 19: Gráfico de la CBR de la muestra natural
Fuente: Elaboración propia

Interpretación: la prueba California Bearing Ratio (CBR) para una muestra de suelo natural con una densidad de 1.68 g/cm³ y humedad de 8.01 %. Una vez llevada a la saturación, se midió la capacidad de carga o resistencia de la muestra con una penetración al 0.1" al 95% CBR 5.30% y 100% CBR 5.94%, y de acuerdo al manual de carreteras es subrasante Pobre < a 6% la cual variara con la adición de ceniza en dosis establecidas para el estudio.

OBJETIVO ESPECIFICO 1: Determinarla influencia de la ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre el contenido de humedad de la subrasante del camino vecinal San Gabriel, Abancay Apurímac 2022.

El contenido de agua en un suelo es la relación, expresada como porcentaje, entre el peso de agua en un volumen determinado de suelo y el peso de las partículas sólidas de acuerdo a la norma NPT 339.127, cuando la muestra ha sido analizada, se pesa primero, se coloca en un recipiente para colocar en un horno a más de 110°C+5°C durante un tiempo determinado, cuando la muestra se haya secado a masa constante, la muestra seca se pesará nuevamente, y debido a la diferencia en peso, restaremos el porcentaje de humedad.

Para nuestro estudio se adicionó 5%, 10% y 15% de ceniza de caña a una porción de suelo, se realizó las combinaciones de acuerdo al procedimiento que indica la norma. Posteriormente se observa cómo varía la humedad inicial.



Figura N°20: cuarteo muestra C-3
Fuente: Elaboración propia



Figura N°21: muestra determinar humedad
Fuente: Elaboración propia



Figura N°22: mezclado muestra C-3 con 5% ceniza de caña.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 9: Ensayo de contenido de humedad adicionando ceniza caña

MUESTRA	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
Muestra Suelo Natural C-3 con 0% de CBCA	10.40
Muestra Suelo Natural C-3 con 5% de CBCA	9.50
Muestra Suelo Natural C-3 con 10% de CBCA	8.50
Muestra Suelo Natural C-3 con 15% de CBCA	7.90

Fuente: Elaboración propia

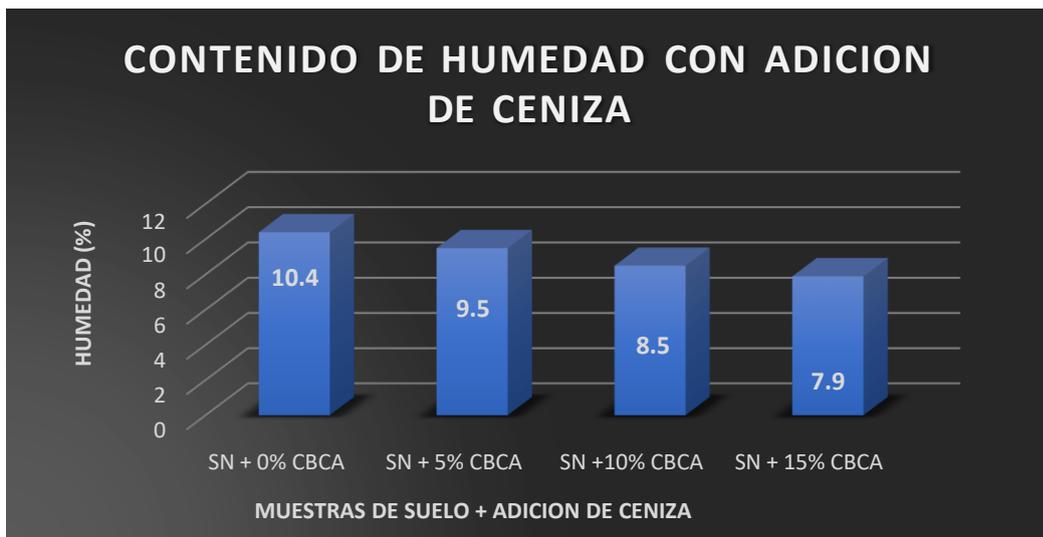


Figura N°23: Grafico del contenido de humedad con ceniza de bagazo.
Fuente: Elaboración propia

Interpretación: el contenido de humedad de 10.40% sin adicionar ceniza, cuando adicionamos 5% de ceniza este contenido de humedad cae a 9.50% la adición de ceniza redujo el contenido de humedad en 0.9% en comparación con la muestra original, al agregar 10% de ceniza a la muestra disminuyo a 8.50% y al agregar un elevado porcentaje de ceniza, la humedad disminuyo con 15% nos resulta 7.9% significa que mientras más ceniza se agrega al suelo, disminuye en mayor proporción la humedad.

OBJETIVO ESPECIFICO 2: Determinarla influencia de la ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre el **índice de plasticidad** de la subrasante del camino vecinal San Gabriel, Abancay Apurímac 2022.

Se realizó el cuarteo C-3 de la muestra para posteriormente seleccionarla y realizar la prueba de los límites de Atterberg, y por diferencia determinar nuestros valores de índice de Plasticidad de la investigación.

Para nuestro estudio se adicionaron al suelo natural los porcentajes de 5%, 10% y 15% ceniza, la mezcla se realizó de acuerdo al procedimiento de determinación de IP. Se observó cómo cambiaban los límites de Atterberg a medida que se incorporaba ceniza de bagazo.



Figura N°24: muestra +10% ceniza de caña.



Figura N°25: Ensayo de Limite Líquido y plástico
Fuente: Elaboración propia

Tabla 10: Ensayos de Límites de Atterberg con adición de ceniza.

Muestra	Límite Líquido (LL)	Límite Plástico (LP)	Índice de Plasticidad (IP)
Suelo Natural C-3 con 0% de CBCA	39.08%	22.14%	16.94%
Suelo Natural C-3 con 5% de CBCA	35.30%	21.60%	13.80%
Suelo Natural C-3 con 10% de CBCA	33.00%	20.90%	12.10%
Suelo Natural C-3 con 15% de CBCA	31.50%	20.50%	11.10%

Fuente: Elaboración propia

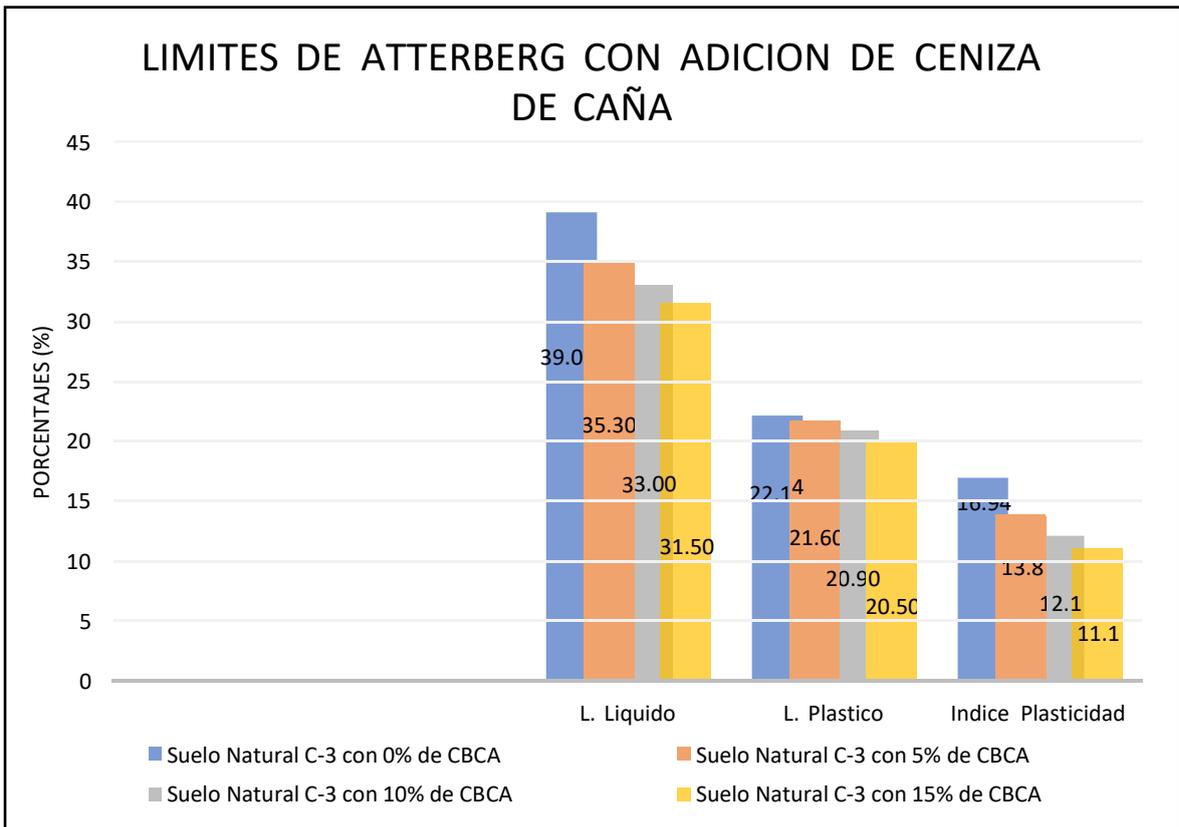


Figura N°26: Gráfico de Límites de Atterberg con adición de ceniza de bagazo

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La humedad inicial en la muestra de la calicata de estudio C-3 da límite líquido de 39.08% y cuando se agrega ceniza como un porcentaje de 5%, cae a 35.30% al agregar el 10% de ceniza reduce aún más nuestro LL, y con la combinación final de 15% de ceniza de caña, se obtiene un contenido de humedad del 31.50%.

En lo que se observa en la gráfica para el parámetro Límite plástico, al no agregar ceniza de caña da un valor de 22.14%, al agregar 5% ceniza de bagazo esta humedad baja a 21.60% lo que indica que al agregar ceniza se reduce el contenido de humedad 0.54% en comparación con la muestra original, cuando se le agregó 10% de ceniza a la muestra disminuyó a 20.90% y cuando se le agregó el porcentaje de ceniza 15% nos resulta 20.50% asumiendo la mayor cantidad de ceniza de bagazo. Cuanto mayor sea la ceniza, más favorable será el límite plástico para suelos con baja humedad.

Para el índice de plasticidad inicial fue de 16.94% con incorporación 5%, 10% y 15% de ceniza nos da un resultado de 11.1% de humedad la muestra comienza a disminuir su contenido de humedad y producto de esta combinación nos resulta bajos contenidos de humedad que la adición de ceniza modifica las propiedades como se demuestra en el estudio.

OBJETIVO ESPECIFICO 3: Determinarla influencia de la ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre la **capacidad portante CBR** de la subrasante del camino vecinal San Gabriel, Abancay Apurímac 2022.

La capacidad de carga del suelo de acuerdo al manual de carreteras MTC se clasifica de acuerdo con la resistencia de la subrasante, para este estudio, se determinó un CBR de con subrasante pobre < al 6% como se especifica en el manual para calicata C-3 de la cual se tomaron muestras de suelo natural y las pruebas de laboratorio dieron resultados desfavorables, tuvimos que mejorar agregando ceniza de bagazo en porcentajes de 5%, 10% y 15% respectivamente dependiendo de la muestra de suelo utilizada.



Figura N°27: Ensayo de Proctor
Fuente: Elaboración propia



Figura N°28: ensayo de CBR + 15% ceniza caña
Fuente: Elaboración propia

Tabla 11: Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) con adición de ceniza de bagazo caña azúcar CBCA

Muestra	CBR (95%)	CBR (100%)
Suelo Natural C-3 con 0% de CBCA	5.30	5.94
Suelo Natural C-3 con 5% de CBCA	13.27	16.76
Suelo Natural C-3 con 10% de CBCA	19.10	23.76
Suelo Natural C-3 con 15% de CBCA	21.90	25.29

Fuente: Elaboración propia

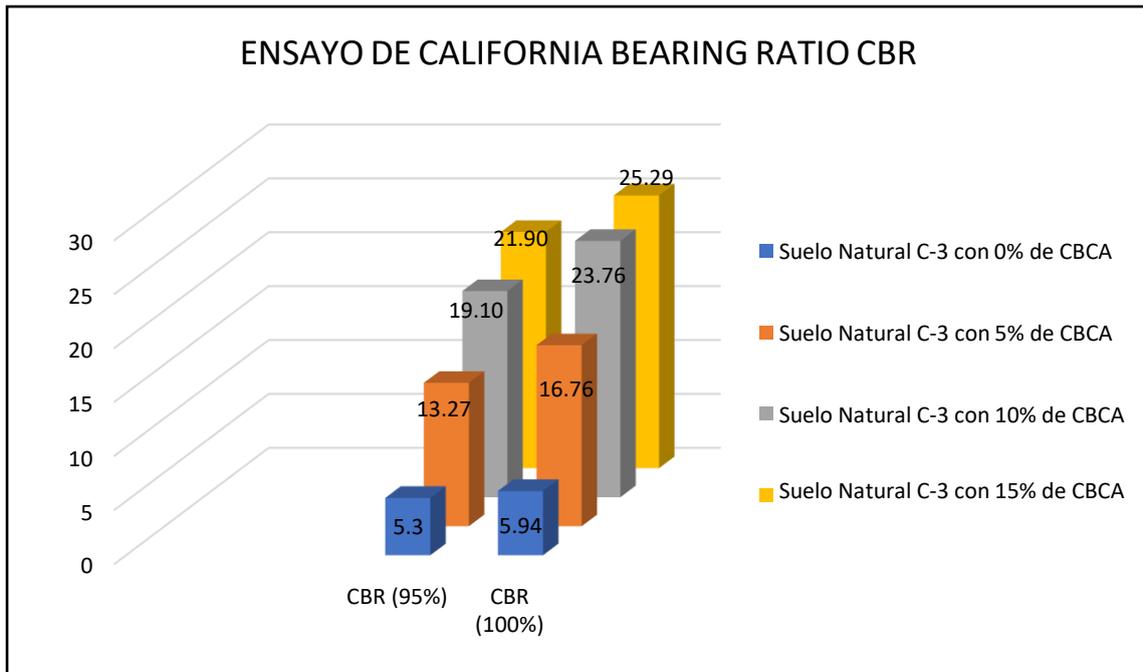


Figura N°29: Grafico de California Bearing Ratio CBR con adición de ceniza de caña.
Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La prueba California Bearing Ratio CBR al 95-100% se puede analizar que la CBR original sin ceniza de bagazo fue 5.30% y con la adición de 15% ceniza se comienza a aumentar la capacidad de carga al 21.90% se considera muy buena subrasante según el manual del MTC, lo mismo vemos en la prueba 100% CBR, que la muestra inicial libre de cenizas nos da un valor de 5.94% calificada como una subrasante pobre y con la adición de 15% de ceniza aumenta a 25.29% indicando como un buen aditivo para mejorar las propiedades mecánicas de las arcillas como el camino vecinal de San Gabriel Abancay.

V DISCUSIONES:

Objetivo 1: Determinarla influencia de la ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre el contenido de humedad de la subrasante del camino vecinal San Gabriel, Abancay Apurímac 2022.

Antecedente: Salas, EJ. y Pinedo, AJ. (2018) En su estudio agregaron 5%, 10% y 15% de ceniza de bagazo en la estabilización de la subrasante para pavimentos flexibles en el asentamiento humano; los conquistadores Nuevo Chimbote, con su adición directa al suelo, logro disminuir el contenido de humedad de un 11.40% a un 11.20%, con la adición de CBCA al 5%, pero con la adición de 10% y 15% de CBCA aumentara la humedad hasta 12%.

Resultados: Al inicio de la investigación y en base a la clasificación del suelo, el terreno natural se clasificó como arcilloso con una humedad inicial de 10.40% y hasta una adición paulatina de ceniza de bagazo a partir 5% (9.50%), con la adición de 10% (8.50%) a 15% (7.90%) de humedad reducida, el mejor resultado el de 15% quien lo redujo de 7.90%. redujo en 2.5% con CBCA del contenido inicial.

Comparación: Según la información de antecedentes, algunos tipos de ceniza, como la ceniza de bagazo, reducen el contenido de humedad de la arcilla; esto se muestra en nuestro estudio, al aumentar la dosis de ceniza de bagazo en el suelo natural, nuestros resultados disminuyen más que el antecedente, con adición de 5% de CBCA hay una mínima perdida del contenido de humedad. En 0.20% de la muestra estándar.

Objetivo 2: Determinarla influencia de la ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre el índice de plasticidad de la subrasante del camino vecinal San Gabriel, Abancay Apurímac 2022.

Antecedente: Carrasco, D. (2017) en su investigación agregó porcentajes de ceniza de bagazo de caña de azúcar en 25%, 35% y 45%, para determinar la posibilidad de estabilización de los suelos arcillosos en el tramo de carretera de Moro – Virahuanca en la provincia del Santa directamente al suelo, obteniendo mejorar al disminuir el índice de plasticidad de un 15.68% a un 9.06% al 35% de ceniza de bagazo.

Resultados: Al inicio de la investigación y en base a la clasificación del suelo, el terreno natural se clasificó como arcillosa con índice de plasticidad inicial de 16.94% y a una incorporación paulatina de ceniza de bagazo 5% (13.80%), 10% (12.10%) y 15% (11.10%) también reducen el índice de plasticidad, siendo el mejor resultado el de 15% quien ha reducido al 11.10%.

Comparación: Según los antecedentes, algunos tipos de ceniza, como la ceniza de bagazo de caña de azúcar, reducen el índice de plasticidad en la arcilla; esto se demuestra en nuestro estudio, al aumentar la dosis de ceniza de bagazo ya sea en terreno natural o muestra estándar, también ayuda a reducir el índice de plasticidad del terreno, siendo similares al antecedente con la adición de 35% CBCA, mientras que si la ceniza de bagazo se lleva a 45% su índice de plasticidad a 12.48%

Objetivo 3: Determinarla influencia de la ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre la capacidad portante CBR de la subrasante del camino vecinal San Gabriel, Abancay Apurímac 2022.

Antecedente: Terrones, AT. (2018) en su estudio agregó 5%,10% y 15% de ceniza de bagazo de caña directamente al suelo, obteniendo mejoras en la estabilización del suelo al incrementar la resistencia del suelo CBR, cuando adiciona 15% CBCA obtiene un CBR de 23.67%

Resultados: Al inicio de la investigación y en base pruebas realizadas en laboratorio se obtuvo un %CBR del suelo natural y la calicata C-3 más desfavorable es 5.94% y se incrementando gradualmente ceniza de bagazo de caña en 5% (16.76%), 10% (23.76%) y 15% (25.29%) cuando aumenta la ceniza de bagazo, se mejora su CBR, siendo su mejor resultado el 15% incrementa a 25.29%.

Comparación: Según los antecedentes, algunas cenizas como la ceniza de bagazo, aumentan la resistencia de la arcilla; esto se demuestra en nuestra investigación, al incrementarse las dosificaciones de cenizas de bagazo sobre el terreno natural, ayuda también a incrementar la resistencia de suelo (CBR), siendo similares al antecedente al 15% de ceniza de caña obtiene 23.67% de CBR; y nuestro estudio 15% de ceniza de caña se obtuvo 25.29%

VI CONCLUSIONES

Objetivo General, El mejoramiento de la subrasante con ceniza de bagazo, mejora sus propiedades físicas y mecánicas de la subrasante (del terreno fundación) encontrado en el camino vecinal San Gabriel, Abancay- Apurímac, 1) al disminuir el contenido de humedad 2) al disminuir el índice de plasticidad 3) al aumentar la capacidad portante del suelo.

Objetivo Especifico 1, Se estableció la dependencia de la proporción de cenizas de bagazo de caña de azúcar en las pruebas de Límites de Atterberg, ya que inciden en la **disminución del contenido de humedad** de 2.50% respecto a la muestra estándar, con adición de 15% de ceniza de bagazo; entonces el efecto de la ceniza de bagazo se relaciona directamente con el porcentaje sugerido, mejorando los Límites de Atterberg, con el cual queda comprobado.

Objetivo Especifico 2, Se estableció la dependencia de la proporción de ceniza de bagazo en las pruebas de los Límites de Atterberg, ya que estas pruebas dieron como resultado una reducción del Índice de Plasticidad en 5.84% en comparación con la muestra de referencia al utilizar ceniza de bagazo en 15% se verificó el efecto de la ceniza de bagazo directamente relacionado con el porcentaje propuesto, mejorando el Límite de Atterberg, con lo cual queda comprobado.

Objetivo Especifico 3, Se estableció como influye el porcentaje de ceniza de bagazo de caña de azúcar en la capacidad portante del suelo (subrasante), ya que se obtuvieron valores superiores a 5.94% de CBR, al incrementarlo en 19.35% más que el terreno natural al emplearse hasta un **15%** del terreno natural, al incorporarle un **5%** de ceniza de caña la muestra patrón (P) se incrementó hasta un 10.82% del CBR y al adicionar 10% de la ceniza de caña hasta un 17.82% de CBR y cuando se adicionó 15% de la ceniza de caña se incrementa hasta 19.35% del CBR;

Entonces la mejora de las propiedades del suelo está directamente relacionada con el porcentaje establecido, por lo que la mejora es positiva para la capacidad portante del suelo para el que se ensaya, con el cual queda comprobado

VII RECOMENDACIONES

Objetivo Especifico 1, El presente estudio cuando se seleccionó el porcentaje de ceniza de bagazo que va de 5% al 15% en todas las pruebas, el contenido de humedad de la muestra de referencia (P) disminuyó. Por lo tanto, es recomendable seguir investigando utilizando cenizas de bagazo en un porcentaje superior al 15% para ver el comportamiento, de la humedad hasta la obtención de la curva optima de humedad óptima.

Objetivo Especifico 2, En la presente investigación se seleccionó el porcentaje de ceniza de bagazo del 5%, 10%, y 15% en todos los ensayos, el índice de plasticidad obtenido se redujo en comparación a la muestra de referencia (P), por lo que se debe realizar una investigación más profunda utilizando un porcentaje mayor al 15% de ceniza de bagazo de caña para evaluar la actividad dinámica del índice de plasticidad.

Objetivo Especifico 3, La ceniza de bagazo, mejora la capacidad portante de la subrasante, en porcentajes que van de 5% a 15% hay un notable **incremento** en la capacidad portante CBR, cuando se adiciona progresivamente la ceniza de caña comparados sobre la muestra patrón (P), para posteriores investigaciones se recomienda utilizar la ceniza de caña en porcentajes que superen al 15% de ceniza y ver el comportamiento de la subrasante.

REFERENCIAS

1. **Carrasco Mejia, Danny Alessandro.** Estabilización de los suelos arcillosos adicionando cenizas de caña de azúcar en el tramo de Moro a Virahuanca en el distrito de Moro provincia del Santa 2017. Nuevo Chimbote : s.n., 2017.
2. **Salas Solorzano, Elmer Julio y Pinedo Infantes, Adrian Jesus.** Ash from sugarcane bagasse in the stabilization of subgrade for flexible pavements in the human settlement Los Conquistadors Nuevo Chimbote-2018. chimbote : s.n., 2018.
3. **Terrones Cruz, Andrea Thatiana.** Estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de bagazo de caña para el mejoramiento de subrasante en el sector Barraza, Trujillo - 2018. Trujillo : s.n., 2018.
4. **Torres Abad, Walter Enrique.** Análisis de propiedades mecánicas de bloques de tierra comprimida BTC, usando ceniza de bagazo de caña de azúcar CBA como adición. Loja Ecuador: s.n., 2021.
5. **Gonzales Guerra, Angel Jose.** Estabilización mecánica de suelos cohesivos a través de la utilización de cal-ceniza volante. Guatemala : s.n., 2014.
6. **Araujo Baron, Yenifer y Rodriguez Cruz , Cesar Eduardo.** Evaluation of cane bagasse ash biomass as a sustainable alternative for the stabilization of a granular base. Ibaguè- Colombia : s.n., 2019.
7. **Ojeda Farias, O, Mendoza Rangel, J M y Baltazar Zamora, M A.** Influence of the inclusion of sugar cane bagasse ash on the compaction, CBR and resistance to simple compression of a subgrade type granular material. [ed.] Dr. Pedro Castro Borges. 2, Veracruz México : Alconpat International AC, 10 de Mayo de 2018, Vol. 8, págs. 198-208.
8. **Vidal, Diana V, Torres, Janneth y Gonzales, Luis O** Bagasse ash from cane for the elaboration of construction. 48E, Colombia: Moment, 2014, Vol. 14.
9. **Torres Rivas, B. J., y otros** Valorization of cane bagasse ash from the Nicaraguan sugar industry as a partial substitute for portland cement. 2, Nicaragua : Nexa revista, 2014, Vol. 27, págs. 82-89.

10. **MTC.** Manual de carreteras/suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Lima : Limuza, 2013. págs. 23-24. 1.
11. **Ministerio de Transportes y Comunicaciones.** Manual de suelos, Geología y Pavimentos. Lima : Limuza, 2013. págs. 23-24. 1.
12. **Jose Leoni, Augusto.** Propiedades Físicas de los suelos. Argentina : s.n., 2016.
13. **Ministerio transportes.** Manual de Carreteras, suelos, geología y pavimentos. Lima : Limuza, 2013. pág. 30. 2.
14. **MTC.** Manual de carreteras/suelos, geología y pavimentos. Lima : Limuza, 2014. págs. 32-33.
15. **MTC, Manual .** Manual de carreteras/suelos, geología y pavimentos. Lima : Limuza, 2013. pág. 107.
16. **MTC.** Manual de Carreteras y Diseño Geométrico. Lima: s.n., 2014. pág. 13.
17. **Chavez Bazan, Cesar Hayro.** Empleo de la ceniza de bagazo de caña de azúcar CBCA como sustituto parcial del agregado fino en la elaboración del concreto hidráulico. Cajamarca : s.n., 2017. pag 30.
18. **Almazan del Olmo, Oscar, y otros.** Sugar cane bagasse, properties, constitution and potential. Havana : ICIDCA, 2013. pág. 3.
19. **Torres Agredo, J, Mejia de Gutierrez y Escandon Giraldo, C. E and Gonzales Salcedo, L. O.** Characterization of bagasse ash from sugar cane; as a supplementary material for portland cement. 1, Colombia: Investigacion e Ingenieria, 2014, Vol. 34, págs. 5-10. ISSN 0120-5609..
20. **Chavez Bazan, Cesar Hayro.** empleo de la ceniza de bagazo de caña de azúcar CBCA como sustituto parcial del agregado fino en la elaboración de concreto. Trujillo : revista cultural, 2017. pág. 31. 1.
21. **Duque Escobar, Gonzalo.** Mecánica de los suelos. Colombia : Manizales, 2012. pág. 32. 1.
22. —. Mecánica de los suelos. Colombia : Manizales, 2012. pág. 33. 1.

23. **Comunicaciones, Ministerio Transportes y.** Manual de ensayos MTC. Lima : s.n., 2014.
24. **Murillo Torrecilla, Javier.** La investigación aplicada una forma de conocer las realidades con evidencia. 2008. pág. 159.
25. **Hernandez Collado, Carlos y Baptista Lucio, pilar.** metodología de la investigación científica. 2014. pág. 128. 2356789014.
26. **Toledo Diaz de Leon, Neptali.** técnicas de investigación cuantitativa y cualitativa. 2000. pág. 153.
27. **Buena Paz, Guillermina.** Metodología de la Investigación Científica. México : Patria, 2017. 3.
28. **Hernandez Collado, Carlos y Baptista Lucio, pilar.** Metodología de la Investigación Científica. 2014. pág. 189.
29. **Buena Paz, Gullermina.** Metodología de la Investigación Científica. Tercera. Mexico : Grupo Editorial Patria, 2017. pág. 68. 1.
30. **Hernandez Collado, Carlos y Baptista Lucio, pilar.** Metodología de la Investigación Científica. México : Mc Graw Hill, 2014. pág. 198.
31. **Hernandez Collado, Carlos y Pilar, Baptista Lucio.** Metodología de la Investigación. México : Mc Graw Hill, 2014. pág. 197. 2356789014.
32. **Hernandez Collado, Carlos y Baptista Lucio, pilar.** metodología de la instigación científica. México : Mc Graw Hill, 2014. pág. 198. 2356789014.
33. **Revelo, jhonatan.** Diseño de una estructura de pavimento rigido en un segmento vial departamento de santander. [En línea] 2019.
34. **Mallaupoma, Gavi Jackeline.** Comportamiento del concreto con adición de fibras de agave americana L para la mejora de sus propiedades en estado fresco, San Carlos- Huancayo 2017. [En línea] 3 de diciembre de 2021. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/7108>.

35. **RNE.** N.T.E. CE. 010 Pavimientos Urbanos- Reglamento Nacional de Edificaciones. [En línea] 2010. <https://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>.
36. **Higuera Sandoval, Carlos Hernando** Desing variable sensibility´s Analysis of ar rigid pavement and itis incidence im the delection.. 20, Mexico : ISSN-e121, 2006, Vol. 15.
37. **Peche zegarra, Edwin Roberto.** evaluación del espesor de mejoramiento del suelo de la subrasante en la carretera Lima-Canta. [En línea] 2013. <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/463/T%20625.7%20P364%202013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
38. **Lopez Sumarriva, Jose Johel y Ortiz Pinares, Grely.** Estabilizacion de suelos arcillosos con cal para tratamiento de la subrasante en las calles de la urbanizacion San Luis de la ciudad de Abancay. [En línea] 2018. [Citado el: 12 de 11 de 2021.] <http://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/152>.
39. **Espinoza Villanueva, Amado Teofilo y Gavidia Samame, Jhony Ricardo.** Análisis técnico de las base granulares existentes aplicado el método CBR in situ y CBR en laboratorio en el sector Gran Chimú, El Porvenir. [En línea] 2017. [Citado el: 12 de 11 de 2021.] <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/3601>.
40. **Murillo Torrecilla, Javier.** La investigación aplicada una forma de conocer las realidades con evidencia. 2008.
41. **Toledo Diaz de Leon, Neptali.** técnicas de investigación cuantitativa y cualitativa. 2000.
42. **Hernandez Collado, Carlos y Baptista Lucio, pilar.** metodología de la instigación científica. México : Mc Graw Hill, 2014. 2356789014.

ANEXOS

ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: Mejoramiento de la subrasante del Camino vecinal San Gabriel incorporando ceniza de bagazo de caña de azúcar Abancay Apurímac 2022

AUTOR: Fabio Fabián Salas Palacios

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
P. General	O. General	H. General	INDEPENDIENTE			
¿De qué manera influye la ceniza de bagazo de caña de azúcar en porcentajes de 5%, 10% y 15% en el mejoramiento de la subrasante del camino vecinal San Gabriel, Abancay, Apurímac 2022?	Evaluarla influencia de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en el mejoramiento de la subrasante del camino vecinal San Gabriel, Abancay Apurímac 2022	La incorporación de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en porcentajes de 7%, 12% y 20% mejora la subrasante del camino vecinal San Gabriel, Abancay Apurímac 2022.	Ceniza de bagazo de caña de azúcar	DOSIFICACIÓN Por Peso de suelo	5%	Ficha Recolección de Datos Anexo 3
					10%	Ficha Recolección de Datos Anexo 3
					15%	Ficha Recolección de Datos Anexo 3
P. Específico	O. Específico	H. Específico	DEPENDIENTE			
¿Cuánto influye la ceniza de bagazo de caña de azúcar en el contenido de humedad de la subrasante del camino vecinal San Gabriel, Abancay Apurímac 2022?	Determinar la influencia de la ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre el contenido de humedad de la subrasante del camino vecinal San Gabriel, Abancay Apurímac 2022.	La incorporación de la ceniza de bagazo de caña de azúcar disminuye el contenido de humedad de la subrasante del camino vecinal San Gabriel, Abancay Apurímac 2022	PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE	PROPIEDADES FISICA	CONTENIDO DE HUMEDAD	Ficha Resultado de Laboratorio según NTP 334.127 Anexo 4
					(%)	
					LIMITES DE ATTERBERG	Ficha Resultado de Laboratorio Según NTP 399.129 Anexo 4
(%)						
¿Cuánto influye la ceniza de bagazo de caña de azúcar en la capacidad portante de la subrasante del camino vecinal San Gabriel, Abancay Apurímac 2022?	Determinar la influencia de la ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre la capacidad portante de la subrasante del camino vecinal San Gabriel, Abancay Apurímac 2022.	La incorporación de la ceniza de bagazo de caña de azúcar aumenta la capacidad portante de la subrasante del camino vecinal San Gabriel, Abancay Apurímac 2022.		PROPIEDAD MECANICA	CBR:	Ficha Resultado de Laboratorio Según NTP 339.145 Anexo 4
					(%)	

ANEXO 02: MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

TITULO: Mejoramiento de la subrasante del camino vecinal San Gabriel incorporando ceniza de bagazo de caña de azúcar, Abancay Apurímac 2022

AUTOR: Fabio Fabián Salas Palacios

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGIA
INDEPENDIENTE		Como ingresa				
Ceniza de bagazo de caña de azúcar	Según Chávez Bazán, Cesar Hayro, en la tesis titulada Empleo de la ceniza de bagazo de caña de azúcar, como sustituto parcial del agregado fino en la elaboración del concreto hidráulico (2017) . Ceniza de Bagazo de caña de azúcar es un subproducto de los desechos de la fabricación del azúcar. Se utiliza como combustible para calentar las calderas de donde se obtiene el azúcar. La utilización de las cenizas de bagazo de caña de azúcar en diversos campos, como la agricultura, y ahora, en la construcción.	La ceniza de bagazo de caña de Azúcar, reemplaza en forma proporcional al suelo seco en dosificaciones del 5%, 10% y 15% respecto al peso del suelo seco, empleándose para ello 04 combinaciones de suelos siguientes: S, S+5%, S+10% y S+15%; con el objetivo de una mejora en las Propiedades físicas y mecánicas del suelo.	DOSIFICACIÓN Por peso de Suelo	5% 10% 15%	RAZON	<p>Método: Científico</p> <p>Tipo de Investigación: Tipo Aplicada</p> <p>Nivel de Investigación: EXPLICATIVA (Causa Efecto)</p> <p>Diseño de Investigación: Experimental (Cuasi)</p> <p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Población: Camino Vecinal de 08 KM San Gabriel Abancay</p> <p>Muestra :</p> <p>04 Muestras Contenido de Humedad</p> <p>04 Muestras Indice Plasticidad</p> <p>04 Muestras CBR</p> <p>Muestreo: No Probabilístico</p> <p>Técnica: Observación Directa</p> <p>Instrumentos de la investigación:</p>
DEPENDIENTE		Que efecto				
PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE	Según Manual de carreteras/suelos, geología, geotecnia y pavimentos (2013) , La subrasante es la superficie terminada de la carpeta a nivel de movimiento de tierras (corte y relleno), sobre el cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado.	la ceniza de bagazo de caña, se combinan con las muestras de suelo seco, para que mejore las propiedades mecánicas de la subrasante y propiedades físicas % de humedad e límites de Atterberg en estos casos se mide su calidad mediante ensayos de laboratorio para la disminución de % de humedad, el incremento del CBR y la disminución de índice de plasticidad. Finalmente los resultados obtenidos se procesan en formatos y fichas técnicas según la NTP y el ASTM .	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS	CONTENIDO DE HUMEDAD (%) LIMITES DE ATTERBERG (%)	RAZON RAZON	

ANEXO 03: INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de Recolección de datos:

“Mejoramiento de la subrasante del camino vecinal San Gabriel con la incorporación de ceniza de bagazo de caña de azúcar, Abancay Apurímac 2022”

Parte A: Datos generales

Tesista 01: Fabio Fabián Salas Palacios

Fecha: Lima, 12 ENERO 2022

Parte B: Dosificación de Ceniza de Quinua

4%	Ok
6%	Ok
8%	Ok

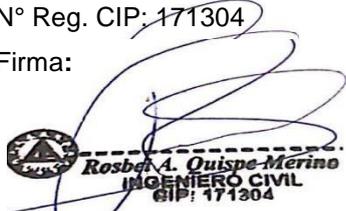
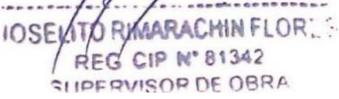
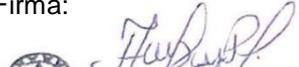
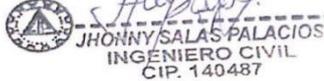
Tesis: Guía, M (2021) Dosificación de Ceniza de Quinua: 4%, 6%, 8%

Parte C: Dosificación de Ceniza de bagazo de caña de azúcar

5%	Ok
10%	Ok
15%	Ok

Tesis: Terrones, AT (2018) Dosificación de Ceniza de bagazo de caña: 5%, 10%, 15%

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Apellidos: Quispe Merino Nombres: Rosbel Título: INGENIERO CIVIL Grado: Bachiller N° Reg. CIP: 171304 Firma:  	Apellidos: Rimachi Flores Nombres: Joselito Título: INGENIERO CIVIL Grado: Bachiller N° Reg. CIP: 81342 Firma:  	Apellidos: Salas Palacios Nombres: Johnny Título: INGENIERO CIVIL Grado: Bachiller N° Reg. CIP: Firma:  
---	---	---

ANEXO 04: FICHAS DE RESULTADOS DE LABORATORIO

	<p>MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SAN GABRIEL INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, ABANCAY APURÍMAC 2022</p> <p>Realizado por laboratorio de suelos y concreto CONCHIPA E.I.R.L.</p>	<p>Versión: 01 Fecha: ENERO 2022 Página: 35 de 69</p>
---	--	---

CALICATA O3
KM: 03 + 000



Saul José Chipa Cahuana
Saul José Chipa Cahuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 193001

pág. 35



Realizado por laboratorio de suelos y concreto CONCHIPA E.I.R.L.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO 1971 Y SUCS 2487

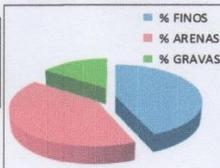
Proyecto: "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SAN GABRIEL INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, ABANCAY APURÍMAC 2022"

Ubicación: Ubicación: San Gabriel Provincia: Abancay Fecha: Enero, 2022
Distrito: Abancay Region: Apurimac
Hecho por: Muestreo: INTERESADO Material: Sub Rasante
Calicata: C-03
Ubicación: km 03 + 000

Solicitante: BACH. FABIO FABIAN SALAS PALACIOS

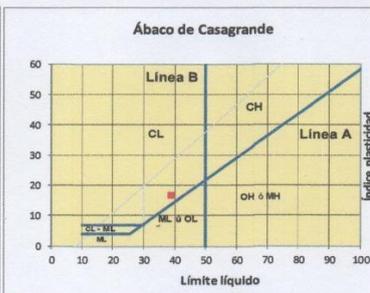
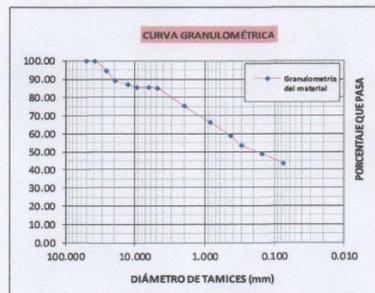
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO Y TAMIZADO					
Muestra inicial	529.9 gr	Muestra lavada y secada	309.0 gr	Peso Recipient.	0.0 gr
TAMIZ (Pulg.)	TAMIZ (mm)	PESO RET. (gr.)	PESO CORR. (gr.)	%RET.	%PASA
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	29.70	29.70	5.60	94.40
3/4"	19.050	27.90	27.90	5.27	89.13
1/2"	12.700	10.00	10.00	1.89	87.24
3/8"	9.525	8.20	8.20	1.55	85.70
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	85.70
Nº4	4.750	3.14	3.14	0.59	85.10
Nº10	2.000	52.10	52.10	9.83	75.27
Nº20	0.850	47.10	47.10	8.89	66.38
Nº40	0.425	39.60	39.60	7.47	58.91
Nº60	0.300	28.20	28.20	5.32	53.59
Nº100	0.149	24.60	24.60	4.64	48.95
Nº200	0.075	28.30	28.30	5.34	43.60
Cazuela		10.00	231.06	43.60	0.00
TOTAL		308.84	529.90	100.00	

PORCENTAJES DE FINOS, ARENAS Y GRAVAS	
% FINOS	43.60%
% ARENAS	41.50%
% GRAVAS	14.90%



LÍMITES DE CONSISTENCIA			
LÍMITE LÍQUIDO			
Muestra	1	2	3
Nº de Cáp.	1	2	3
Cap. + S. Hum.	60.13	62.13	63.55
Cap. + S. Seco.	54.46	55.90	57.22
Agua	5.67	6.23	6.33
Peso Cáp.	39.54	40.01	41.50
Peso S. seco	14.92	15.89	15.72
% Humedad	38.00	39.21	40.27
Nº de golpes	30	25	20
LÍMITE PLÁSTICO			
Muestra	1	2	3
Nº de Cáp.	1	2	3
Cap. + S. Hum.	47.43	47.29	46.55
Cap. + S. seco	46.39	46.17	45.42
Agua	1.04	1.12	1.13
Peso Cáp.	41.66	41.18	40.28
Peso S. seco	4.73	4.99	5.14
% Humedad	21.99	22.44	21.98

LÍMITE LÍQUIDO	=	39.08 %
LÍMITE PLÁSTICO	=	22.14 %
ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD	=	16.94 %
Pasa tamiz Nº 4 (4.75mm)	=	85.10%
Pasa tamiz Nº 200 (0.0075mm)	=	43.60%
D60	=	0.48703
D30	=	NO TIENE
D10	=	NO TIENE
Coefficiente de uniformidad (Cu)	=	NO TIENE
Grado de curvatura (Cc)	=	NO TIENE



CLASIFICACIÓN AASHTO:	A-6 Suelo arcilloso
CLASIFICACIÓN SUCS:	SC: Arena arcillosa.
OBSERVACIONES:	TIPO DE SUELO: Arena arcillosa, mezclas d egrava, arena y arcilla.



CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 2216

Proyecto: "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SAN GABRIEL INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, ABANCAY APURÍMAC 2022 "

Ubicación: Sector: San Gabriel
Distrito: Abancay

Provincia: Abancay
Region: Apurímac

Fecha: Enero, 2022

Hecho por: Muestreo: INTERESADO

Material Sub Rasante
Calicata: C-03
Ubicación: km 03 + 000

Solicitante: BACH. FABIO FABIAN SALAS PALACIOS

CONTENIDO DE HUMEDAD				
ENSAYO	1	2	3	4
Cápsula Nº	1	2	3	
Peso suelo húmedo + cápsula	568.00			
Peso suelo seco + cápsula	523.00			
Peso del agua	45.00			
Peso de la cápsula	92.00			
Peso neto del suelo seco	431.00			
% de Humedad	10.44			

w (%) Promedio = 10.40

NOTA : El contenido de humedad se determino de una muestra alterada.



José Chipa Cahuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 193001



ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO

"MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SAN GABRIEL INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, ABANCAY APURÍMAC 2022"

Calicata: C-03
FECHA: Enero, 2022
DESCRIPCION: Sub Rasante

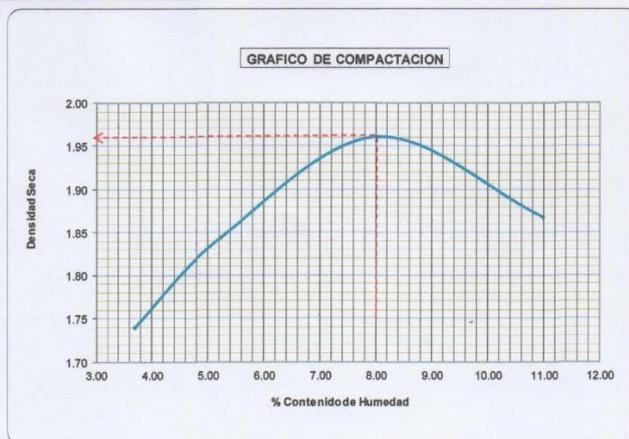
NORMAS : ASTM D-1557-70(PROCTOR MODIFICADO)
AASHTO T-180-70(PROCTOR MODIFICADO)

Nº de Capas: 5	
Nº de golpes por capas: 56	Volumen Molde : 2124

Muestra	I	II	III	IV
Wcap.	102.47	102.54	131.99	91.70
Wcap+sh.	582.90	464.48	532.78	658.40
Wcap+ss.	565.87	446.47	503.07	602.35
Wss.	463.40	343.93	371.08	510.65
Ww.	17.03	18.01	29.71	56.05
%CH.	3.68	5.24	8.01	10.98

%CH.	3.68	5.24	8.01	10.98
Wmolde	6917	6917	6917	6917
Wsh+molde	10747	11041	11415	11320
Wsh.	3830	4124	4498	4403
Densidad Humeda	1.803	1.942	2.118	2.073
Densidad Seca	1.739	1.845	1.961	1.868

Densidad Seca Maxima(g/cm3) :	1.961
Contenido Optimo de Agua(%) :	8.01





MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SAN GABRIEL
INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, ABANCAY APURÍMAC
2022

Versión: 01
Fecha: ENERO 2022
Página: 39 de 69

Realizado por laboratorio de suelos y concreto CONCHIPA E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS														
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR).														
ASTM 1833 - 73														
PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SAN GABRIEL INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, ABANCAY APURÍMAC 2022 *													
UBICACIÓN:	CALIGATA km 03 + 000													
DIST:	Abancay													
PROV:	Abancay													
DPTO:	Apurímac													
FECHA:	Enero, 2022													
DIMENSIONES DE MOLDE			Diametro			Altura			Area					
			15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42			
N° DE GOLPES POR CAPA			12			25			56					
CONDICIONES DE LA MUESTRA			SIN MOJAR		SATURADA		SIN MOJAR		SATURADA		SIN MOJAR		SATURADA	
Peso del molde(gr).			7085		8337		7903		7903		7903		7903	
Volumen de la Muestra(cc).			2124		2124		2124		2124		2124		2124	
Muestra Humeda + Molde(gr).			11048		11494		12483		12897		12405		12748	
Muestra Humeda(gr).			3963		4409		4146		4560		4502		4845	
Densidad Humeda(gr/cm3).			1.87		2.08		1.95		2.15		2.12		2.28	
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA			MEDIO		MEDIO		MEDIO		MEDIO		MEDIO		MEDIO	
Peso de la capsula(gr).			88.60		81.50		91.80		95.66		130.00		88.00	
Muestra Humeda + Capsula(gr).			602.30		625.70		597.10		556.69		630.00		261.00	
Muestra Seca + Capsula(gr).			563.00		532.00		559.00		485.60		583.10		236.80	
Muestra Seca(gr).			474.40		450.50		467.20		389.94		463.10		148.80	
Contenido de Agua(gr).			39.30		93.70		36.10		71.09		36.90		24.20	
Contenido de Humedad(%).			8.28		20.80		8.15		18.23		7.97		16.26	
Densidad Seca(gr/cm3).			1.723		1.718		1.805		1.816		1.963		1.962	
MEDICION DE LA EXPANSION	DIA	HORA	INTERVALO (DIAS)	LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS %		LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS %		LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS %			
	1.00	13:05	0.00	0.4869			0.8748			0.3548				
	2.00	13:02	1.00	0.4912	0.0043	0.0938	0.8857	0.0109	0.2378	0.3601	0.0053	0.1156		
	3.00	13:10	2.00	0.4998	0.0129	0.2814	0.8902	0.0154	0.3360	0.3658	0.0110	0.2400		
	4.00	13:04	3.00	0.5036	0.0167	0.3643	0.8956	0.0208	0.4558	0.3712	0.0164	0.3578		
	5.00	12:58	4.00	0.5189	0.0320	0.6981	0.9013	0.0265	0.5781	0.3745	0.0197	0.4298		
ENSAYO DE PENETRACION	PENETRACION "PULGADA"	CARGA PATRON "MPa"	FACTOR CARGA CBR			FACTOR CARGA CBR			FACTOR CARGA CBR					
			DIAL	MPa	12	DIAL	MPa	25	DIAL	MPa	56			
	0	0.00		0	0.00		0	0.00		0	0.00			
	0.025			0	0.22		0	0.22		0	0.22			
	0.050			1	0.24		1	0.24		4	0.31			
	0.075			2	0.27		3	0.29		6	0.35			
	0.100	6.90		3	0.29	4.15	5	0.33	4.74	9	0.41	5.94		
	0.125			4	0.31		8	0.39		12	0.47			
	0.150			5	0.33		12	0.47		17	0.57			
	0.200	10.3		7	0.37	3.58	16	0.55	5.38	22	0.68	6.58		
	0.300			9	0.41		22	0.68		36	0.97			
0.400			10	0.43		24	0.72		42	1.09				
0.500			10	0.43		26	0.76		46	1.18				


Sociedad Civil
INGENIERO CIVIL
CIP. 193001

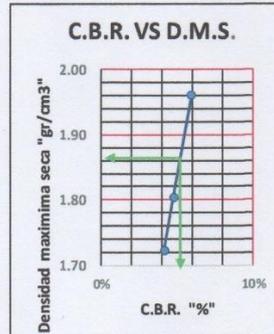
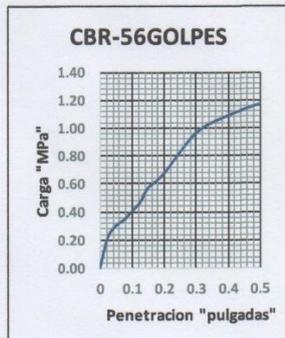
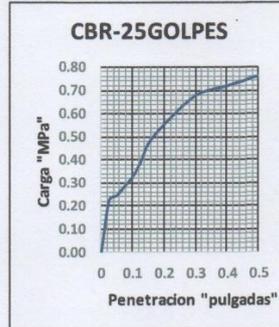
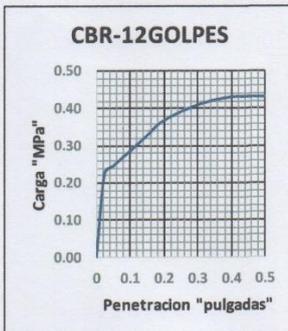


MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SAN GABRIEL
INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, ABANCAY APURÍMAC
2022

Versión: 01
Fecha: ENERO 2022
Página: 40 de 69

Realizado por laboratorio de suelos y concreto CONCHIPA E.I.R.L.

PROYECTO	"MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SAN GABRIEL INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, ABANCAY APURÍMAC 2022 "				
UBICACIÓN	DIST:	Abancay	ENSAYO	CALICATA km 03 + 000	
	PROV:	Abancay	C. B. R.	Humedad Óptima(%)	8.01
	DPTO:	Apurímac		Densidad Seca Máxima(g/cm3)	1.961
FECHA	Enero, 2022			95% Densidad Seca Máxima(g/cm	1.863



GOLPES	W%	MDS	EXPANS. %	C. B. R. %	C. B. R. 95% - 100%	
12	8.28	1.72	0.70	4.15	C.B.R. - 95%	5.30
25	8.15	1.80	0.58	4.74	C.B.R. - 100%	5.94
56	7.97	1.96	0.43	5.94		



SUELO NATURAL +
5% DE CBCA


Saul José Chipa Cahuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 193001



LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

Proyecto: "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SAN GABRIEL INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, ABANCAY APURÍMAC 2022"

Ubicación: Sector: **San Gabriel** Provincia: **Abancay** Fecha: **Enero, 2022**
Distrito: **Abancay** Region: **Apurímac**
Hecho por: Muestreo: **INTERESADO** Material: **Sub Rasante**
Muestra: **SN + 5% CBCA**

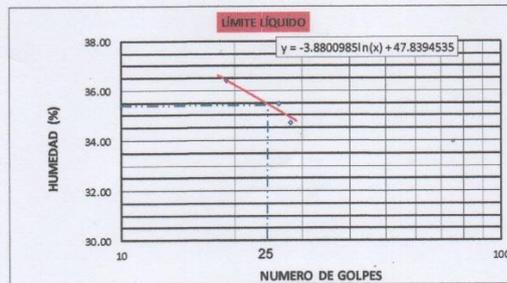
Solicitante: **FABIO FABIAN SALAS PALACIOS**

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO				
Muestra	1	2	3	4
N° de Cápsula	1	2	3	
Caps.+ S. húmedo	42.78	41.85	42.15	
Caps.+ S. seco	41.59	41.24	41.47	
Agua	1.19	0.61	0.68	
Peso Cápsula	38.16	39.52	39.60	
Peso S. seco	3.43	1.72	1.87	
% Humedad	34.69	35.47	36.36	
N° de golpes	28	26	19	

LÍMITE PLÁSTICO				
Muestra	1	2	3	
N° de Cápsula	1	2	3	
Caps.+ S. húmedo	16.13	15.89	16.03	
Caps.+ S. seco	15.76	15.50	15.69	
Agua	0.37	0.39	0.34	
Peso Cápsula	14.05	13.68	14.12	
Peso S. seco	1.71	1.82	1.57	
% Humedad	21.64	21.43	21.66	

LÍMITE LÍQUIDO	=	35.3 %
LÍMITE PLÁSTICO	=	21.6 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	=	13.8 %





CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 2216

Proyecto: "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SAN GABRIEL INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, ABANCAY APURÍMAC 2022"

Ubicación: Sector: San Gabriel
Distrito: Abancay

Provincia: Abancay
Region: Apurímac

Fecha: Enero, 2022

Hecho por: Muestreo: INTERESADO

Material Sub Rasante
Muestra: SN + 5% CBCA

Solicitante: FABIO FABIAN SALAS PALACIOS

CONTENIDO DE HUMEDAD				
ENSAYO	1	2	3	4
Cápsula Nº	1	2	3	
Peso suelo húmedo + cápsula	621.00			
Peso suelo seco + cápsula	575.00			
Peso del agua	46.00			
Peso de la cápsula	92.00			
Peso neto del suelo seco	483.00			
% de Humedad	9.52			

w (%) Promedio = 9.50

NOTA : El contenido de humedad se determinó de una muestra alterada.



Saul José Chipa Cahuana
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 193001



MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SAN GABRIEL
INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, ABANCAY APURÍMAC
2022

Versión: 01
Fecha: ENERO 2022

Realizado por laboratorio de suelos y concreto CONCHIPA E.I.R.L.

Página: 44 de 69

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS													
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR).													
ASTM 1833 - 73													
PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SAN GABRIEL INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, ABANCAY APURÍMAC 2022*												
UBICACIÓN:	DIST: Abancay											Muestra Natural 1-5% de Cantza	
	PROV: Abancay											Humedad Óptima(%)	8.01
	DPTO: Apurímac											Densidad Seca Máxima(g/cm ³)	1.961
FECHA:	Enero, 2022											95% Densidad Seca Máxima(g/cm ³)	1.863
DIMENSIONES DE MOLDE		Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area
		15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42
N° DE GOLPES POR CAPA		12			25			56					
CONDICIONES DE LA MUESTRA		SIN MOJAR		SATURADA	SIN MOJAR		SATURADA	SIN MOJAR		SATURADA			
Peso del molde(gr).		7896			7843			7905					
Volumen de la Muestra(cc).		2124			2124			2124					
Muestra Humeda + Molde(gr).		11905		12075	12057			12173		12445	12501		
Muestra Humeda(gr).		4009		4179	4214			4330		4540	4596		
Densidad Humeda(g/cm ³).		1.89		1.97	1.98			2.04		2.14	2.16		
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA		MEDIO		MEDIO	MEDIO			MEDIO		MEDIO	MEDIO		
Peso de la capsula(gr).		128.50		129.40	129.10			128.90		129.30	128.60		
Muestra Humeda + Capsula(gr).		706.20		761.80	722.30			719.60		748.30	728.60		
Muestra Seca + Capsula(gr).		663.10		691.30	677.90			660.80		702.10	677.30		
Muestra Seca(gr).		534.60		561.90	548.80			531.90		572.80	548.70		
Contenido de Agua(gr)		43.10		70.50	44.40			58.80		46.20	51.30		
Contenido de Humedad(%)		8.06		12.55	8.09			11.05		8.07	9.35		
Densidad Seca(g/cm ³).		1.747		1.748	1.835			1.836		1.978	1.979		
MEDICION DE LA EXPANSION	DIA	HORA	INTERVALO (DIAS)	LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS %		LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS %		LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS %		
	1.00	13:05	0.00	0.3215			0.5847			0.2715			
	2.00	13:02	1.00	0.3248	0.0033	0.0720	0.5897	0.0050	0.1091	0.2764	0.0049	0.1069	
	3.00	13:10	2.00	0.3357	0.0142	0.3098	0.5923	0.0076	0.1658	0.2798	0.0083	0.1811	
	4.00	13:04	3.00	0.3415	0.0200	0.4363	0.5987	0.0140	0.3054	0.2814	0.0099	0.2160	
	5.00	12:58	4.00	0.3457	0.0242	0.5279	0.6012	0.0165	0.3600	0.2837	0.0122	0.2662	
ENSAYO DE PENETRACION	PENETRACION PATRON "PULGADA"		CARGA "MPa"		FACTOR CARGA CBR		FACTOR CARGA CBR		FACTOR CARGA CBR		FACTOR CARGA CBR		
	0		0		12		25		56				
	0.025		2		12		25		56				
	0.050		6		14		14		21				
	0.075		8		21		21		35				
	0.100		6.90		10		30		12.23		45		
	0.125		13		0.49		38		1.01		57		
	0.150		16		0.55		52		1.30		65		
	0.200		10.3		0.62		5.98		63		1.53		
	0.300		24		0.72		74		1.77		97		
	0.400		29		0.82		84		1.98		110		
0.500		32		0.89		91		2.13		119			


 José Chipa Cahua
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 193001

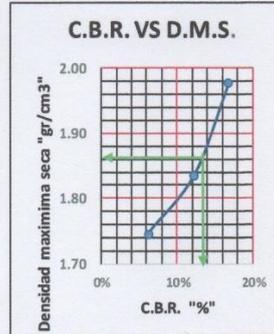
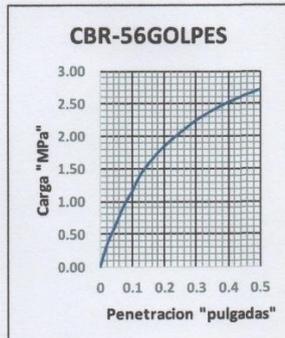
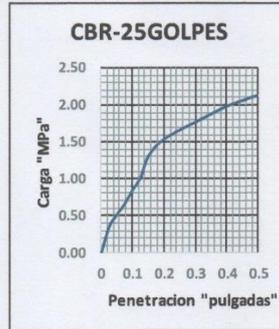
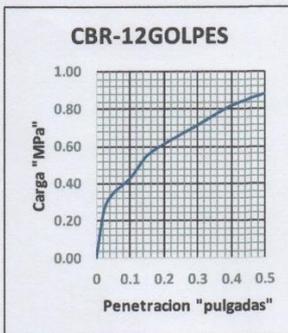


MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SAN GABRIEL
 INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, ABANCAY APURÍMAC
 2022

Versión: 01
 Fecha: ENERO 2022
 Página: 45 de 69

Realizado por laboratorio de suelos y concreto CONCHIPA E.I.R.L.

PROYECTO	"MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SAN GABRIEL INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, ABANCAY APURÍMAC 2022"				
UBICACIÓN	DIST:	Abancay	ENSAYO	Muestra Natural + 5% de Ceniza	
	PROV:	Abancay		Humedad Óptima(%)	8.01
	DPTO:	Apurímac		Densidad Seca Máxima(g/cm3)	1.961
FECHA	Enero, 2022		C. B. R.	95% Densidad Seca Máxima(g/cm	1.863



GOLPES	W%	MDS	EXPANS. %	C. B. R. %	C. B. R. 95% - 100%	
12	8.06	1.75	0.53	6.23	C.B.R. - 95%	13.27
25	8.09	1.84	0.36	12.23	C.B.R. - 100%	16.76
56	8.07	1.98	0.27	16.76		



Saúl José Chipa Cahuana
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 193001



MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SAN GABRIEL
INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, ABANCAY APURÍMAC
2022

Realizado por laboratorio de suelos y concreto CONCHIPA E.I.R.L.

Versión: 01
Fecha: ENERO 2022
Página: 46 de 69

SUELO NATURAL +
10% DE CBCA



SJC
Saúl José Chipa Cahuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 193001



LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

Proyecto: "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SAN GABRIEL INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, ABANCAY APURÍMAC 2022"

Ubicación: Sector: **San Gabriel** Provincia: **Abancay** Fecha: **Enero, 2022**
Distrito: **Abancay** Region: **Apurímac**
Hecho por: Muestreo: **INTERESADO** Material: **Sub Rasante**
Muestra: **SN + 10% CBCA**

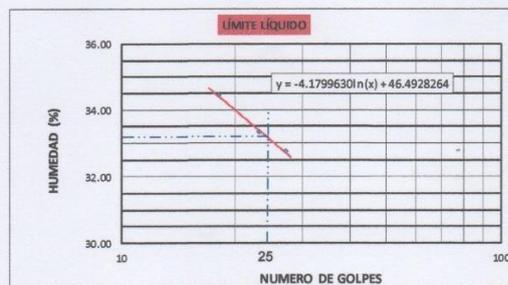
Solicitante: **FABIO FABIAN SALAS PALACIOS**

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO				
Muestra	1	2	3	4
Nº de Cápsula	1	2	3	
Caps.+ S. húmeda	41.53	42.58	43.15	
Caps.+ S. seco	40.97	41.94	42.21	
Agua	0.56	0.64	0.94	
Peso Cápsula	39.26	40.02	39.48	
Peso S. seco	1.71	1.92	2.73	
% Humedad	32.75	33.33	34.43	
Nº de golpes	27	23	18	

LÍMITE PLÁSTICO				
Muestra	1	2	3	4
Nº de Cápsula	1	2	3	
Caps.+ S. húmeda	16.12	15.68	15.23	
Caps.+ S. seco	15.75	15.40	14.98	
Agua	0.37	0.28	0.25	
Peso Cápsula	14.02	13.96	13.84	
Peso S. seco	1.73	1.44	1.14	
% Humedad	21.39	19.44	21.93	

LÍMITE LÍQUIDO	=	33.0 %
LÍMITE PLÁSTICO	=	20.9 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	=	12.1 %





CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 2216

Proyecto: "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SAN GABRIEL INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, ABANCAY APURÍMAC 2022"

Ubicación: Sector: San Gabriel
Distrito: Abancay

Provincia: Abancay
Region: Apurímac

Fecha: Enero, 2022

Hecho por: Muestreo: INTERESADO

Material: Sub Rasante
Muestra: SN + 10% CBCA

Solicitante: FABIO FABIAN SALAS PALACIOS

CONTENIDO DE HUMEDAD				
ENSAYO	1	2	3	4
Cápsula N°	1	2	3	
Peso suelo húmedo + cápsula	384.00			
Peso suelo seco + cápsula	364.00			
Peso del agua	20.00			
Peso de la cápsula	130.00			
Peso neto del suelo seco	234.00			
% de Humedad	8.55			

w (%) Promedio = 8.50

NOTA : El contenido de humedad se determino de una muestra alterada.



Saúl José Chipa Chauana
INGENIERO CIVIL
CIP. 193001



**MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SAN GABRIEL
INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, ABANCAY APURÍMAC
2022**

Versión: 01
Fecha: ENERO 2022
Página: 49 de 69

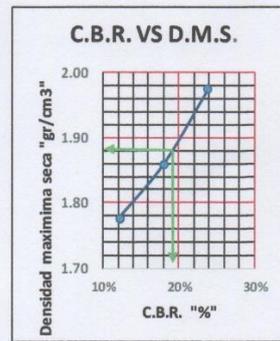
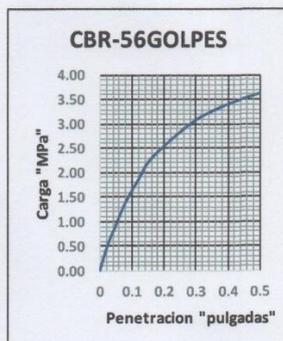
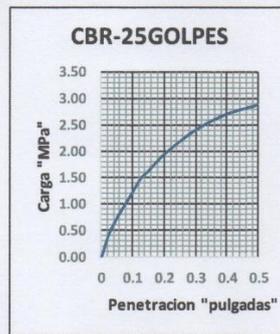
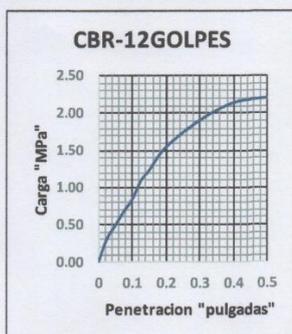
Realizado por laboratorio de suelos y concreto CONCHIPA E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS														
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR).														
ASTM 1833 - 73														
PROYECTO:	*MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SAN GABRIEL INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, ABANCAY APURÍMAC 2022*													
UBICACIÓN:	DIST: Abancay											Muestra Natural + 10% de Ceniza		
	PROV: Abancay											Humedad Optima(%)	8.40	
	DPTO: Apurímac											Densidad Seca Máxima(g/cm3)	1.980	
FECHA:	Enero, 2022													
	DIMENSIONES DE MOLDE													
		Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area				
		15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42				
	N° DE GOLPES POR CAPA													
		12			25			56						
	CONDICIONES DE LA MUESTRA													
		SIN MOJAR			SATURADA			SIN MOJAR			SATURADA			
	Peso del molde(gr.)	7863			7801			7798						
	Volumen de la Muestra(cc.)	2124			2124			2124						
	Muestra Humeda + Molde(gr.)	11956			12155			12083			12252			
	Muestra Humeda(gr.)	4093			4292			4282			4451			
	Densidad Humeda(g/cm3)	1.93			2.02			2.02			2.10			
	CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA													
		MEDIO			MEDIO			MEDIO			MEDIO			
	Peso de la capsula(gr.)	128.70			129.30			129.50			129.80			
	Muestra Humeda + Capsula(gr.)	598.60			625.70			608.30			618.90			
	Muestra Seca + Capsula(gr.)	562.00			567.40			571.10			565.60			
	Muestra Seca(gr.)	433.30			438.10			441.60			435.80			
	Contenido de Agua(gr)	36.60			58.30			37.20			53.30			
	Contenido de Humedad(%)	8.45			13.31			8.42			12.23			
	Densidad Seca(g/cm3)	1.777			1.783			1.859			1.867			
		DIA	HORA	INTERVALO (DIAS)	LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS	%	LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS	%	LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS	%	
MEDICION DE LA EXPANSION		1.00	13:05	0.00	0.7589			0.7258			0.6850			
		2.00	13:02	1.00	0.7691	0.0102	0.2225	0.7331	0.0073	0.1593	0.6901	0.0051	0.1113	
		3.00	13:10	2.00	0.7715	0.0126	0.2749	0.7351	0.0093	0.2029	0.6910	0.0060	0.1309	
		4.00	13:04	3.00	0.7725	0.0136	0.2967	0.7360	0.0102	0.2225	0.6915	0.0065	0.1418	
		5.00	12:58	4.00	0.7735	0.0146	0.3185	0.7365	0.0107	0.2334	0.6920	0.0070	0.1527	
ENSAYO DE PENETRACION		PENETRACION "PULGADA"		CARG. PATRON "MPa"	FACTOR CARGA CBR		FACTOR CARGA CBR		FACTOR CARGA CBR		FACTOR CARGA CBR			
					DIAL	MPa	12	DIAL	MPa	25	DIAL	MPa	56	
					0	0.00		0	0.00		0	0.00		
					0.025	4	0.31		11	0.45		15	0.53	
					0.050	13	0.49		25	0.74		34	0.93	
					0.075	22	0.68		37	0.99		53	1.32	
					0.100	6.90	30	0.84	12.23	49	1.24	17.98	68	1.64
					0.125		42	1.09		61	1.49		81	1.91
					0.150		49	1.24		68	1.64		95	2.21
					0.200	10.3	64	1.56	15.10	83	1.96	18.99	111	2.55
					0.300		81	1.91		105	2.42		136	3.09
				0.400		92	2.15		119	2.72		151	3.41	
				0.500		95	2.21		127	2.90		161	3.63	


 Saul Jose Chipa Cahana
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 193001



PROYECTO	"MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SAN GABRIEL INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, ABANCAY APURÍMAC 2022"				
UBICACIÓN	DIST:	Abancay	ENSAYO	Muestra Natural + 10% de Ceniza	
	PROV:	Abancay	C. B. R.	Humedad Óptima(%)	8.40
	DPTO:	Apurímac		Densidad Seca Máxima(g/cm ³)	1.980
FECHA	Enero, 2022			95% Densidad Seca Máxima(g/cm ³)	1.881



GOLPES	W%	MDS	EXPANS. %	C. B. R. %	C. B. R. 95% - 100%	
12	8.45	1.78	0.32	12.23	C.B.R. - 95%	19.10
25	8.42	1.86	0.23	17.98	C.B.R. - 100%	23.76
56	8.44	1.98	0.15	23.76		





MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SAN GABRIEL
INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, ABANCAY APURÍMAC
2022

Versión: 01
Fecha: ENERO 2022
Página: 51 de 69

Realizado por laboratorio de suelos y concreto CONCHIPA E.I.R.L.

SUELO NATURAL +
15% DE CBCA



Stx
Sant' José Chipa Cahuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 193001



LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

Proyecto: "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SAN GABRIEL INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, ABANCAY APURÍMAC 2022"

Ubicación: Sector: **San Gabriel** Provincia: **Abancay** Fecha: **Enero, 2022**
Distrito: **Abancay** Region: **Apurímac**
Hecho por: Muestreo: **INTERESADO** Material: **Sub Rasante**
Muestra: **SN + 15% CBCA**

Solicitante: **FABIO FABIAN SALAS PALACIOS**

LÍMITES DE CONSISTENCIA

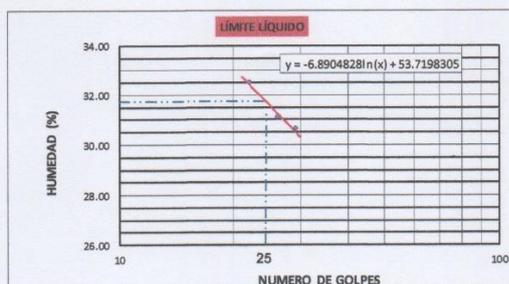
LÍMITE LÍQUIDO

Muestra	1	2	3	4
Nº de Cápsula	1	2	3	
Caps.+ S. húmeda	42.16	42.35	42.71	
Caps.+ S. seco	41.22	41.56	42.07	
Agua	0.94	0.79	0.64	
Peso Cápsula	38.15	39.02	40.10	
Peso S. seco	3.07	2.54	1.97	
% Humedad	30.62	31.10	32.49	
Nº de golpes	29	26	22	

LÍMITE PLÁSTICO

Muestra	1	2	3	4
Nº de Cápsula	1	2	3	
Caps.+ S. húmeda	16.66	16.52	15.47	
Caps.+ S. seco	16.25	15.95	15.15	
Agua	0.41	0.57	0.32	
Peso Cápsula	14.21	13.23	13.58	
Peso S. seco	2.04	2.72	1.57	
% Humedad	20.10	20.96	20.38	

LÍMITE LÍQUIDO	=	31.5 %
LÍMITE PLÁSTICO	=	20.5 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	=	11.1 %



Saul José Chipa Chauana
INGENIERO CIVIL
CIP. 193001



CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 2216

Proyecto: "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SAN GABRIEL INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, ABANCAY APURÍMAC 2022"

Ubicación: Sector: San Gabriel
Distrito: Abancay

Provincia: Abancay
Región: Apurímac

Fecha: Enero, 2022

Hecho por: Muestreo: INTERESADO

Material: **Sub Rasante**
Muestra: SN + 15% CBCA

Solicitante: FABIO FABIAN SALAS PALACIOS

CONTENIDO DE HUMEDAD				
ENSAYO	1	2	3	4
Cápsula Nº	1	2	3	
Peso suelo húmedo + cápsula	612.00			
Peso suelo seco + cápsula	574.00			
Peso del agua	38.00			
Peso de la cápsula	92.00			
Peso neto del suelo seco	482.00			
% de Humedad	7.88			

w (%) Promedio = 7.90

NOTA : El contenido de humedad se determino de una muestra alterada.



HSV
Saul José Chipa Cahuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 193001



MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SAN GABRIEL
INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, ABANCAY APURÍMAC
2022

Versión: 01
Fecha: ENERO 2022

Realizado por laboratorio de suelos y concreto CONCHIPA E.I.R.L.

Página: 54 de 69

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS													
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR).													
ASTM 1833 - 73													
PROYECTO:	"MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SAN GABRIEL INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, ABANCAY APURÍMAC 2022"												
UBICACIÓN:	DIST: Abancay											Muestra Natural + 15% de Ceniza	
	PROV: Abancay											Humedad Óptima (%)	8.80
	DPTO: Apurímac											Densidad Seca Máxima(g/cm3)	1.998
FECHA:	Enero, 2022										95% Densidad Seca Máxima(g/cm3)	1.898	
	DIMENSIONES DE MOLDE			Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	
				15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	
	Nº DE GOLPES POR CAPA			12			25			56			
	CONDICIONES DE LA MUESTRA			SIN MOJAR	SATURADA	SIN MOJAR	SATURADA	SIN MOJAR	SATURADA	SIN MOJAR	SATURADA		
	Peso del molde(gr)			8325		7832		7756					
	Volumen de la Muestra(cc)			2124		2124		2124					
	Muestra Humeda + Molde(gr)			12380	12513	12092	12137	12370	12408				
	Muestra Humeda(gr)			4055	4188	4260	4305	4614	4652				
	Densidad Humeda(g/cm3)			1.91	1.97	2.01	2.03	2.17	2.19				
	CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA			MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO				
	Peso de la capsula(gr)			129.00	128.00	127.00	130.00	130.00	128.00				
	Muestra Humeda + Capsula(gr)			678.00	769.00	678.00	631.00	649.00	756.00				
	Muestra Seca + Capsula(gr)			634.00	701.00	633.00	585.00	607.00	700.00				
	Muestra Seca(gr)			505.00	573.00	506.00	455.00	477.00	572.00				
	Contenido de Agua(gr)			44.00	68.00	45.00	46.00	42.00	56.00				
	Contenido de Humedad(%)			8.71	11.87	8.89	10.11	8.81	9.79				
	Densidad Seca(g/cm3)			1.756	1.763	1.842	1.841	1.997	1.995				
	DIA	HORA	INTERVALO (DIAS)	LECT. DEFOR.	EXPANSIÓN PULGS %		LECT. DEFOR.	EXPANSIÓN PULGS %		LECT. DEFOR.	EXPANSIÓN PULGS %		
MEDICION DE LA EXPANSION	1.00	13:05	0.00	0.1245			0.2615			0.3251			
	2.00	13:02	1.00	0.1274	0.0029	0.0633	0.2638	0.0023	0.0502	0.3267	0.0016	0.0349	
	3.00	13:10	2.00	0.1298	0.0053	0.1156	0.2675	0.0060	0.1309	0.3286	0.0035	0.0764	
	4.00	13:04	3.00	0.1324	0.0079	0.1723	0.3291	0.0676	1.4747	0.3299	0.0048	0.1047	
	5.00	12:58	4.00	0.1362	0.0117	0.2552	0.2706	0.0091	1.985	0.3312	0.0061	0.1331	
ENSAYO DE PENETRACION	PENETRACION "PULGADA"			CARGA PATRON "MPa"			FACTOR CARGA CBR		FACTOR CARGA CBR		FACTOR CARGA CBR		
				DIAL	MPa	12	DIAL	MPa	25	DIAL	MPa	56	
				0	0.00		0	0.00		0	0.00		
				0.025	3	0.29	5	0.33		18	0.60		
				0.050	10	0.43	23	0.70		37	0.99		
				0.075	19	0.62	41	1.07		56	1.39		
			6.90	0.100	27	0.78	11.33	52	1.30	18.89	73	1.74	
				0.125	39	1.03		65	1.58		86	2.02	
				0.150	46	1.18		79	1.87		98	2.28	
			10.3	0.200	61	1.49	14.49	95	2.21	21.47	125	2.85	
				0.300	78	1.85		118	2.70		158	3.57	
			0.400	89	2.08		133	3.02		187	4.20		
			0.500	92	2.15		144	3.26		199	4.46		


Saul José Chipa Cahana
INGENIERO CIVIL
CIP. 193001



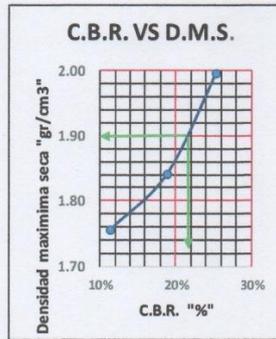
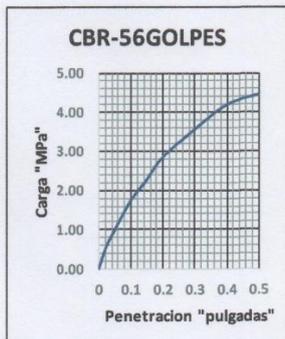
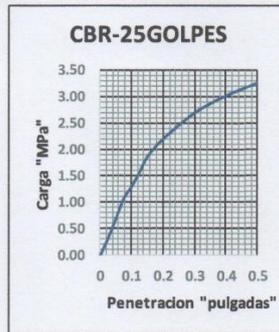
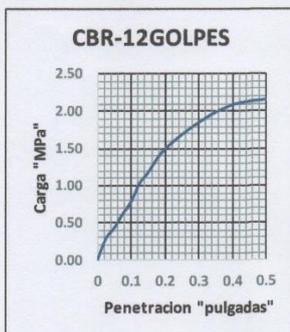
MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SAN GABRIEL
INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, ABANCAY APURÍMAC
2022

Versión: 01
Fecha: ENERO 2022

Realizado por laboratorio de suelos y concreto CONCHIPA E.I.R.L.

Página: 55 de 69

PROYECTO	"MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SAN GABRIEL INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, ABANCAY APURÍMAC 2022"				
UBICACIÓN	DIST:	Abancay	ENSAYO	Muestra Natural + 15% de Ceniza	
	PROV:	Abancay	C.B.R.	Humedad Óptima(%)	8.80
	DPTO:	Apurímac		Densidad Seca Máxima(g/cm3)	1.998
FECHA	Enero, 2022			95% Densidad Seca Máxima(g/cm3)	1.898



GOLPES	W%	MDS	EXPANS. %	C.B.R. %	C.B.R. 95% - 100%
12	8.71	1.76	0.26	11.33	C.B.R. - 95% 21.90
25	8.89	1.84	0.20	18.89	C.B.R. - 100% 25.29
56	8.81	2.00	0.13	25.29	



Jose Chipa Calvarana
Jose Chipa Calvarana
INGENIERO CIVIL
CIP. 193001

CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN



MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SAN GABRIEL,
INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, ABANCAY APURÍMAC
2022

Versión: 01
Fecha: ENERO 2022
Página: 58 de 69

Realizado por laboratorio de suelos y concreto CONCHIPA E.I.R.L.



No.

CERTIFICADO DE CALIBRACION 120-2021 PLF

OBJETO DE PRUEBA:	MÁQUINA PARA ENSAYOS MARSHALL Y CBR CON ANILLO	
Capacidad	43,988 kN	Pág. 1 de 5
FABRICANTE	PINZUAR LTDA	
Modelo	PS-9	
Serie / Código Interno	118 / NO INDICA	
Ubicación de la máquina	Laboratorio de Ensayos CONCHIPA EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADO, APURIMAC	
Norma de referencia	NTC - ISO 7500 - 1 (2007 - 07 - 25)	
Intervalo calibrado	Del 10 % al 100 %	
Solicitante	CONCHIPA EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADO	
Dirección	PRO. ARICA NRO. SN (EQUINA CTDO PUERTA ROJA, FT TIENDA) APURIMAC - ABANCAY - ABANCAY	
Ciudad	APURIMAC	
PATRONES) UTILIZADO(S)		
Tipo / Modelo	620 / 110	
Rangos	50 kN	
Fabricante	TEDEA	
No. serie	14711	
Certificado de calibración	IRM 2125	
Incertidumbre de medida	0.097 %	
Método de calibración	Comparación Directa	
Unidades de medida	Sistema Internacional de Unidades (SI)	
FECHA DE CALIBRACIÓN	2021 - 11 - 05	
FECHA DE EXPEDICIÓN	2021 - 11 - 08	

NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS
Number of pages of this certificate and documents attached

FIRMAS AUTORIZADAS
Authorized Signatures

Fis. Harold Jackson Ortueta Cj
Coordinador Laboratorio de Metrología

Tec. Elva Quinto Guiza
Técnico de Calibración

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Calle Ricardo Palma 9 998 Urbanización San Joaquín | Bellavista - Calleó | Teléfono: 51(1) 5621263 - 4641908 | Lima, Perú | peru.laboratorio@pinzuar.com.pe
peru.comercial@pinzuar.com.pe | www.pinzuar.com.pe

Saul José Chipa Cahuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 193001



MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SAN GABRIEL
INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, ABANCAY APURÍMAC
2022

Realizado por laboratorio de suelos y concreto CONCHIPA E.I.R.L.

Versión: 01
Fecha: ENERO 2022
Página: 02 de 69



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0141-018-2022

Página 1 de 5

Fecha de emisión 2022/01/10
Solicitante CONCHIPA EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADO
Dirección PRO.ARICA NRD. SN (EQUINA CTDO PUERTA ROJA, FT TIENDA) APURIMAC - ABANCAY - ABANCAY
Instrumento de medición HORNO DE LABORATORIO
Identificación 0141-018-2022
Marca ARSOU
Modelo HR701
Serie 400215
Cámara 85 Litros
Ventilación NATURAL
Prímetro THOLZ
Modelo NO INDICA
Procedencia PERÚ
Lugar de calibración Laboratorio de ARSOU GROUP
Fecha de calibración 2022/01/10
Método/Procedimiento de calibración
- SNM - PC-618 2da Ed. 2009 - Procedimiento para la calibración de medios isotermos con aire como medio termostático. INACAL.
- ASTM D 2216, MITC E 108 - Método de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento, recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arvelo Carrica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 795 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



José Chipa Calveana
INGENIERO CIVIL
CIP. 193001



MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL SAN GABRIEL
INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, ABANCAY APURÍMAC
2022

Realizado por laboratorio de suelos y concreto CONCHIPA E.I.R.L.

Versión: 01
Fecha: ENERO 2022

Página: 67 de 69



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 220-014-2022

Página 1 de 3

Arso Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2022/01/10
Solicitante CONTROL DE CALIDAD ALMATHO E.I.R.L.
Dirección PROGRESO NRO. 167 SAN GREGORIO - LIMA - ATE

Instrumento de medición **BALANZA**
Identificación 220-014-2022
Intervalo de indicación 0 g a 30000 g
División de escala 1 g
Resolución
División de verificación (e) 1 g
Tipo de indicación Digital
Marca / Fabricante OHAUS
Modelo R21PE30ZH
N° de serie 8349380656
Procedencia USA
Ubicación LABORATORIO DE ARSOU GROUP S.A.C.
Lugar de calibración ASOC. DE VIV. LAS FLORES DE SAN DIEGO MZ C LOTE 01 - SAN MARTIN DE PORRES
Fecha de calibración 2021/01/10

Método/Procedimiento de calibración
"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrología Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)"

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arriaga Cárlica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.
Mza. E Lote 2 Urb. La virreyana, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com



Ing. José Chipa Caluana
INGENIERO CIVIL
CIP. 193001

ANEXO 05: PANEL FOTOGRÁFICO



Calicata c-3 ubicada en el sector de pachachaca de 1.2*1.0*1.50m de profundidad



Cuarteo de la muestra de suelo de la C-3



Lavado de muestra C-3 para realizar la granulometría.



Tamizado de ceniza de bagazo de caña para realizar la granulometría y posteriormente el mezclado con la muestra natural, en 5%, 10% y 15% de CBCA.



Mezclado de muestra patrón con adición de ceniza de bagazo de caña