



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Utilización de ceniza de bagazo de caña de azúcar en
estabilización de subrasantes, Jibito - Miguel Checa - Sullana
2021**

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

AUTORES:

Cheros Garcia Laritza Faet (ORCID: 0000-0002-5231-6723)

Garcia Castillo Christopher Jack (ORCID: 0000-0002-1147-7977)

ASESOR:

Dr. Solar Jara, Miguel Ángel (ORCID: 0000-0002-1180-013X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

Piura – Perú

2021

DEDICATORIA

La presente tesis, la dedicamos a Dios Todopoderoso, quién nos ha guiado por el camino del bien, otorgándonos la fortaleza y la sabiduría para superar los obstáculos que se nos presentaban.

A nuestros padres, por ser los principales promotores de nuestros sueños, por ser los pilares fundamentales en nuestra formación como profesionales, por brindarnos los consejos, la oportunidad, la confianza para lograrlo.

A nuestras parejas por su esfuerzo, sacrificio y comprensión, quienes han estado a nuestro lado apoyándonos para que pudiéramos culminar esta tesis.

A nuestros abuelos por estar siempre en los momentos importantes de nuestra vida, por compartir y guiar nuestros pasos cuando más los necesitábamos.

A los docentes que contribuyeron a nuestra formación profesional con su experticia, sus conocimientos y asesoría a lo largo de nuestra carrera profesional.

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a Dios por permitir estar en este mundo y poder gozar de su magnífica creación.

Gracias a nuestros padres, gracias a ellos hemos alcanzado una de las metas más importantes y hemos llegado a convertirnos en lo que somos.

A los docentes, por sus enseñanzas, sus conocimientos rigurosos y precisos, gracias por compartir sus conocimientos de manera profesional e invaluable, por su dedicación perseverancia y tolerancia.

Índice de contenidos

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEORICO:.....	4
III. MÉTODO.....	13
3.1. Tipo y Diseño de investigación	13
3.2. Variables y operacionalización	13
3.3. Población, muestra y muestreo	14
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	14
3.5. Procedimientos	15
3.6. Método de análisis de datos	16
3.7. Aspectos éticos.....	17
IV. RESULTADOS	18
V. DISCUSIÓN.....	38
VI. CONCLUSIONES.....	41
VII. RECOMENDACIONES	42
REFERENCIAS.....	43
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación de suelos de acuerdo al tamaño del agregado que lo compone.....	9
Tabla 2. Clasificación de suelos de acuerdo a su plasticidad	9
Tabla 3. Clasificación de suelos SUCS.....	10
Tabla 4. Clasificación de suelos AASHTO	11
Tabla 5. Calidad de subrasante según CBR.....	12
Tabla 6. Ubicación de calicatas de extracción de muestras – Centro Poblado Jibito, distrito de Miguel Checa, Sullana.....	15
Tabla 7. Resultados de Análisis Granulométrico – Suelo patrón.....	18
Tabla 8. Resultados de límites de Atterberg de suelo patrón.....	20
Tabla 9. Resultados de Proctor Modificado de muestras de suelo patrón.....	21
Tabla 10. Resultados de California Bearing Ratio (CBR a 1”) de muestras de suelo patrón.....	23
Tabla 11. Resultados de Análisis Granulométrico de muestras con adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar	24
Tabla 12. Resultados de límites de Atterberg de muestras con adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar.....	27
Tabla 13. Resultados de Proctor Modificado de muestras con adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar	30
Tabla 14. Resultados de California Bearing Ratio (CBR a 1”) de muestras con adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar	34
Tabla 15. Análisis gráfico comparativo - CBR.....	36

Índice de figuras

Figura 1: Ubicación de calicatas – Centro Poblado Jibito, distrito de Miguel Checa, Sullana	16
Figura 2. Curva granulométrica muestra C-1 (subrasante patrón) – Centro Poblado Jibito, distrito de Miguel Checa, Sullana. (Fuente: Estudio de mecánica de suelos)	18
Figura 3. Curva granulométrica muestra C-2 (subrasante patrón) – Centro Poblado Jibito, distrito de Miguel Checa, Sullana. (Fuente: Estudio de mecánica de suelos)	19
Figura 4. Límites de consistencia C-1 (subrasante patrón) – Centro Poblado Jibito, distrito de Miguel Checa, Sullana. (Fuente: Estudio de mecánica de suelos)	20
Figura 5. Límites de consistencia C-2 (subrasante patrón) – Centro Poblado Jibito, distrito de Miguel Checa, Sullana. (Fuente: Estudio de mecánica de suelos)	21
Figura 6. Proctor modificado C-1 (subrasante patrón) – Centro Poblado Jibito, distrito de Miguel Checa, Sullana. (Fuente: Estudio de mecánica de suelos)	22
Figura 7. Proctor modificado C-2 (subrasante patrón) – Centro Poblado Jibito, distrito de Miguel Checa, Sullana. (Fuente: Estudio de mecánica de suelos)	22
Figura 8. A la izquierda: CBR de C-1 (subrasante patrón). A la derecha: CBR de C-2 (subrasante patrón) – Centro Poblado Jibito, distrito de Miguel Checa, Sullana. (Fuente: Estudio de mecánica de suelos)	23
Figura 9. Curva granulométrica muestra C-1 + 15% de CBCA – Centro Poblado Jibito, distrito de Miguel Checa, Sullana. (Fuente: Estudio de mecánica de suelos)	25
Figura 10. Curva granulométrica muestra C-1 + 20% de CBCA – Centro Poblado Jibito, distrito de Miguel Checa, Sullana. (Fuente: Estudio de mecánica de suelos)	25
Figura 11. Curva granulométrica muestra C-2 + 15% de CBCA – Centro Poblado Jibito, distrito de Miguel Checa, Sullana. (Fuente: Estudio de mecánica de suelos)	26

Figura 12. Curva granulométrica muestra C-2 + 20% de CBCA – Centro Poblado Jibito, distrito de Miguel Checa, Sullana. (Fuente: Estudio de mecánica de suelos)	26
Figura 13. Límites de consistencia muestra C-1 + 15% de CBCA – Centro Poblado Jibito, distrito de Miguel Checa, Sullana. (Fuente: Estudio de mecánica de suelos)	28
Figura 14. Límites de consistencia muestra C-1 + 20% de CBCA – Centro Poblado Jibito, distrito de Miguel Checa, Sullana. (Fuente: Estudio de mecánica de suelos)	28
Figura 15. Límites de consistencia muestra C-2 + 15% de CBCA – Centro Poblado Jibito, distrito de Miguel Checa, Sullana. (Fuente: Estudio de mecánica de suelos)	29
Figura 16. Límites de consistencia muestra C-2 + 20% de CBCA – Centro Poblado Jibito, distrito de Miguel Checa, Sullana. (Fuente: Estudio de mecánica de suelos)	29
Figura 17. Proctor modificado muestra C-1 + 15% de CBCA – Centro Poblado Jibito, distrito de Miguel Checa, Sullana. (Fuente: Estudio de mecánica de suelos)	31
Figura 18. Proctor modificado muestra C-1 + 20% de CBCA – Centro Poblado Jibito, distrito de Miguel Checa, Sullana. (Fuente: Estudio de mecánica de suelos)	31
Figura 19. Proctor modificado muestra C-2 + 15% de CBCA – Centro Poblado Jibito, distrito de Miguel Checa, Sullana. (Fuente: Estudio de mecánica de suelos)	32
Figura 20. Proctor modificado muestra C-2 + 20% de CBCA – Centro Poblado Jibito, distrito de Miguel Checa, Sullana. (Fuente: Estudio de mecánica de suelos)	32
Figura 21. A la izquierda: CBR de muestra C-1 + 15% de CBCA. A la derecha: CBR de muestra C-1 + 20% de CBCA – Centro Poblado Jibito, distrito de Miguel Checa, Sullana. (Fuente: Estudio de mecánica de suelos)	35
Figura 22. A la izquierda: CBR de muestra C-2 + 15% de CBCA. A la derecha: CBR de muestra C-2 + 20% de CBCA – Centro Poblado Jibito, distrito de Miguel Checa, Sullana. (Fuente: Estudio de mecánica de suelos)	36

Figura 23. Análisis gráfico comparativo – valores de CBR – Centro Poblado Jibito, distrito de Miguel Checa, Sullana. (Fuente: Estudio de mecánica de suelos) 37

RESUMEN

Este estudio tuvo como objetivo principal determinar la influencia del uso de ceniza de bagazo de caña de azúcar en la estabilización de subrasantes en el centro poblado de Jibito, distrito de Miguel Checa, provincia de Sullana. Este estudio es de enfoque cuantitativo, de tipo básico, y de diseño cuasi experimental. La población estuvo conformada por la subrasante de la totalidad de la superficie del Centro Poblado Jibito, distrito de Miguel Checa, provincia de Sullana 2021, y se trabajó una muestra no probabilística e intencional consistente en dos calicatas cavada al azar y entre 500m de equidistancia. Se empleó la técnica de la observación y el análisis documental, y como instrumento de investigación se emplearon las fichas producto de los ensayos de caracterización de suelos (Análisis granulométrico, Límites de Consistencia, Proctor Modificado y CBR) las cuales se aplicaron a las muestras de suelos patrón y a las muestras con los porcentajes de adición de 15% y 20% de ceniza de bagazo de caña de azúcar. Se encontró que de la calicata 1 se obtuvo suelo GW y con la adición del 15% de ceniza el CBR aumentó 13.06%, pero con la adición del 20% de ceniza el CBR aumentó solo 3.24%. De la calicata 2 se obtuvo suelo SM-SP, y con la adición del 15% de ceniza el CBR aumentó 9.90%, pero con la adición del 20% de ceniza el CBR aumentó solo 4.37%. Se concluye que la ceniza de bagazo de caña de azúcar influye en la estabilización de subrasantes.

Palabras Clave: Ceniza de bagazo de caña de azúcar, estabilización de subrasantes, suelos.

ABSTRACT

The main objective of this study was to determine the influence of the use of sugar cane bagasse ash in the stabilization of subgrade in the town of Jibito, district of Miguel Checa, province of Sullana. This study has a quantitative approach, basic type, and quasi-experimental design. The population consisted of the subgrade of the entire surface of the Jibito population center, district of Miguel Checa, province of Sullana 2021, and a non-probabilistic and intentional sample consisting of two pits dug at random and between 500m of equidistance was used. The technique of observation and documentary analysis was used, and as a research instrument, the data sheets resulting from the soil characterization tests (Granulometric Analysis, Consistency Limits, Modified Proctor and CBR) were used, which were applied to the standard soil samples and to the samples with the addition percentages of 15% and 20% of sugar cane bagasse ash. It was found that from test pit 1, GW soil was obtained and with the addition of 15% ash the CBR increased 13.06%, but with the addition of 20% ash the CBR increased only 3.24%. From test pit 2, SM-SP soil was obtained, and with the addition of 15% ash the CBR increased 9.90%, but with the addition of 20% ash the CBR increased only 4.37%. It is concluded that sugar cane bagasse ash has an influence on the stabilization of subgrades.

Keywords: Sugarcane bagasse ash, subgrade stabilization, soils.

I. INTRODUCCIÓN

En proyectos viales - específicamente en carreteras - es muy importante conocer las características de los suelos ya que de ellos se extraen los materiales que conformarán los terraplenes. Cuando los suelos son considerados malos o no cumplen con las condiciones mínimas de calidad que exigen los proyectos viales, las futuras construcciones que se realizan encima de ella se verán seriamente afectadas y su desempeño y vida útil de servicio se reducirá drásticamente. Para estos casos, diferentes especialistas y normativas tanto nacionales como el Reglamento Nacional de Edificaciones (2007) e internacionales como Fernández (1982), Juárez & Inzunza (2011) y Jofre et al (2008) recomiendan como solución recurrir a métodos de mejoramiento de suelos. La deformación de suelos debido a su baja calidad es un problema que afecta a diferentes vías de la provincia de Sullana, especialmente a aquellos que se encuentran en zonas periféricas de la ciudad: presentan subrasantes inestables, de baja capacidad portante y con el constante paso de vehículos de diferente tipo se comienzan a visualizar las ondulaciones y deformaciones en la superficie de rodadura que interrumpen el confort que debe ofrecer una carretera, reducen velocidades, comprometen los tiempos de viaje, dañan los vehículos y hasta podrían ser causa probable de accidentes.

En el centro poblado de Jíbito; mismo que se ubica en el distrito de Miguel Checa y por donde cruza la carretera que conecta las ciudades de Paita y Sullana, no se presenta pavimentación en la mayoría de sus calles, estando solo a nivel de subrasante. Es necesario conocer la calidad de suelo en donde se proyectarán estas estructuras y a su vez realizar estudios que contribuyan a brindar alternativas eco amigables para estabilización de suelos utilizando materia prima que se produzca en la localidad. En el distrito de Miguel Checa existen empresas agrícolas que cultivan y producen grandes hectáreas de caña de azúcar donde el bagazo es incinerado y no aprovechado. La ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) es un residuo producto de la combustión del bagazo de la caña ya procesada (Siddique & Cachim, 2018), y con lo expuesto anteriormente es que surgió la idea de utilizar la CBCA como estabilizante de

subrasantes para el centro poblado de Jíbito; dado que actualmente existen muchas investigaciones que comprueban la efectividad de este tipo de ceniza como material estabilizante. Ante ello, surge como problema general ¿Como influye el uso de CBCA en la estabilización de subrasantes del centro poblado de Jibito, distrito de Miguel Checa, provincia de Sullana 2021? Como problemas específicos se plantean: ¿Cómo será las propiedades físico-mecánicas de la subrasante patrón (Pre test) en el centro poblado de Jibito, distrito de Miguel Checa, provincia de Sullana? ¿Cómo será las propiedades físico-mecánicas de la subrasante estabilizada con CBCA (Postest) en el centro poblado de Jibito, distrito de Miguel Checa, provincia de Sullana? Y ¿Cómo será el análisis comparativo de las propiedades físico mecánicas de la subrasante patrón vs la subrasante estabilizada con CBCA en el centro poblado de Jibito, distrito de Miguel Checa, provincia de Sullana?

Para solucionar este problema, se plantea como objetivo general determinar la influencia del uso de CBCA en la estabilización de subrasantes en el centro poblado de Jibito, distrito de Miguel Checa, provincia de Sullana; y como objetivos específicos se plantea realizar los ensayos para determinar las propiedades físico-mecánicas de la subrasante patrón (Pre test) en el centro poblado de Jibito, distrito de Miguel Checa, provincia de Sullana, realizar los ensayos para determinar las propiedades físico mecánicas de la subrasante estabilizada con CBCA (Pos test) en el centro poblado de Jibito, distrito de Miguel Checa, provincia de Sullana, y realizar el análisis comparativo de las propiedades físico mecánicas de la subrasante patrón vs la subrasante estabilizada con CBCA en el centro poblado de Jibito, distrito de Miguel Checa, provincia de Sullana.

La hipótesis general planteada fue: el uso de CBCA influye significativamente en la estabilización de subrasantes en el centro poblado de Jibito, distrito de Miguel Checa, provincia de Sullana. Las hipótesis específicas fueron: Es posible determinar las propiedades físico-mecánicas de la subrasante patrón (Pre test) en el centro poblado de Jibito, distrito de Miguel Checa, provincia de Sullana, es posible determinar las propiedades físico mecánicas de la subrasante estabilizada con CBCA (Pos test) en el centro poblado de Jibito,

distrito de Miguel Checa, provincia de Sullana, y es posible realizar el análisis comparativo de las propiedades físico mecánicas de la subrasante patrón vs la subrasante estabilizada con CBCA en el centro poblado de Jibito, distrito de Miguel Checa, provincia de Sullana.

Esta investigación es importante porque contribuye a brindar una alternativa de bajo costo y ecológica en cuanto a estabilización de suelos; teniendo en cuenta que la mayoría de caminos del centro poblado de Jíbito se encuentran próximos a pavimentar, y que asimismo en este sector existen empresas agrícolas que tienen grandes hectáreas de cultivo de caña de azúcar, y que bien sus cenizas pueden ser empleadas como estabilizantes naturales. La investigación permitió conocer cómo es que la CBCA influye en el comportamiento del suelo, y logra su función como estabilizante de subrasantes, lo cual le da una justificación práctica, ya que sus resultados contribuyen de alguna u otra manera a mejorar la realidad problemática que se describe en el ámbito de estudio. Además de ello, al ser una alternativa considerada ecológica, le brinda una justificación ambiental y social ya que mitiga el efecto del impacto ambiental de la quema descontrolada de caña de azúcar. Los procedimientos empleados en este estudio podrán ser empleados por profesionales o futuros investigadores que quieran estudiar el uso de la CBCA como estabilizante de subrasantes, razón por la cual la presente investigación tiene justificación metodológica.

II. MARCO TEÓRICO:

En el ámbito internacional se presentan los siguientes antecedentes: Rincon & Cortes (2020) en Colombia realizaron una investigación titulada “Análisis de la resistencia a la compresión confinada y CBR de un afirmado estabilizado con ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal” teniendo como objetivo estudiar el comportamiento de un suelo de tipo afirmado al cual se le adicionó ceniza de bagazo de caña y también cal en diferentes proporciones con la finalidad de estabilizarlo, analizando características como el *California Bearing Ratio* CBR y la resistencia a la compresión. El estudio fue de enfoque cuantitativo y de diseño experimental donde se hicieron estudios para la caracterización de suelos a las diferentes muestras y en diferentes porcentajes de adición de ceniza. Los resultados obtenidos mostraron que mezclar una muestra de la subrasante con una proporción de CBCA logra aumentar satisfactoriamente el valor de CBR hasta en un 42% siendo el diseño de mezcla del 12% de ceniza el valor óptimo, comprobando asimismo que posterior al 12% de adición la capacidad de soporte CBR disminuye. Concluyeron que emplear este tipo de ceniza como un insumo para estabilizar suelos se constituye una excelente alternativa, ya que es económica, técnicamente factible y contribuye asimismo a controlar el problema de contaminación cuando esta ceniza es almacenada o esparcida en el medio ambiente.

Bonilla, Jiménez y Paramo (2019) en Colombia realizaron una investigación titulada “Estudio del comportamiento de las condiciones mecánicas del material granular tipo afirmado con adición de cemento portland y ceniza de bagazo de caña (CBCA)” teniendo como objetivo estudiar como la CBCA influye en las características originales de un suelo granular, precisamente en sus condiciones mecánicas y así comprobar la efectividad de este material como estabilizante. El estudio fue de enfoque cuantitativo y de diseño experimental en donde se realizaron ensayos de suelos como compactación AASHTO estándar y CBR a las diferentes muestras de suelos las cuales tuvieron porcentajes de adición de estabilizante en un 5%, 15% y 25%; siendo este tipo de ceniza y el cemento portland los materiales conformantes del material estabilizante. Los resultados obtenidos mostraron que emplear ceniza mezclada con cemento

portland como estabilizante de suelos aumenta la capacidad de soporte del mismo, siendo la proporción 25% de CBCA y 75% de cemento la mezcla más representativa. Concluyeron que emplear la mezcla propuesta en el estudio es una muy buena alternativa de estabilización.

Ojeda, Mendoza & Baltazar (2018) en México realizaron una investigación titulada “Influencia de la inclusión de ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre la compactación, CBR y resistencia a la compresión simple de un material granular tipo subrasante” teniendo como objetivo estudiar la influencia que tiene emplear CBCA mezclada con cemento para fines de estabilización de suelos arenosos, estudiando variaciones en el comportamiento del suelo en parámetros como proctor, y CBR para lo cual planteó como metodología un estudio de enfoque cuantitativo y de diseño experimental, y tuvo como resultados que el diseño 25% de ceniza mezclada con cemento mostró el mejor desempeño en los diferentes ensayos realizados como proctor y CBR, teniendo inclusive un comportamiento similar al suelo que tiene únicamente adición de cemento, permitiendo concluir que es factible emplear esta clase de ceniza como material estabilizante de suelos.

Entre los antecedentes nacionales citados se presenta: Aquino (2020) en La Libertad realizó una investigación titulada “Estabilización de suelos con ceniza de bagazo de caña de azúcar para su uso en subrasantes en el distrito de Laredo - Trujillo, La Libertad 2018” con el objetivo de estudiar el impacto que tiene adicionar CBCA en una muestra de subrasante del distrito de Laredo en Trujillo, con la idea que funcione como estabilizante para lo cual, planteó una investigación de enfoque cuantitativo experimental obteniendo como resultados que la adicción de esta clase de ceniza en proporciones del 5%, 10%, 15% a las muestras de suelo natural lograron mejorar propiedades geotécnicas como máxima densidad seca, contenido de humedad óptimo, plasticidad, y CBR, cumpliendo con los lineamientos mínimos establecidos por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC. Concluyó que existe impacto de la adición de esta clase de ceniza en las cualidades geotécnicas de la subrasante, por lo que este residuo puede ser empleado en la estabilización de subrasantes.

Lujerio (2018) en Ancash realizó una investigación titulada “Efecto de la adición de un 4% de cemento y 1% de ceniza de bagazo de caña de azúcar en la estabilización de los suelos en la carretera de Cantú-Illuaraz” con el propósito de evaluar el efecto que tiene adicionar una mezcla conformada por 1% de CBCA y 4% de cemento en las propiedades mecánicas de una muestra de suelo natural extraída de la carretera de Cantú-Huaraz, y corroborar si esta mezcla puzolánica puede ser empleada como estabilizador de subrasantes. El estudio fue experimental, de enfoque cuantitativo. Se realizaron como parte del estudio, estudios para la caracterización de suelos como el análisis de granulometría, evaluación de los límites de consistencia, CBR y compactación proctor modificado, llegando a la conclusión que hubo diferencia notable tras los ensayos de CBR al 95% aplicados entre el suelo natural (20%), el suelo combinado con la mezcla del 4% de cemento + 1% de ceniza por lo que se pudo comprobar el efecto de la adición de cemento y esta clase de ceniza sobre las características y comportamiento del suelo natural.

Terrones (2018) en La Libertad realizó una investigación titulada “Estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de bagazo de caña para el mejoramiento de subrasante en el sector Barraza, Trujillo - 2018” con el objetivo de estabilizar con CBCA un suelo conformado por arcilla y limo ubicado en el camino de ingreso al sector de Barraza en el distrito de Trujillo, planteando un estudio de enfoque cuantitativo y experimental, hallando como principal resultado que mezclar un 15% de ceniza y un 85% de muestra extraída del mencionado suelo, y ensayar posteriormente a este diseño se logra cumplir con los valores mínimos de parámetros geomecánicos establecidos en la normativa del MTC, tales como contenido de humedad óptimo, máxima densidad seca y CBR. Concluyó que es posible emplear CBCA como estabilizante de suelos, y recomienda su uso ya que reduce considerablemente los costos, mantenimiento e impacto ambiental.

Como antecedentes locales se presenta: Neyra (2020) quien en Piura realizó una investigación titulada “Efecto de la incorporación de las cenizas de caña de azúcar en subrasantes areno-limosas” con la finalidad de evaluar cómo influye aplicar CBCA en las características físico y mecánicas de un suelo

arenoso limoso, y corroborar la eficacia de este residuo industrial para su uso en estabilización de suelos. El estudio fue experimental, de enfoque cuantitativo, realizó ensayos de caracterización de suelos con parámetros como Proctor modificado y CBR obteniendo como resultados que este tipo de ceniza empleada en los diseños de mezcla con suelos arenosos y limosos reduce los valores de máxima densidad seca. Concluye que, si bien adicionar este tipo de ceniza al suelo natural mejora su cohesión, no es recomendable realizar diseños de mezcla con cantidades superiores al 10% siempre y cuando este se combine con un 2% de cemento, dado que se evidenció una disminución considerablemente de los valores de CBR.

Ramal, Raymundo y Chávez (2020) en Piura realizaron una investigación titulada “Materiales alternativos para estabilizar suelos: el uso de ceniza de cáscara de arroz en vías de bajo tránsito de Piura” con la finalidad de ofrecer un material alternativo, ecológico y de bajo costo, proponiendo a la ceniza de cáscara de arroz como un residuo industrial altamente efectivo para estabilizar suelos, planteando un estudio descriptivo y corroborando así mismo los beneficios ambientales que se podrían llegar a tener si se utiliza este material que es altamente generado en varias zonas agrícolas de la región dado que es una zona arrocera, concluyendo también que este residuo es altamente efectivo en estabilización de suelos, mejorando la capacidad de resistencia y el CBR, lo que ofrece una nueva alternativa que puede ser utilizada para propósitos de ingeniería civil.

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) es el mayor cultivo por cantidad de producción en el mundo (Siddique & Cachim, 2018). Según el INEI (1997), en el Perú este producto es cultivado por el 13% de productores agropecuarios independientes del país, siendo el 28.6% de ellos en la Costa, 16.3% en la Sierra y 7.3% en la selva. La producción de este producto implica a su vez que se obtendrá una importante cantidad de bagazo húmedo, por lo que es importante establecer políticas de manejo y gestión medioambiental de estos residuos. Siddique y Cachim (2018) indican que la combustión de este bagazo es una de las prácticas más comunes, lo que resulta en la producción de un subproducto adicional, la “CBCA” o abreviado CBCA, el cual es un residuo

abundante de la industria del azúcar y del etanol cuyo empleo en materiales de construcción ofrece una solución prometedora para el reciclaje y la gestión superior de este tipo de residuos (Qing, Tao, San-Ji, Zhengxian, & Nengsen, 2019). La composición química y mineralógica de la ceniza, lo convierte en un potencial material complementario en las mezclas de cemento y también en los aglutinantes geopoliméricos (Muñoz, King, & Montenegro, 2016). La finura, la cristalinidad y la presencia de partículas no quemadas son cruciales para el desarrollo de la reactividad puzolánica y para tener un buen rendimiento mecánico.

La estabilización de suelos según Winterkorn y Sibel (1991) se refiere a la aplicación de métodos físicos, químicos, mecánicos o biológicos aplicados a los suelos en su estado natural para modificar sus propiedades y utilizados con fines de ingeniería, lo cual coincide con lo dicho por Akbar et al (2017) quienes indican que la estabilización del suelo es un método con el que se mejora la geotecnia del suelo al recurrir a la mezcla de otros materiales. El MTC (2013) lo define como una mejora en las características del suelo consideradas inadecuadas o malas mediante la adición o combinación de insumos artificiales o naturales como cemento, cal, asfalto, entre otros, para ofrecer una mejor resistencia. Para ser utilizado como subrasantes, el MTC menciona que el valor de CBR de un suelo debe ser superior a 6%; caso contrario se debe utilizar un estudio de estabilización, mejora o reemplazo.

Para saber cuáles son las propiedades físicas, mecánicas y químicas de un determinado suelo, se recurre a estudios descriptivos de las propiedades del suelo. Los estudios de suelos implican la extracción de muestras de unos pozos perforados en el suelo a una profundidad de al menos 1,50 m denominadas calicatas, y sus posteriores pruebas de laboratorio. Estas calicatas se deben ubicar a una distancia de 250m a 2km entre sí. Según el MTC (2013), algunas de las propiedades fundamentales que se deben conocer de un suelo son las siguientes:

Granulometría; es la caracterización del agregado que compone el suelo según su tamaño, tamizados y agrupados por porcentaje (

Tabla 1).

Tabla 1. *Granulometría de suelos y clasificación*

Tipo de Material		Tamaño de partículas
Grava		75 mm – 4.75 mm
Arena		Gruesa: 4.75mm – 2.00mm
		Media: 2.00mm – 0.425mm
		Fina: 0.425mm – 0.075mm
Material fino	Limo	0.075mm – 0.005mm
	Arcilla	Por debajo de 0.005mm

Fuente: Manual de Carreteras 2013

Plasticidad: es una característica del suelo que le permite saturarse de humedad sin llegar a perder estabilidad. Esta propiedad se define con los límites de consistencia o Atterberg, que miden la cohesión de acuerdo al contenido de humedad óptimo, estableciendo un nivel de sensibilidad al suelo. Estos límites son: el límite líquido (LL), el límite plástico (LP) y el límite de contracción (LC), con los que una vez conociendo sus valores se puede determinar el índice de plasticidad (IP). Según su plasticidad, los suelos se clasifican desde suelos exentos de arcilla hasta suelos muy arcillosos (Tabla 2).

Tabla 2. *Plasticidad del suelo y clasificación*

índice de Plasticidad	Plasticidad	Característica
$IP > 20$	Alta	Suelos muy arcillosos
$7 < IP \leq 20$	Media	Suelos arcillosos
$IP < 7$	Baja	Suelos poco arcillosos plasticidad
$IP = 0$	No Plástico (NP)	Suelos exentos de arcilla

Fuente: Manual de Carreteras 2013

Proctor modificado: lo que este ensayo permite conocer es la máxima densidad seca (MDS) y el contenido óptimo de humedad (COH), valores que son necesarios para obtener el CBR.

Clasificación de suelos: Existen dos tipos o sistemas de clasificación ampliamente utilizados para este propósito, los cuales son la clasificación SUCS (Tabla 3) y la clasificación AASHTO (Tabla 4).

Tabla 3. *Clasificación de suelos SUCS*

Divisiones Mayores		Símbolo del grupo	Nombre del grupo	
Suelos granulares gruesos el 50% o más se retuvo en el tamiz n°200 (0.075 mm)	Grava < 50% de la fracción gruesa que pasa el tamiz n.° 4 (4.75 mm)	grava limpia menos del 5% pasa el tamiz n°200	GW Grava bien graduada, grava fina a gruesa	
		grava con más de 12% de finos pasantes del tamiz n° 200	GP Grava pobremente graduada	
		grava con más de 12% de finos pasantes del tamiz n° 200	GM Grava limosa	
		grava con más de 12% de finos pasantes del tamiz n° 200	GC Grava arcillosa	
		Arena limpia menos del 5% pasa el tamiz n°200	SW Arena fina a gruesa.	
		Arena > 50% de la fracción gruesa que pasa el tamiz n.° 4	SP Arena pobremente graduada	
		Arena con más de 12% de finos pasantes del tamiz n° 200	SM Arena limosa	
		Arena con más de 12% de finos pasantes del tamiz n° 200	SC Arena arcillosa	
	Suelos de grano fino más del 50% de la muestra pasa el tamiz No.200 (0.075 mm)	Limos y arcillas límite líquido < 50	inorgánico	ML limo
			orgánico	CL arcilla
		orgánico	OL Limo orgánico, arcilla orgánica	
Limos y arcillas límite líquido > 50		inorgánico	MH limo de alta plasticidad, limo elástico	
Suelos altamente orgánicos		orgánico	CH Arcilla de alta plasticidad	
		orgánico	OH Arcilla orgánica, Limo orgánico	
			Pt turba	

Fuente: (American Society for Testing and Materials, 1985)

Tabla 4. Clasificación de suelos AASHTO

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos pasa el tamiz #200)							Materiales limo arcillosos (más de 35% pasa el tamiz #200)					
	A-1	A-1-a	A-1-b	A-3 ^A	A-2	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7	A-4	A-5	A-6	A-7
Clasificación de grupo											A-7-5	A-7-6	
Tamizado, % que pasa													
No. 10 (2.00mm)	50 máx.												
No. 40 (425 pm)	30 máx.	50 máx.	51 mín.										
No. 200 (75pm)	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.			
Consistencia													
Límite líquido				B				40 máx.			41 mín. máx.	40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidad	6 máx.		N.P.	B			10 máx.			10 máx.	11 mín. mín. ^B		
Tipos de materiales característicos	Cantos, grava y arenas		Arena fina	Grava y arena limo arcillosas				Suelos limosos			Suelos arcillosos		
Calificación	Excelente a bueno							Regular a malo					

^A La colocación de A3 antes de A2 en el proceso de eliminación de izquierda a derecha no necesariamente indica superioridad de A3 sobre A2.

^B El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5 es igual o menor que LL-30. El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6 es mayor que LL-30.

Fuente: AASHTO M 145

Ensayos CBR: es un valor de soporte o resistencia del suelo, relacionado con la máxima densidad seca al 95% y una penetración de carga de 1”.

Tabla 5. *Calidad de subrasante según CBR*

Categorías de Subrasante	CBR
So: Inadecuada	CBR <3%
Si: Pobre	$3\% \leq \text{CBR} < 6\%$
S2: Regular	$6\% \leq \text{CBR} < 10\%$
S3: Buena	$10\% \leq \text{CBR} < 20\%$
S4: Muy Buena	$20\% \leq \text{CBR} < 30\%$
S5: Excelente	CBR > 30%

Fuente: Manual de Carreteras 2013

III. MÉTODO

3.1. Tipo y Diseño de investigación

Este estudio es de tipo básica (CONCYTEC, 2018), de diseño experimental, cuasi experimental (Carrasco, 2005) dado que los resultados ayudarán a ampliar el conocimiento científico y profundizar teorías, y también porque hay un mínimo grado de control de las variables y se trabajó con dos grupos de control. Su esquema es el siguiente:



Dónde:

O₁: observación antes de la aplicación del tratamiento

X: tratamiento o variable independiente

O₂: observación después de la aplicación del tratamiento

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: CBCA. Definición conceptual: Siddique y Cachim (2018) indican que es un residuo adicional producto de la quema del bagazo húmedo proveniente de la producción de caña de azúcar. Operacionalización: Esta variable se midió de acuerdo a los porcentajes de adición de ceniza estudiados, los cuales fueron al 0%, al 15% y al 20%.

Variable dependiente: Estabilización de subrasantes. Definición conceptual: El MTC (2013) lo define como las técnicas aplicadas para el mejoramiento de las propiedades de suelos considerados inadecuados o malos. Se puede lograr mediante la adición o incorporación de insumos artificiales o naturales. Operacionalización: Esta variable se midió de acuerdo a los ensayos de suelos realizados, los cuales fueron granulometría, límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población: Se trabajó con la subrasante que conforma la totalidad de la superficie del Centro Poblado de Jibito, en el distrito de Miguel Checa de la provincia de Sullana, en el año 2021.

Muestra: De ello se extrajo una muestra no probabilística e intencional consistente en dos calicatas cavada al azar y entre 500m de equidistancia, de las cuales se extrajeron las muestras a las cuales se realizaron los ensayos de caracterización de suelos, tanto en estado natural como con las adiciones de ceniza en los porcentajes 15% y 20%.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de investigación: observación. Se observaron los resultados que el estudio de suelos otorgado por el laboratorio de mecánica de suelos obtuvo de los ensayos realizados a las muestras, antes de que se aplique el tratamiento y después de aplicarse, con la finalidad de conocer el estado original, y como variaron las cualidades y características del suelo después de aplicada la CBCA.

Instrumento de recolección de datos: se utilizaron las fichas de laboratorio producto de los resultados de los análisis de suelos. Estas características fueron Análisis Granulométrico, Humedad natural, Límites de Atterberg, clasificación SUCS, Proctor Modificado y CBR.

3.5. Procedimientos

Obtención de la ceniza: se coordinó la hora y lugar para la obtención del bagazo húmedo de caña de azúcar. Esta fue incinerada en un horno artesanal durante un promedio de 8 horas y se dejó reposar para su respectivo enfriamiento. Al día siguiente se recogió y almacenó la ceniza en sacos plásticos, y fueron transportadas al laboratorio para poder realizar los diferentes diseños que fueron: 85% de suelo + 15% de ceniza y 80% de suelo + 20% de ceniza.

Obtención de las muestras de suelo: se coordinó la fecha y hora para realizar la extracción de muestras de suelo. Se programó el viaje al lugar del estudio el cual fue el centro poblado de Jibito del distrito de Miguel Checa, provincia de Sullana. Una vez escogidos los lugares en donde se perforaron las calicatas, se procedió a su excavación siendo sus dimensiones de 1.50m x 1.50m y de 1.50m de profundidad, mismas que estuvieron ubicadas a una separación mayor a los 500m.

Tabla 6. *Ubicación de calicatas de extracción de muestras – C.P Jibito, Miguel Checa, Sullana.*

CALICATA	COORDENADAS		COTA	UBICACIÓN
	NORTE	ESTE		
C-1	9458024	528072	57	C.P. JÍBITO
C-2	9458118	528650	65	C.P. JIBITO



Figura 1: Ubicación de calicatas – C.P. Jibito, Miguel Checa, Sullana.

A partir de 1.50 metros de profundidad se procedió a extraer las muestras de suelo que fueron almacenadas en sacos plásticos, codificados y posteriormente transportados al laboratorio.

Ensayos de caracterización de suelos: Una vez en laboratorio las cenizas y las muestras de suelo extraídas en ambas calicatas, se procedió a realizar los respectivos ensayos: granulometría, Límites de consistencia, Proctor modificado y CBR.

3.6. Método de análisis de datos

La información obtenida de los ensayos de laboratorio fue procesada en tablas de simple entrada. En ella se expresaron y compararon los resultados de acuerdo a la muestra de suelo en estado natural (0%) y de acuerdo a las muestras de suelo con la aplicación de la ceniza (en porcentajes del 15% y 20%). Para ello se empleó el software Excel 2016.

3.7. Aspectos éticos

La presente investigación cumple con el código de ética establecido por la Universidad Cesar Vallejo (2017). Se respeta los derechos de autor y declara que el contenido es totalmente original, no existiendo tentativa de plagio. Durante el proceso de recolección de muestras no se puso en riesgo la integridad ni vida de absolutamente nadie, ni se les perjudicó en lo más mínimo a los moradores.

IV. RESULTADOS

Con respecto al primer objetivo específico, se realizó los ensayos para determinar las propiedades físico-mecánicas de la subrasante patrón (Pre test) en el centro poblado de Jibito, distrito de Miguel Checa, provincia de Sullana. Los ensayos realizados correspondieron a análisis de granulometría, límites de consistencia, Proctor Modificado, y CBR.

Tabla 7. Resultados de Análisis Granulométrico – Suelo patrón

Muestra	Profundidad (m)	Granulometría			Clasificación SUCS	AASHTO
		Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)		
C-1	1.50	62.8	34.6	2.6	GW	A-1-a
C-2	1.50	0.00	98.30	1.70	SP-SM	A-3

Fuente: Estudio de mecánica de suelos

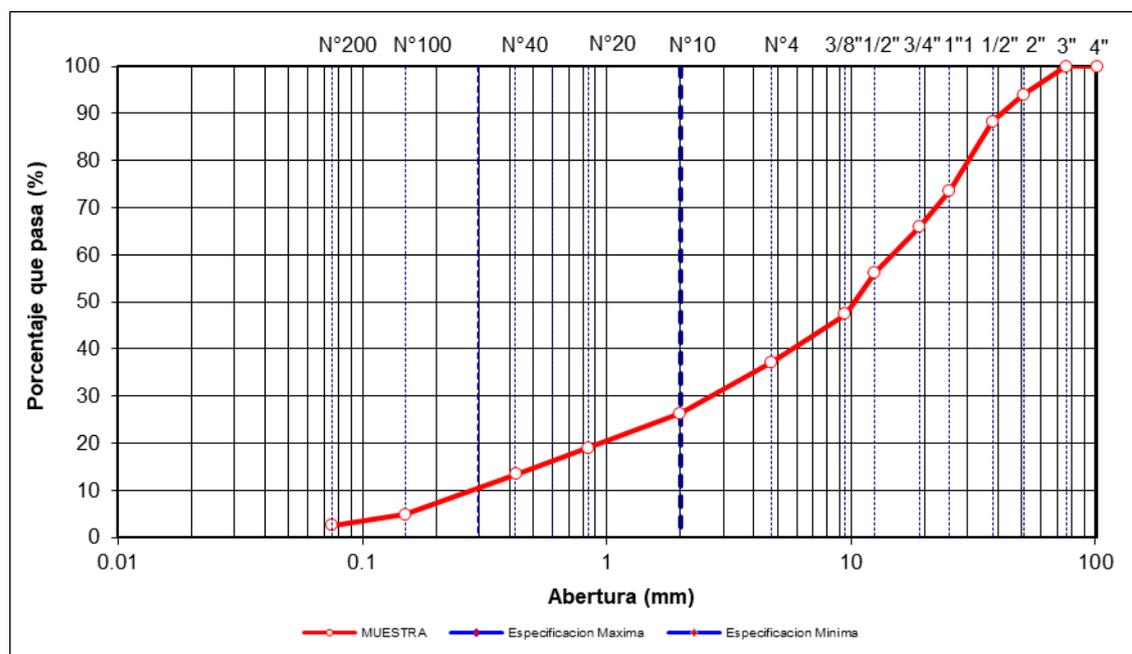


Figura 2. Curva granulométrica muestra C-1 (subrasante patrón) – Centro Poblado Jibito, distrito de Miguel Checa, Sullana. (Fuente: Estudio de mecánica de suelos).

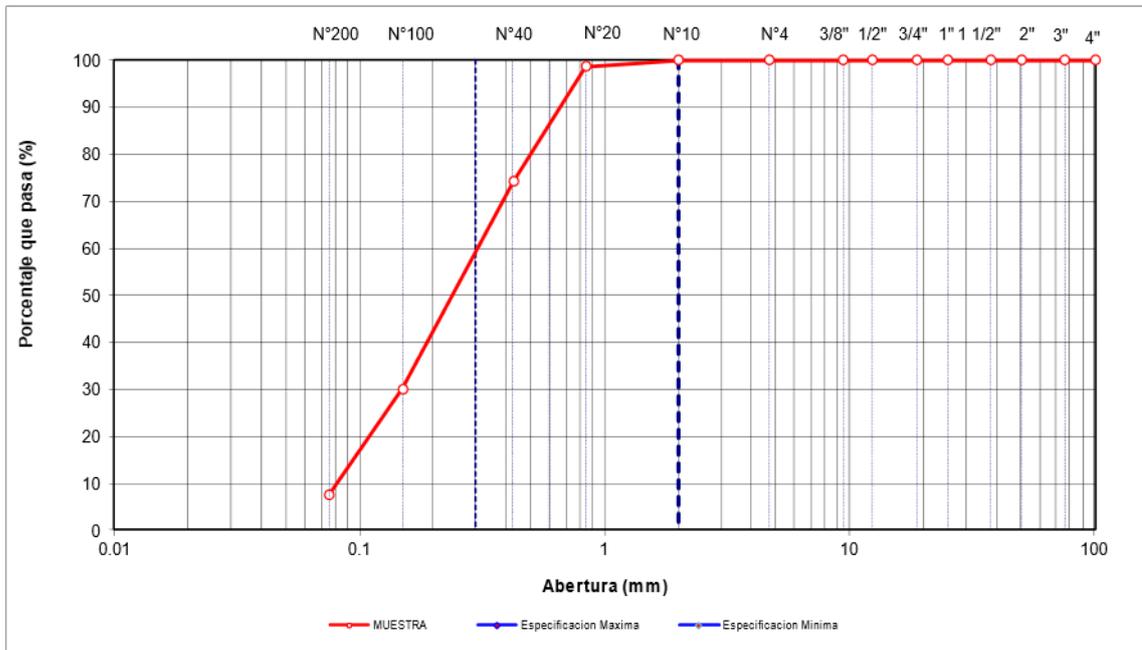


Figura 3. Curva granulométrica muestra C-2 (subrasante patrón) – Centro Poblado Jibito, distrito de Miguel Checa, Sullana. (Fuente: Estudio de mecánica de suelos)

La Tabla 7, Figura 2 y Figura 3 indican que, la muestra de suelo extraída de la Calicata – 1 (C-1) se compone de 62.8% de grava, 34.6% de arena y de 2.6% de finos. En cuanto a la muestra de suelo extraída de la Calicata – 2 (C-2) los resultados fueron diferentes ya que la composición es principalmente 92.60% arena y 7.40% de finos. Según la clasificación SUCS, la muestra extraída de la Calicata 1 pertenece al grupo GW que quiere decir grava bien graduada con arena, y en la muestra extraída de la Calicata 2 pertenece al grupo SP – SM que indica arena pobremente graduada con limo.

Tabla 8. Resultados de límites de Atterberg de suelo patrón

Muestra	Límites de Atterberg		
	Límite líquido	Límite Plástico	Índice de plasticidad
	LL	LP	IP
C-1	21	18	3
C-2	31	No presenta	No presenta

Fuente: Estudio de mecánica de suelos



Figura 4. Límites de consistencia C-1 (subrasante patrón) – Centro Poblado Jibito, distrito de Miguel Checa, Sullana. (Fuente: Estudio de mecánica de suelos)

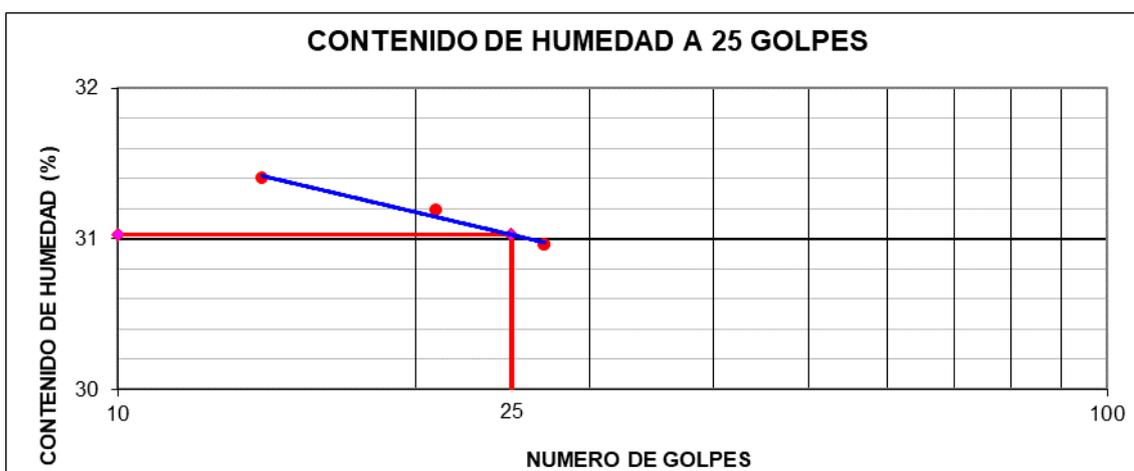


Figura 5. Límites de consistencia C-2 (subrasante patrón) – Centro Poblado Jibito, distrito de Miguel Checa, Sullana. (Fuente: Estudio de mecánica de suelos)

La Tabla 8, Figura 4 y Figura 5 muestran los límites de consistencia de las muestras de suelo patrón extraída según cada calicata. Para la muestra C-1 se obtuvo un límite líquido de 21, un límite plástico de 18 y un índice de plasticidad de 3. Para la muestra C-2 se obtuvo un límite líquido de 31, y no presentó límite plástico ni mucho menos índice de plasticidad.

Tabla 9. Resultados de Proctor Modificado de muestras de suelo patrón

Muestra	Profundidad (m)	Proctor Modificado	
		Máxima densidad seca (gr/cm ³)	Óptimo contenido de humedad (%)
C-1	1.50	2.249	4.782
C-2	1.50	1.664	3.568

Fuente: Estudio de mecánica de suelos.

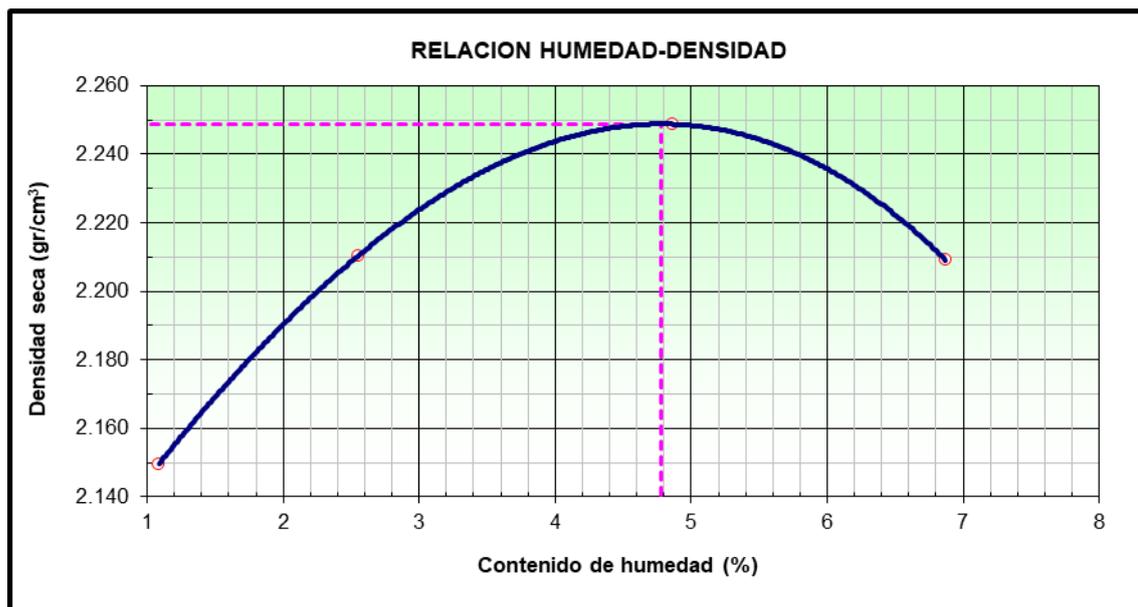


Figura 6. Proctor modificado C-1 (subrasante patrón) – Centro Poblado Jibito, distrito de Miguel Checa, Sullana. (Fuente: Estudio de mecánica de suelos).

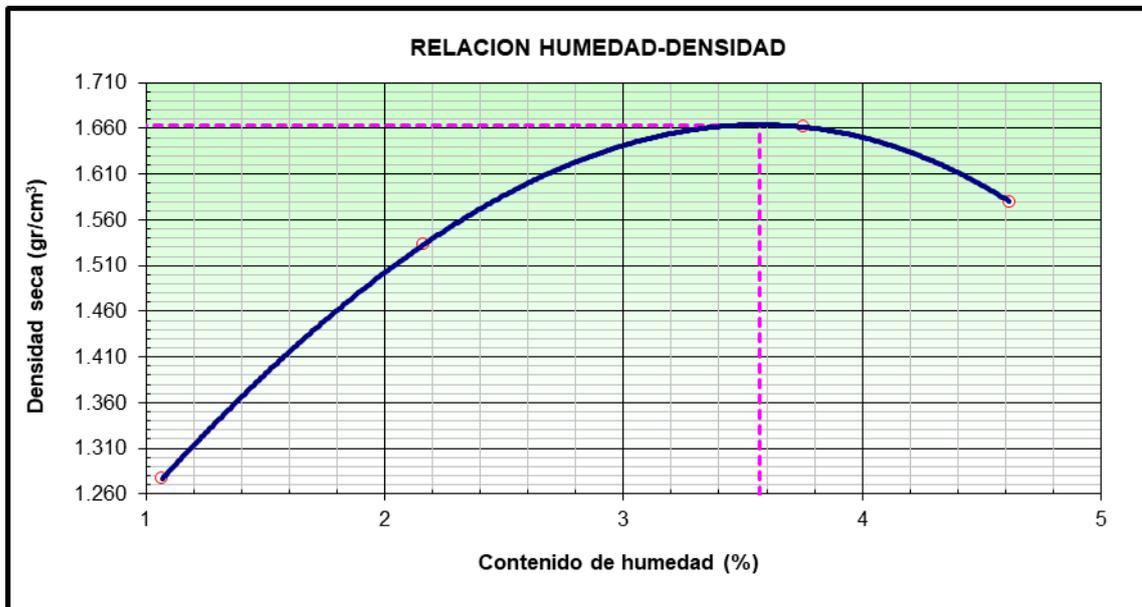


Figura 7. Proctor modificado C-2 (subrasante patrón) – Centro Poblado Jibito, distrito de Miguel Checa, Sullana. (Fuente: Estudio de mecánica de suelos).

La Tabla 9, Figura 6 y Figura 7 indican que, la máxima densidad seca de la muestra C-1 se obtuvo un valor de 2.249 gr/cm³, y el contenido de humedad óptimo fue 4.782%. Respecto a la máxima densidad seca de la muestra C-2 se obtuvo un valor de 1.664 gr/cm³ y el contenido de humedad óptimo fue 3.568%.

Tabla 10. Resultados de California Bearing Ratio (CBR a 1") de muestras de suelo patrón.

Calicata	Profundidad (m)	California Bearing Ratio (CBR a 1")	
		95%	100%
C-1	1.50	46.35	58.06
C-2	1.50	10.64	12.00

Fuente: Estudio de mecánica de suelos. (Fuente: Estudio de mecánica de suelos).

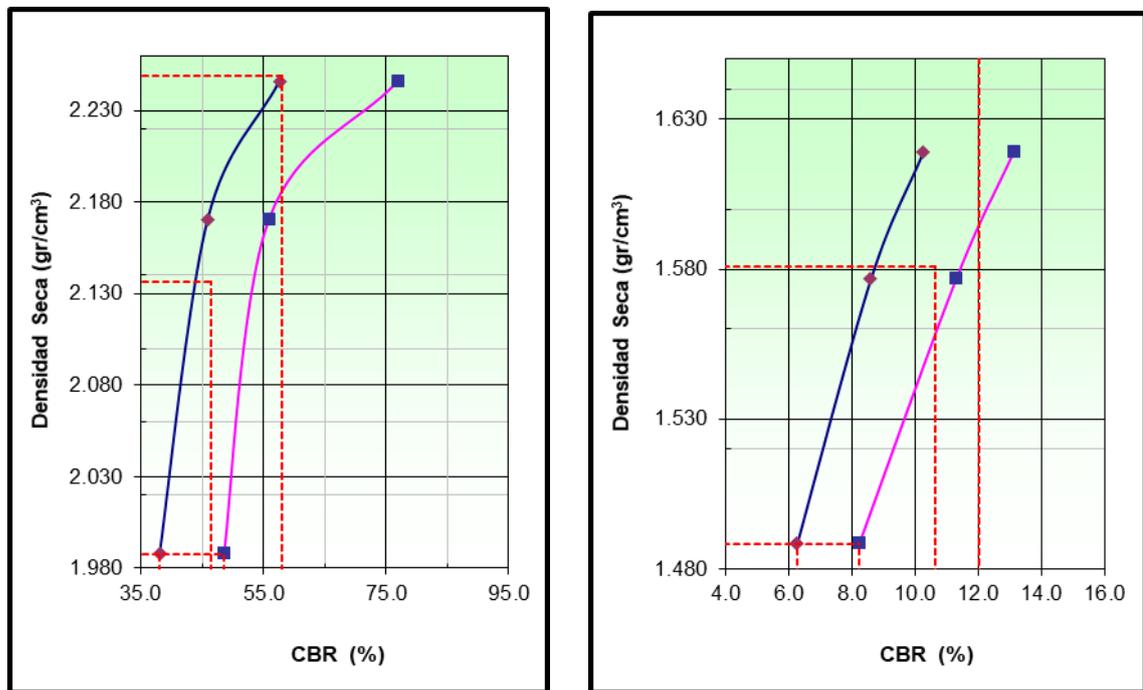


Figura 8. A la izquierda: CBR de C-1 (subrasante patrón). A la derecha: CBR de C-2 (subrasante patrón) – Centro Poblado Jibito, distrito de Miguel Checa, Sullana. (Fuente: Estudio de mecánica de suelos)

La

Tabla 10 y Figura 8 indican que, a 1" de penetración y al 95% de la máxima densidad seca los resultados del CBR de la muestra C-1 fue de 46.35% y en cuanto a la muestra C-2 el CBR fue de 10.64%.

Con respecto al segundo objetivo específico, se realizó los ensayos para determinar las propiedades físico mecánicas de la subrasante estabilizada con CBCA (Pos test) en el centro poblado de Jibito, distrito de Miguel Checa, provincia de Sullana. Las muestras evaluadas fueron con adiciones del 15% y 20% de CBCA, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 11. *Resultados de Análisis Granulométrico de muestras con adición de CBCA.*

Muestra	Porcentaje de adición de CBCA (CBCA)	Granulometría			Clasificación SUCS	AASHTO
		Grava (%)	Arena (%)	Limo + Arcilla (%)		
C-1	15% CBCA	62.80	34.60	2.60	GW	A-1-a
	20% CBCA	62.80	34.60	2.60	GW	A-1-a
C-2	15% CBCA	0.00	92.60	7.40	SP SM	A-3
	20% CBCA	0.00	92.60	7.40	SP SM	A-3

Fuente: Estudio de mecánica de suelos.

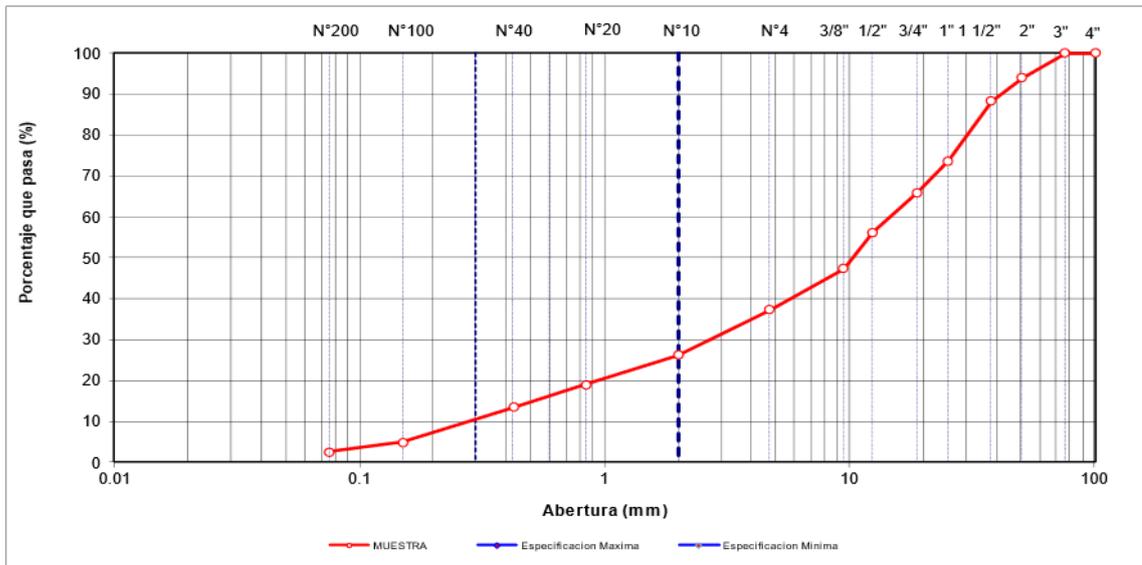


Figura 9. Curva granulométrica muestra C-1 + 15% de CBCA – Centro Poblado Jibito, distrito de Miguel Checa, Sullana. (Fuente: Estudio de mecánica de suelos).

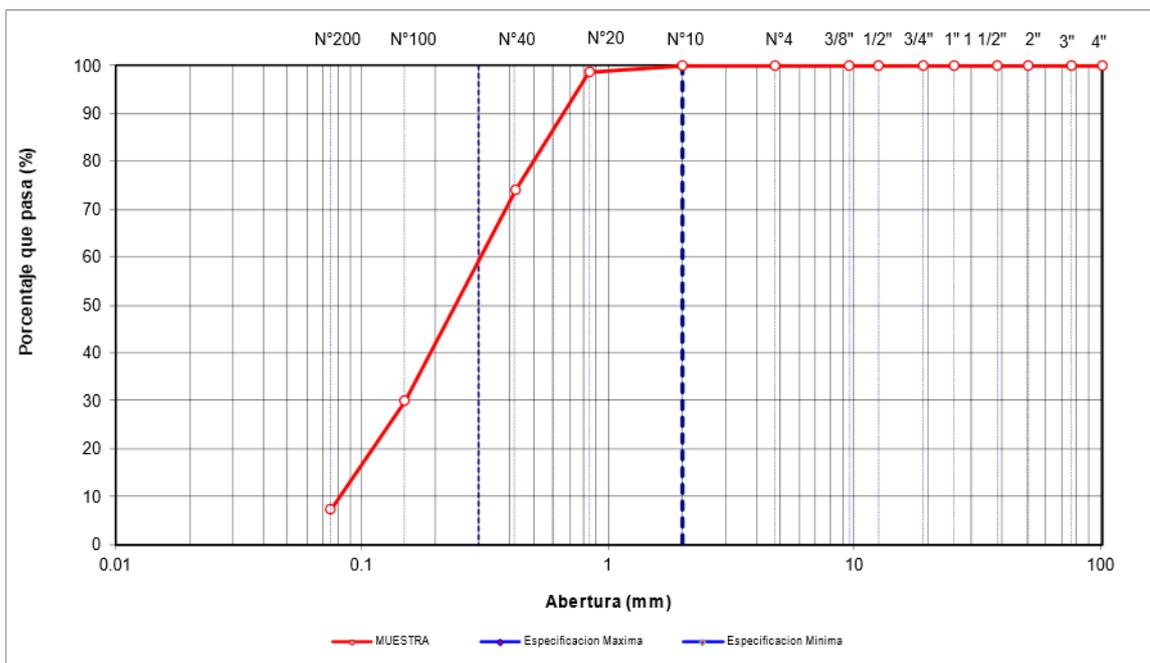


Figura 10. Curva granulométrica muestra C-1 + 20% de CBCA – Centro Poblado Jibito, distrito de Miguel Checa, Sullana. (Fuente: Estudio de mecánica de suelos).

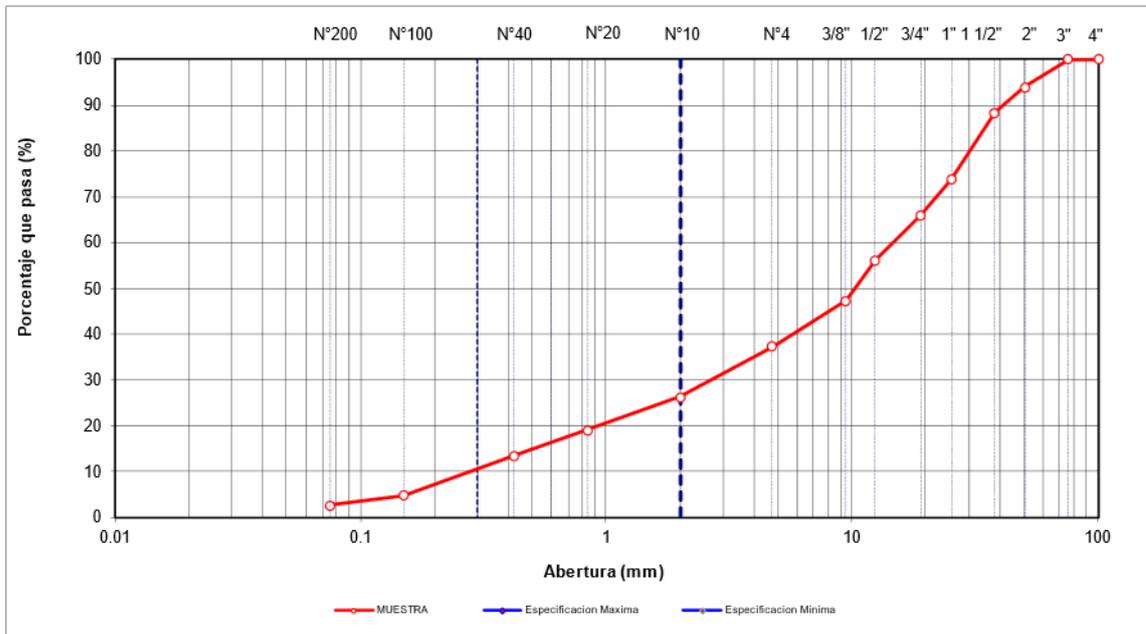


Figura 11. Curva granulométrica muestra C-2 + 15% de CBCA – Centro Poblado Jibito, distrito de Miguel Checa, Sullana. (Fuente: Estudio de mecánica de suelos).

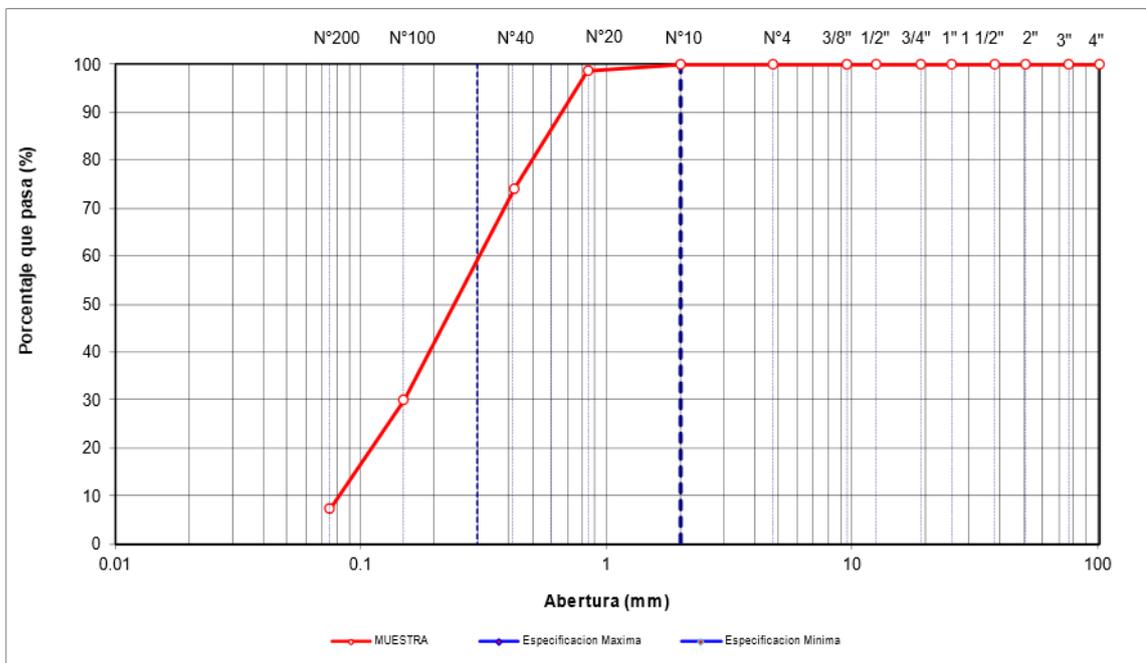


Figura 12. Curva granulométrica muestra C-2 + 20% de CBCA – Centro Poblado Jibito, distrito de Miguel Checa, Sullana. (Fuente: Estudio de mecánica de suelos).

La Tabla 11, Figura 9, Figura 10, Figura 11 y Figura 12 indican que, tanto la muestra C-1 + 15% CBCA como la muestra C-1 + 20% CBCA se componen de grava en un 62.80%, arena en un 34.60 y finos en un 2.60% por lo que según la clasificación SUCS ambas muestras pertenecen al grupo GW que quiere decir grava bien graduada con arena. En cuanto a las muestras C-2 + 15% CBCA y C-2 + 20% CBCA, los resultados fueron 92.60% arena y 7.40% de finos por lo que según la clasificación SUCS ambas muestras pertenecen al grupo SP – SM que indica arena pobremente graduada con limo.

Tabla 12. Resultados de límites de Atterberg de muestras con adición de CBCA.

Muestra	Porcentaje de adición de CBCA (CBCA)	Límites de Atterberg		
		Límite líquido	Límite Plástico	Índice de plasticidad
		LL	LP	IP
C-1	15% CBCA	30.9	28.2	2.7
	20% CBCA	34.6	32.8	1.8
C-2	15% CBCA	25.2	No presenta	No presenta
	20% CBCA	18.1	No presenta	No presenta

Fuente: Estudio de mecánica de suelos.



Figura 13. Límites de consistencia muestra C-1 + 15% de CBCA – Centro Poblado Jibito, distrito de Miguel Checa, Sullana. (Fuente: Estudio de mecánica de suelos).

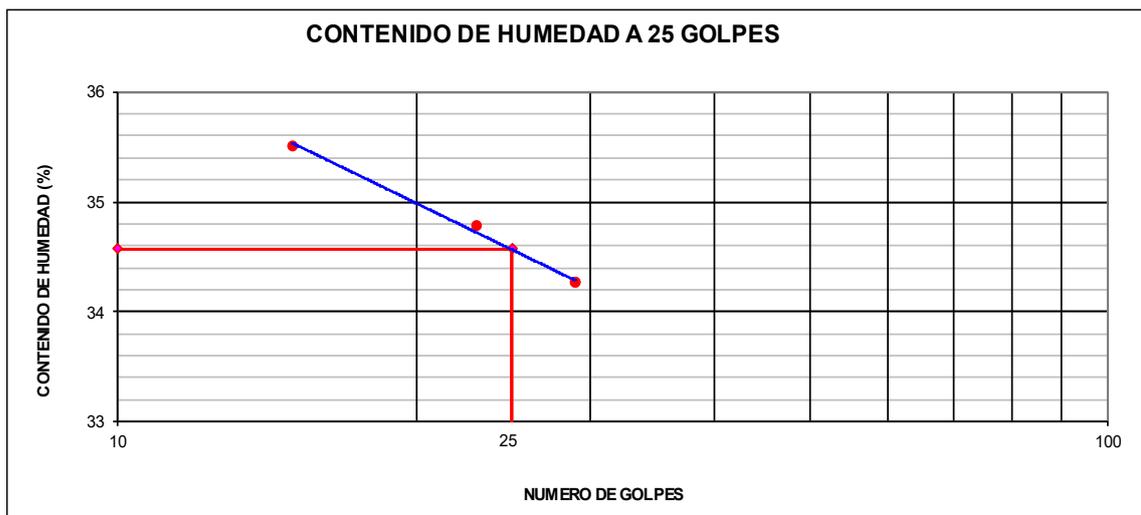


Figura 14. Límites de consistencia muestra C-1 + 20% de CBCA – Centro Poblado Jibito, distrito de Miguel Checa, Sullana. (Fuente: Estudio de mecánica de suelos).



Figura 15. Límites de consistencia muestra C-2 + 15% de CBCA – Centro Poblado Jibito, distrito de Miguel Checa, Sullana. (Fuente: Estudio de mecánica de suelos).



Figura 16. Límites de consistencia muestra C-2 + 20% de CBCA – Centro Poblado Jibito, distrito de Miguel Checa, Sullana. (Fuente: Estudio de mecánica de suelos).

La Tabla 12 y Figura 13, Figura 14, Figura 15, Figura 16 muestran los límites de consistencia de las muestras de suelo con adición de cenizas de bagazo de caña de azúcar según cada calicata. Para la muestra C-1 + 15% de CBCA se obtuvo un límite líquido de 30.9, un límite plástico de 28.2 y un índice de plasticidad de 2.7. Para la muestra C-1 + 20% de CBCA se obtuvo un límite líquido de 34.6, un límite plástico de 32.8 y un índice de plasticidad de 1.8. Para

la muestra C-2 + 15% de CBCA se obtuvo un límite líquido de 25.2, y no presentó límite plástico ni mucho menos índice de plasticidad. De igual forma para la muestra C-2 + 20% de CBCA se obtuvo un límite líquido de 18.1, y no presentó plasticidad.

Tabla 13. Resultados de Proctor Modificado de muestras con adición de CBCA

Calicata	Porcentaje de adición de CBCA (CBCA)	Proctor Modificado	
		Máxima densidad seca (gr/cm ³)	Óptimo contenido de humedad (%)
C-1	15% CBCA	2.14	6.51
	20% CBCA	1.97	10.04
C-2	15% CBCA	1.64	5.70
	20% CBCA	1.63	6.64

Fuente: Estudio de mecánica de suelos .

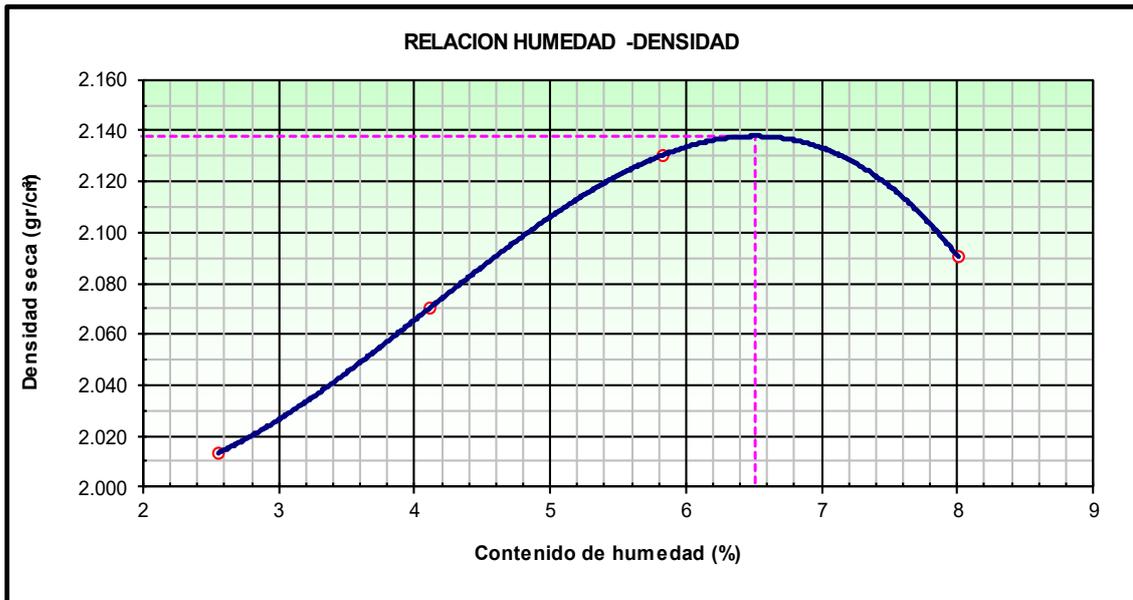


Figura 17. Proctor modificado muestra C-1 + 15% de CBCA – Centro Poblado Jibito, distrito de Miguel Checa, Sullana. (Fuente: Estudio de mecánica de suelos).

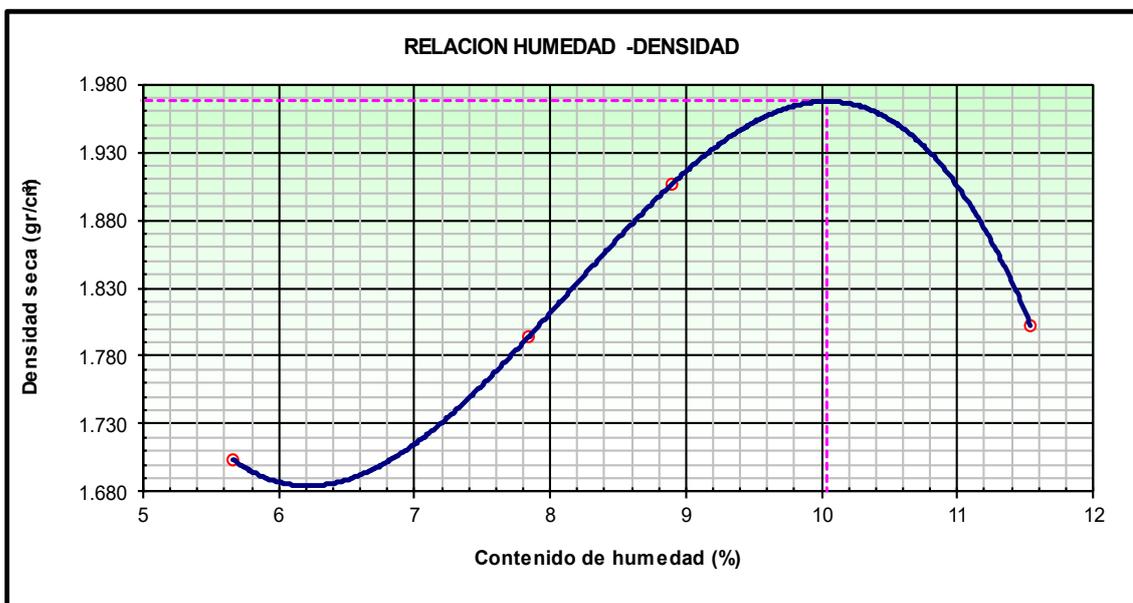


Figura 18. Proctor modificado muestra C-1 + 20% de CBCA – Centro Poblado Jibito, distrito de Miguel Checa, Sullana. (Fuente: Estudio de mecánica de suelos).

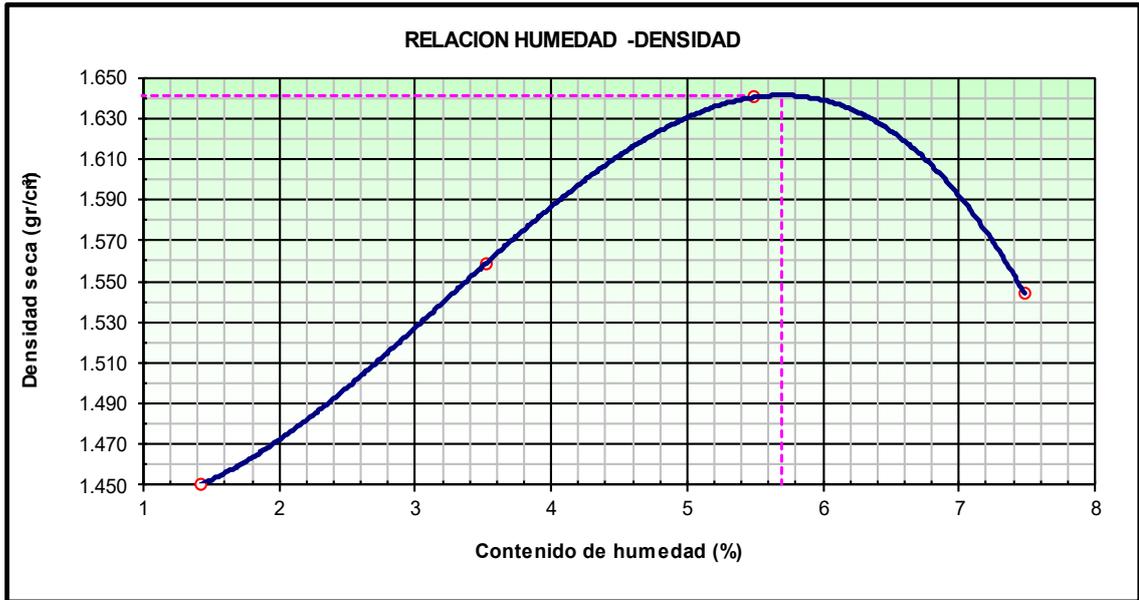


Figura 19. Proctor modificado muestra C-2 + 15% de CBCA – Centro Poblado Jibito, distrito de Miguel Checa, Sullana. (Fuente: Estudio de mecánica de suelos).

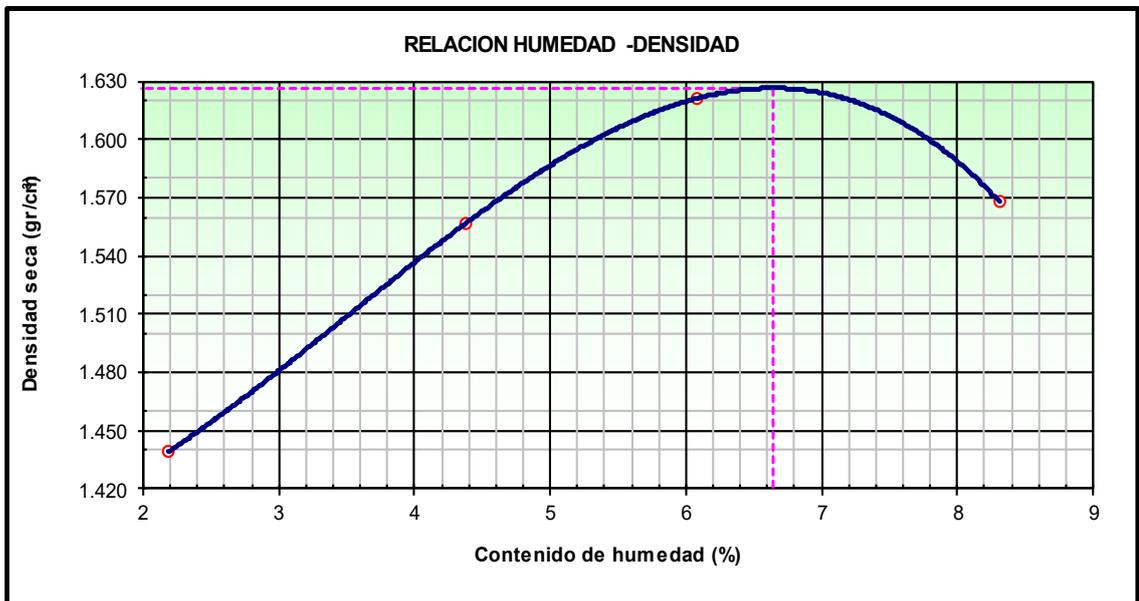


Figura 20. Proctor modificado muestra C-2 + 20% de CBCA – Centro Poblado Jibito, distrito de Miguel Checa, Sullana. (Fuente: Estudio de mecánica de suelos).

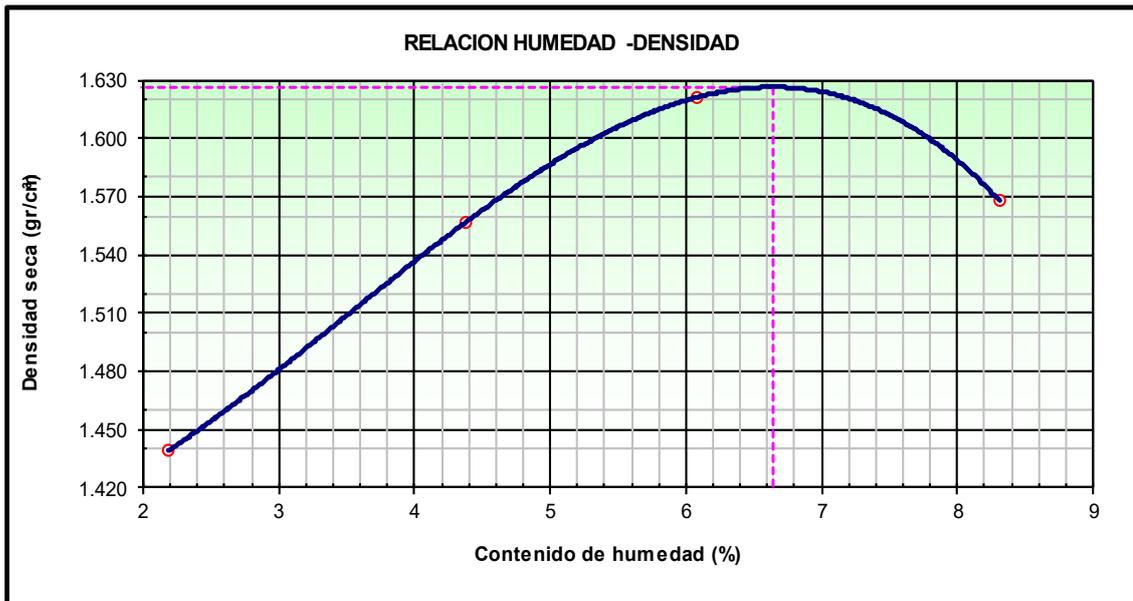
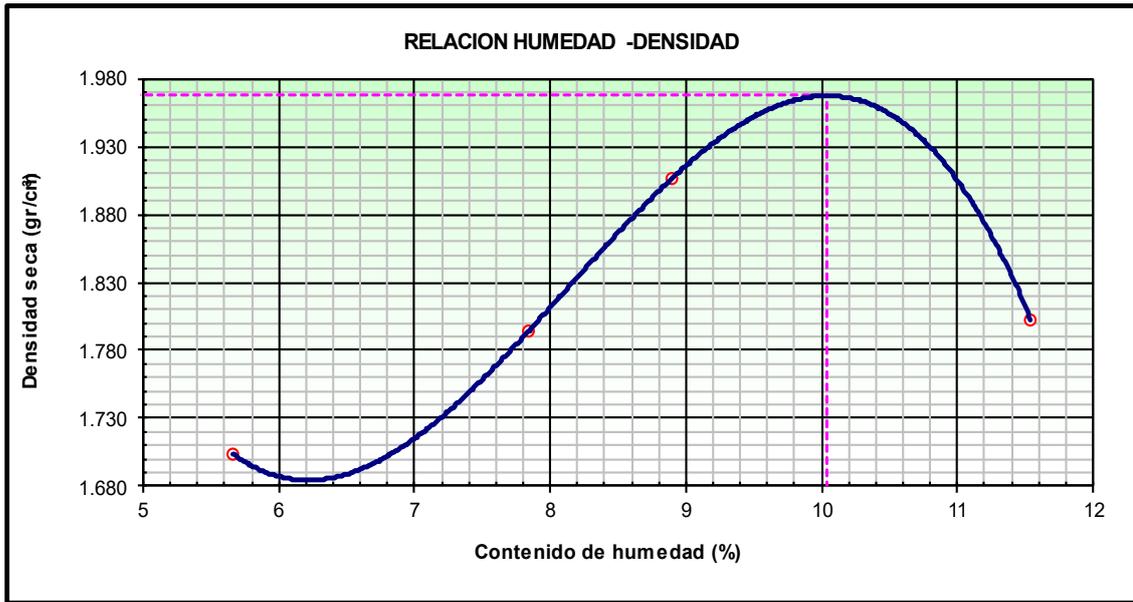


Figura 20 indican que, la máxima densidad seca de las muestras C-1 + 15% de CBCA y C-1 + 20% de CBCA, se obtuvieron valores del 2.14 gr/cm³ y 1.97 gr/cm³ respectivamente, y los contenidos de humedad óptimos fueron 6.51% y 10.04 respectivamente. Para las muestras C-1 + 15% de CBCA y C-1 + 20% de CBCA, los resultados de máxima densidad seca de la muestra de suelo fueron de 1.64 gr/cm³ y 1.63 gr/cm³ respectivamente al igual que los resultados de contenido de humedad óptimo que fueron de 5.70% y 6.64% respectivamente.

Tabla 14. *Resultados de California Bearing Ratio (CBR a 1") de muestras con adición de CBCA*

Calicata	Porcentaje de adición de CBCA (CBCA)	California Bearing Ratio (CBR a 1")	
		95%	100%
C-1	15%	59.41	66.51
	20%	49.59	56.87
C-2	15%	20.54	21.34
	25%	15.01	15.41

Fuente: Estudio de mecánica de suelos.

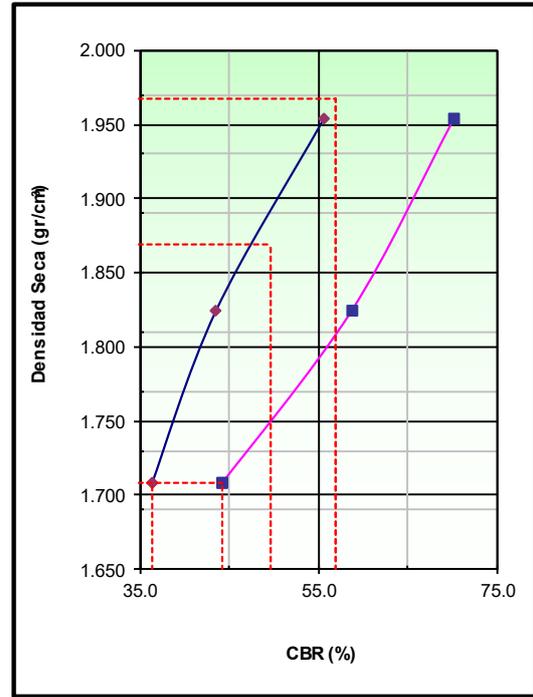
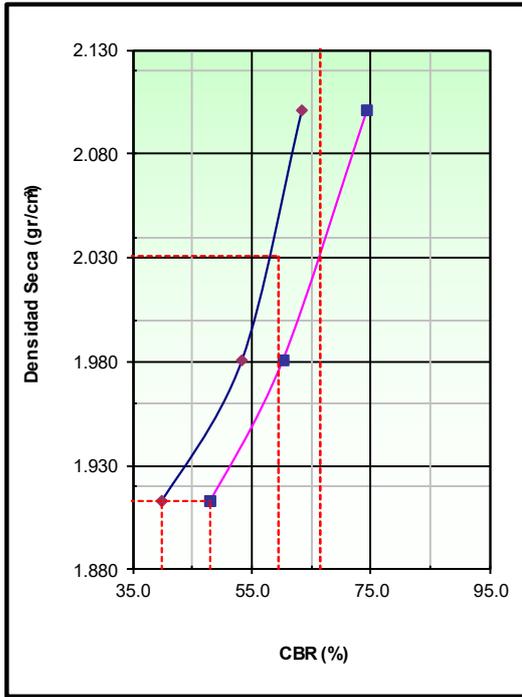


Figura 21. A la izquierda: CBR de muestra C-1 + 15% de CBCA. A la derecha: CBR de muestra C-1 + 20% de CBCA – Centro Poblado Jibito, distrito de Miguel Checa, Sullana. (Fuente: Estudio de mecánica de suelos).

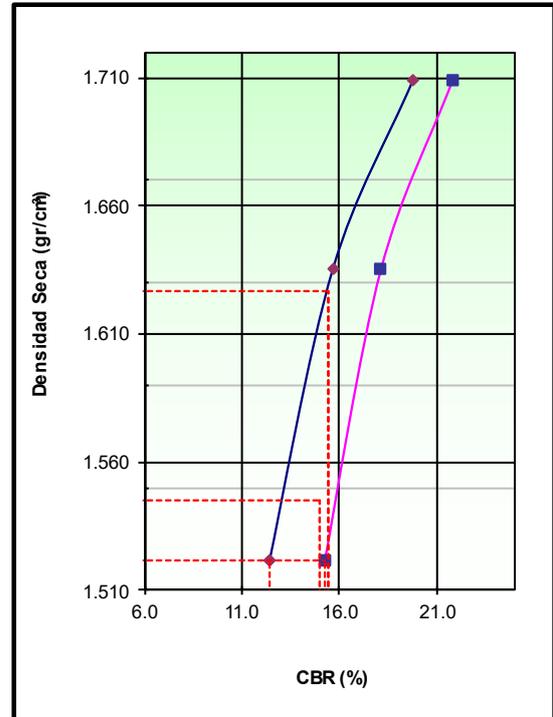
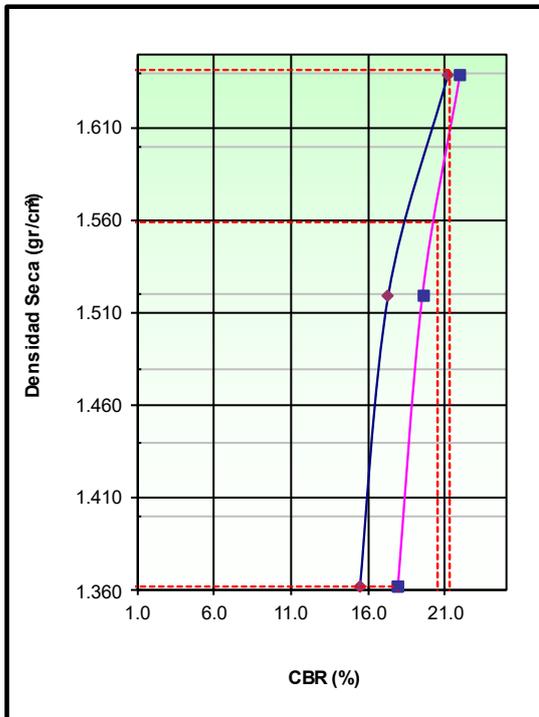


Figura 22. A la izquierda: CBR de muestra C-2 + 15% de CBCA. A la derecha: CBR de muestra C-2 + 20% de CBCA – Centro Poblado Jibito, distrito de Miguel Checa, Sullana. (Fuente: Estudio de mecánica de suelos)

La Tabla 14, Figura 21 y Figura 22 indican que, a 1” de penetración y al 95% de la máxima densidad seca los resultados del CBR de las muestras de suelo C-1 + 15% de CBCA y C-1 + 20% de CBCA fueron de 59.41% y 49.59% respectivamente. En cuanto a las muestras C-2 + 15% de CBCA y C-2 + 20% de CBCA, el CBR fue de 20.54% y 15.01% respectivamente.

Con respecto al tercer objetivo específico, los resultados del análisis comparativo de las propiedades físico mecánicas de la subrasante patrón vs la subrasante estabilizada con CBCA en el centro poblado de Jibito, distrito de Miguel Checa, provincia de Sullana. Este se realizó mediante el método gráfico del cual se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 15. *Análisis gráfico comparativo – CBR.*

Tratamiento	Resultados de CBR		
	Sin tratamiento	+15% de ceniza	+20% de ceniza
Calicata 1	46.35	59.41	49.59
Calicata 2	10.64	20.54	15.01
Media	28.50	39.98	32.30
Desviación estándar	25.25	27.49	24.45
Varianza	318.80	377.72	298.94

Fuente: Estudio de mecánica de suelos.

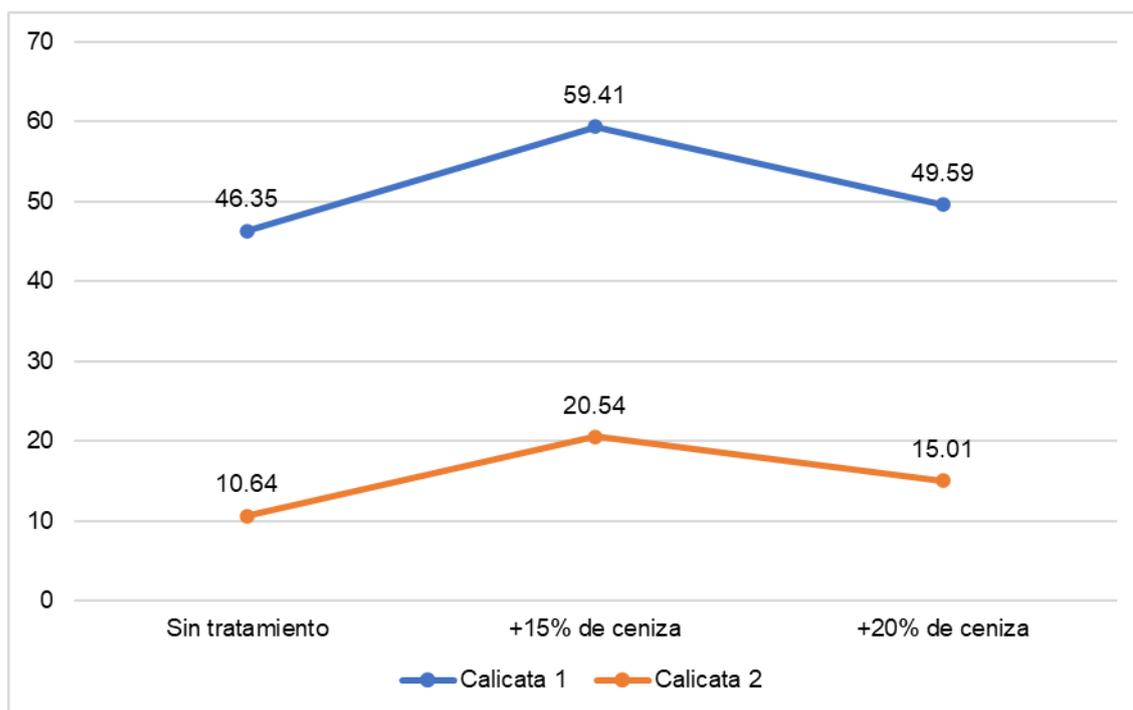


Figura 23. Análisis gráfico comparativo – valores de CBR – Centro Poblado Jibito, distrito de Miguel Checa, Sullana. (Fuente: Estudio de mecánica de suelos).

La Tabla 15 muestra el análisis gráfico comparativo del CBR obtenido en las muestras para cada diseño evaluado (muestra natural y muestras con 15% y 20 de CBCA). En la calicata 1 se puede observar que con la adición del 15% de CBCA el CBR aumentó 13.06% (de 46.35% a 59.41%), pero con la adición del 20% de CBCA el CBR aumentó solo 3.24% (de 46.35% a 49.57%). En la calicata 2 se puede observar que con la adición del 15% de CBCA el CBR aumentó 9.90% (de 10.64% a 20.54%), pero con la adición del 20% de CBCA el CBR aumentó solo 4.37% (de 10.64% a 15.01%). Se visualiza una diferencia significativa entre las medias de las diferentes muestras obtenidas en ambas calicatas analizadas, antes de la aplicación de la ceniza y luego de la aplicación de la ceniza, por lo que se determina que la CBCA influye en la estabilización de subrasantes.

V. DISCUSIÓN

Este estudio permitió conocer cómo es que la adición de CBCA influye en la estabilización de subrasantes del centro poblado Jibito del distrito de Miguel Checa, provincia de Sullana. Como se pudo ver, se trabajó con muestras de suelo diferentes, siendo la muestra extraída de la calicata 1 un suelo GW “grava bien graduada con arena”, y la muestra extraída de la calicata 2 un suelo SP-SM “arena pobremente graduada con limo”, si se basa en el sistema de clasificación de suelos SUCS. No hubo variación del tipo de subrasante al adicionar CBCA. De manera similar trabajaron Ojeda, Mendoza & Baltazar (2018) quienes aplicaron sus diseños con suelos arenosos, y Neyra (2020) quien trabajó con subrasantes areno-limosas.

Con respecto a los límites de consistencia estudiados: En la muestra de la calicata 1 (suelo natural) se obtuvo un límite líquido de 21, un límite plástico de 18 y un índice de plasticidad de 3. Con la adición del 15% de CBCA se vio un aumento del límite líquido a 30.9, el límite plástico también aumentó a 28.2 y índice de plasticidad disminuyó a 2.7. Con la adición 20% de ceniza, el límite líquido se elevó a 34.6, el límite plástico se elevó a 32.8 y el índice de plasticidad disminuyó a 1.8. Para la muestra de la calicata 2 (suelo patrón) se obtuvo un límite líquido de 31, y no presentó límite plástico ni mucho menos índice de plasticidad. Con la adición del 15% de ceniza el límite líquido disminuyó a 25.2, y con la adición 20% disminuyó a 18.1, y no presentó plasticidad.

Con respecto a los ensayos de Proctor Modificado, la muestra de la calicata 1 en estado natural obtuvo una máxima densidad seca y un contenido de humedad óptimo de 2.249 gr/cm³ y 4.782% respectivamente, mientras que la adición del 15% de CBCA disminuyó a 2.14 gr/cm³ la máxima densidad seca, aumentó a 6.51% el contenido de humedad óptimo con respecto a los valores iniciales. Por otro lado, la adición del 20% de CBCA disminuyó a 1.97 gr/cm³ la máxima densidad seca y aumentó al 10.04% el contenido de humedad óptimo. La muestra de la calicata 2 en estado natural (suelo patrón) obtuvo una máxima densidad seca y un contenido de humedad óptimo de 1.664 gr/cm³ y 3.568% respectivamente, mientras que para la adición del 15% de CBCA la máxima densidad seca se mantuvo en 1.64 gr/cm³ y el contenido de humedad óptimo

aumentó a 5.70% con respecto a los valores iniciales. Por otra parte, la adición del 20% de CBCA dio mantuvo resultados de 1.63 gr/cm³ para la máxima densidad seca y aumentó a 6.64% de contenido de humedad óptimo.

Al evaluar la variación del CBR en las diferentes muestras de suelo, se encontró que en la calicata 1 la adición del 15% de CBCA provoca que el CBR aumente un 13.06% con respecto a su valor original (de 46.35% a 59.41%), sin embargo, también se evidenció que emplear una adición mayor de ceniza como es el caso del 20% produce que el CBR disminuya con respecto a la lectura con la adición anterior (aumentó solo 3.24% con respecto al 13.06% inicial). Esto quiere decir que para el tipo de subrasante conformado por grava bien graduada con arena el porcentaje óptimo es de 15% de adición de CBCA. Rincon & Cortes (2020) coinciden sus resultados al realizar un estudio en Colombia para evaluar como la adición de CBCA y cal mejoraban la resistencia de un suelo de tipo afirmado, corroborando un aumento del CBR hasta en un 42% del suelo siendo la mezcla del 12% el diseño óptimo y de manera similar al presente estudio, una adición mayor de ceniza hizo que el CBR disminuyera.

De forma similar, se obtuvieron los resultados para la muestra extraída de la calicata 2, que con la adición del 15% de CBCA el CBR aumentó 9.90% con respecto a su valor original (de 10.64% a 20.54%), pero con la adición del 20% de CBCA el CBR aumentó solo 4.37% (de 10.64% a 15.01%). Esto quiere decir que para el tipo de subrasante conformado por arena pobremente graduada con limo el porcentaje considerado óptimo es de 15% de adición de CBCA. Asimismo, Terrones (2018) halló que la adición del 15% de CBCA a la muestra de suelo ensayada cumple con los parámetros de máxima densidad seca, porcentaje de humedad óptimo, y CBR por lo que recomienda su empleo como como estabilizante de suelos, y ayuda a reducir costos, mantenimiento e impacto ambiental.

Por otro lado, se coincide con lo expuesto por Neyra (2020) quien afirma que adicionar cantidades de ceniza por encima del 10% provoca disminución considerablemente de los valores de CBR, y Bonilla, Jiménez y Paramo (2019) quienes en su estudio concluyeron que emplear CBCA mezclada con cemento portland es una muy buena alternativa de estabilización. Por último, Aquino

(2020) encontró en su investigación que la adición de ceniza en un 5%, 10%, 15% a las muestras de suelo natural lograron mejorar sus propiedades geotécnicas, cumpliendo con los requisitos mínimos establecidos por el MTC.

En el análisis gráfico, se visualiza una diferencia significativa entre las medias de propiedades evaluadas a las diferentes muestras que fueron obtenidas de ambas calicatas analizadas, tanto antes de la aplicación de la ceniza y luego de la aplicación de la ceniza, por lo que se determina que hay influencia de este residuo en la estabilización de subrasantes siendo el porcentaje del 15% de adición el diseño óptimo, dado que después de esta medida la resistencia del suelo comienza a disminuir. El mejoramiento de las características del suelo al adicionarle cenizas de bagazo de caña de azúcar se debe a las propiedades puzolánicas que este residuo presenta aumentando la superficie reactiva para la hidratación y las reacciones puzolánicas. Debido a estas características puzolánicas, la resistencia al corte y la capacidad portante del suelo se incrementan. Las cenizas reducen el índice de plasticidad y el límite de contracción, lo que tiene un impacto potencial en las propiedades de ingeniería del suelo.

Por otro lado, se recomienda que se estudien más porcentajes de adición de CBCA con el fin de elaborar una curva de estabilización y analizar con mayor precisión el punto de inflexión y los porcentajes óptimos.

VI. CONCLUSIONES

1. Para la muestra de la calicata 1: el tipo de subrasante según la clasificación SUCS fue GW (grava bien graduada con arena), se obtuvo una máxima densidad seca y un contenido de humedad óptimo de 2.249 gr/cm³ y 4.782% respectivamente y un CBR de 46.35%. Para la muestra de la calicata 2: el tipo de subrasante según la clasificación SUCS fue SP-SM (arena pobremente graduada con limo), se obtuvo una máxima densidad seca y un contenido de humedad óptimo de 1.664 gr/cm³ y 3.568% respectivamente y un CBR de 10.64% respectivamente.
2. Para la muestra de la calicata 1: la adición del 15% de CBCA dio resultados de 2.14 gr/cm³ de máxima densidad seca y 6.51% de contenido de humedad óptimo y CBR al 95% de 59.41%; mientras que la adición del 20% de CBCA dio resultados de 1.97 gr/cm³ de máxima densidad seca y 10.04% de contenido de humedad óptimo y CBR al 95% de 49.59%. Para la muestra de la calicata 2: La adición del 15% de CBCA dio resultados de 1.64 gr/cm³ de máxima densidad seca y 5.70% de contenido de humedad óptimo y CBR al 95% de 20.54%; mientras que la adición del 20% de CBCA dio resultados de 1.63 gr/cm³ de máxima densidad seca y 6.64% de contenido de humedad óptimo y CBR al 95% de 15.01%.
3. Para la muestra de la calicata 1, la adición del 15% de CBCA aumentó el valor de CBR en un 13.06%, mientras que la adición del 20% de CBCA aumentó el valor de CBR en 3.24%. Para la muestra de la calicata 2, la adición del 15% de CBCA aumentó el valor del CBR en 9.90% y la adición del 20% de CBCA aumentó el CBR solo en 4.37%. Se observó una variación significativa respecto a las muestras de suelo natural con las muestras con adición de ceniza, principalmente en el aumento del CBR siendo la adición del 15% de CBCA el porcentaje o diseño óptimo, concluyendo que hay influencia de este residuo en el mejoramiento de subrasantes tanto para aquellas clasificadas como GW y como SP-SM. Las cenizas reducen el índice de plasticidad y el límite de contracción, lo que tiene un impacto potencial en las propiedades de ingeniería del suelo.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda emplear la CBCA como estabilizante natural, considerado que es una alternativa técnica y económicamente viable, de buen impacto ambiental y con buenos resultados.
2. Se recomienda ampliar el estudio de influencia del uso de CBCA en otros tipos de subrasantes que no fueron incluidos en este estudio.
3. Se recomienda incluir más diseños de mezcla con diferentes adiciones de CBCA, con la intención de identificar la mezcla óptima con un nivel mas alto de precisión.

REFERENCIAS

- Akbar, A., Guney, C., Asghar, A., & Shojaei, M. (2017). Fundamentals of soil stabilization. *International Journal of Geo-Engineering*.
<https://link.springer.com/article/10.1186/s40703-017-0064-9>
- American Society for Testing and Materials. (1985). *Classification of Soils for Engineering Purposes: Annual Book of ASTM Standards*.
- Aquino, M. (2020). *Estabilización de suelos con ceniza de bagazo de caña de azúcar para su uso en subrasantes en el distrito de Laredo - Trujillo, La Libertad 2018*. (Tesis de pregrado. Universidad Privada de Trujillo).
<http://repositorio.uprit.edu.pe/handle/UPRIT/280>
- Bonilla, J., Jimenez, A., & Paramo, F. (2019). *Estudio del comportamiento de las condiciones mecánicas del material granular tipo afirmado con adición de cemento portland y ceniza de bagazo de caña (CBCA)*. (Tesis de pregrado. Universidad Cooperativa de Colombia).
<https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/16273>
- Carrasco, S. (2005). *Metodología de la investigación científica* (1ra ed.). Editorial San Marcos.
- CONCYTEC. (2018). *Reglamento de calificación, clasificación y registro de los investigadores del SINACYT*. Recuperado el 20 de setiembre de 2020, de <https://portal.concytec.gob.pe>
- Fernandez, C. (1982). *Mejoramiento y estabilización de suelos*. D.F: LIMUSA.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática, Perú. (1997). *El Productor Agropecuario: Condiciones de vida y pobreza*.
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib0386/cap0406.htm
- Jofre, C., Kraemer, C., Sampedro, A., Lopez Bachiller, A., Atienza, M., Diaz, M., & al, e. (2008). *Manual de estabilización de suelos con cemento o cal*. Madrid: Instituto Español del cemento y sus aplicaciones.
- Juarez, O., & Inzunza, M. (2011). *Guía práctica de estabilización y recuperación de pavimentos con cemento portland en México*. México: AMIVTAC.

- Lujerio, L. (2018). *Efecto de la adición de un 4% de cemento y 1% de ceniza de bagazo de caña de azúcar en la estabilización de los suelos en la carretera de Cantú-Iluaraz*. (Tesis de pregrado. Universidad San Pedro). http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/7972/Tesis_58446.pdf
- McDowell, C. (1959). *Stabilization of soils with lime, lime-flyash, and other lime reactive materials*. (Vol. 231). Highway Res Board Bull.
- Ministerio de Transportes. (2013). *Manual de Carreteras: Suelos geología, geotécnica y pavimentos*. Lima. http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf
- Muñoz, M., King, R., & Montenegro, J. (2016). Caracterización geotécnica de cenizas volantes generadas a partir de la combustión del carbón en central termoeléctrica. *Universidad Católica de la Santísima Concepción*. <http://repositoriodigital.ucsc.cl/bitstream/handle/25022009/1310/Mauricio%20Mu%C3%B1oz%20Adams.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Neyra, M. (2020). *Efecto de la incorporación de las cenizas de caña de azúcar en subrasantes areno-limosas*. (Tesis de pregrado. Universidad de Piura). https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4478/ICI_2003.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ojeda, O., Mendoza, J., & Baltazar, M. (2018). Influencia de la inclusión de ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre la compactación, CBR y resistencia a la compresión simple de un material granular tipo subrasante. *Revista ALCONPAT*, 8(2), 194-208. <http://dx.doi.org/10.21041/ra.v8i2.282>
- Qing, X., Tao, J., San-Ji, G., Zhengxian, Y., & Nengsen, W. (2019). Characteristics and Applications of Sugar Cane Bagasse Ash Waste in Cementitious Materials. *Materials* (Basel). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6337557/>
- Ramal, R., Raymundo, J., & Chávez, A. (2020). Materiales alternativos para estabilizar suelos: el uso de ceniza de cáscara de arroz en vías de bajo tránsito de Piura. *Revista Científica institucional TZHOECOEN*. <http://revistas.uss.edu.pe/index.php/tzh/article/view/1251>

- Reglamento Nacional de Edificaciones. (2007). *CE.020 Estabilización de suelos y taludes*. Perú: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/NORMACE020.pdf
- Rincón, L., & Cortes, A. (2020). *Análisis de la resistencia a la compresión inconfiada y CBR de un afirmado estabilizado con ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal*. (Tesis de pregrado. Universidad de la Salle). https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/887
- Siddique, R., & Cachim, P. (2018). *Waste and Supplementary Cementitious Materials in Concrete*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2016-0-04037-8>
- Terrones, A. (2018). *Estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de bagazo de caña para el mejoramiento de subrasante en el sector Barraza, Trujillo - 2018*. (Tesis de pregrado. Universidad Privada del Norte).
- Universidad Cesar Vallejo. (2017). *Código de ética en investigación*. Trujillo. <https://www.ucv.edu.pe/datafiles/C%C3%93DIGO%20DE%20%C3%89TICA.pdf>
- Winterkorn, H., & Sibel, P. (1991). *Soil stabilization and Grouting*. New York, NY: VanNostrand Reinhold.

ANEXOS

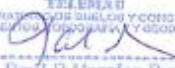
MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Vi: Ceniza de Bagazo de Caña de Azucar	Siddique y Cachim (2018) indican que la ceniza de bagazo de caña de azúcar es un residuo adicional producto de la combustión del bagazo húmedo proveniente de la producción de caña de azúcar.	Esta variable se medirá de acuerdo a los porcentajes de adición a las muestras de suelo.	Porcentajes de adición a las muestras de suelo.	<p>Porcentajes de adición a las muestras de suelo:</p> <p>0%</p> <p>15%</p> <p>20%</p>
Vd: Estabilización de subrasantes	El Manual de Carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013) lo define como las técnicas aplicadas para el mejoramiento de las propiedades de suelos considerados inadecuados o malos. Se puede lograr mediante la adición o incorporación de insumos artificiales o naturales.	Esta variable se medirá de acuerdo a: Humedad natural, Analisis granulométrico, Límites de consistencia, proctor modificado, CBR	<p>Humedad natural</p> <p>Analisis granulométrico</p> <p>Límites de consistencia</p> <p>Proctor Modificado</p> <p>CBR</p>	<p>Humedad natural</p> <p>Contenido de humedad (%)</p> <p>Analisis granulométrico</p> <p>Según SUCS</p> <p>Límites de consistencia</p> <p>Límite líquido</p> <p>Limite plástico</p> <p>Indice de plasticidad</p> <p>Proctor modificado</p> <p>Optimo contenido de humedad (%)</p> <p>Máxima densidad seca (gr/cm³)</p>

				CBR CBR
--	--	--	--	-------------------

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

REGISTRO DE EXCAVACIONES				 <small>Administración de Zonas, Cementos, Acero y Materiales, Construcción y Transportación</small>	
PROYECTO: UTILIZACIÓN DE CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN CENTRO POBLADO DE JIBITO, MIGUEL CHECA - SULLANA.				CALICATA: C-01	
CLIENTE: LARITZA CHEROS GARCÍA				Norte: 9458064	
UBICACIÓN: LADO CENTRO				Este: 526102	
FECHA: 13/09/2021				Cota: 2770	
PROFUNDIDAD: 1.50 Método Excavación: RETROEXCAVADORA				Nivel Agua: NP	
				Registrado por: RMR	
DATOS DE LA MUESTRA					DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL
Prof. (m)	Muestra	Humedad (%)	Clasificación		
			SUCS	Símbolo	
0,00					Conformada por grava bien gradada de plasticidad baja color pardo claro. Según la clasificación SUCS corresponde a una Gw.
1,50	M-1	3,00	Gw	Gw	
					

TELEMAU
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
 PARA EL SECTOR AGROPECUARIO Y RURAL

 Ing. Raúl R. Morales Pareda
JEFE DE LABORATORIO

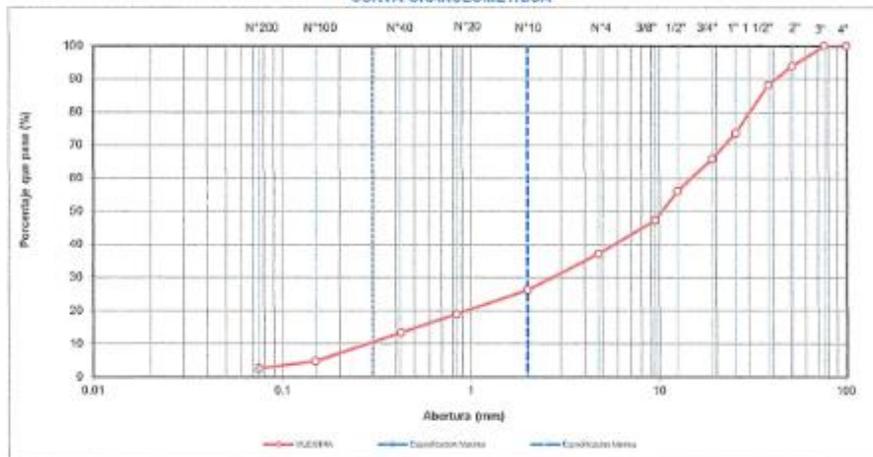
	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		Informe N° : C-0104-01
	Dirección: Calle Leoncio Prado N°812 - Sullana		Fecha de Emisión : 11/09/2021
	Contacto: 988 195 533 / 987 248 514		Páginas : 01-05
	Correo electrónico: laboratorio@telemau.com		Revisado por : Ing. R. Novales
			Certificado N° : C-0104-01-01

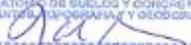
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(NORMA MTC E-107, E-108 AASHTO T-27, ASTM D422)

PROYECTO :	UTILIZACIÓN DE CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN CENTRO POBLADO DE JIBITO, MIGUEL CHECA - SULLANA
MUESTRA :	TERRENO NATURAL
CALICATA :	C-01

DATOS DE LA MUESTRA						
MUESTRO	: M - 01	TAMAÑO MÁXIMO	: 3"			
PROF. (m)	: 0.06 - 1.50 m	Peso inicial seco	: 11182.0 g			
		Peso lavado seco	: 11142 g			
TAMIZ	ANCHO T-27	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACOMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIONES
	Ømm					DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
4"	101.600				100.0	Contenido de Humedad (%) : 3.0
3"	76.200					Límite Líquido (LL) : 21
2"	50.800	580	6.08	6.1	93.92	Límite Plástico (LP) : 10
1 1/2"	38.100	639	5.63	11.7	88.28	Índice Plástico (IP) : 3
1"	25.400	1836	14.62	26.3	73.68	Clasificación (SUCS) : GW
3/4"	19.000	567	7.75	34.1	65.91	Clasificación (AASHTO) : A-1-a
1/2"	12.500	1090	9.75	43.84	56.16	Índice de Grupo : (0)
3/8"	9.500	186	8.82	52.66	47.34	Descripción (AASHTO) : BUENO
Nº 4	4.750	1132	10.12	62.78	37.22	Descripción (SUCS) : Grava bien graduada con arena
Nº 8	2.360		0.00	62.78	37.2	Índice de Liquidez : -4.74
Nº 10	2.000	167.5	10.95	73.73	26.27	Estado del Suelo : arenoso o siltoso
Nº 16	1.190					Índice de Consistencia : 5.74
Nº 20	0.840	111.4	7.28	81.01	18.99	Estado del Suelo : Estado Sólido
Nº 30	0.600					OBSERVACIONES :
Nº 40	0.425	84.9	5.55	86.56	13.44	Bolenta > 3" : 0.0
Nº 50	0.300					Grava 3" - Nº 4 : 62.8
Nº 80	0.177					Arena Nº 4 - Nº 200 : 34.9
Nº 100	0.150	131.6	0.60	95.16	4.84	Fines < Nº 200 : 2.8
Nº 200	0.075	34.4	2.25	97.41	2.59	D50 : 10.32
< Nº 200	FGNDO	39.8	2.59	100.00	0.00	

CURVA GRANULOMÉTRICA



TELEMAU
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
 PAVIMENTOS, HIDROGRAFÍA Y GEODESIA

 Ing. Raúl P. Morales Rueda
 JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 Dirección: Calle Leoncio Prado N°912 - Sullana
 Contacto: 936 195 535 / 967 246 514
 Correo electrónico: laboratorio@telemar.pe@hotmail.com

Informe N° : IC-01/04-01
 Fecha de Emisión : 13/09/2021
 Páginas : 02- 00
 Revisado por : Ing. R. Morales
 Certificado N° : IC-01/04-01-02

LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40
 (NORMA MTC E-110, E-111, AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

PROYECTO : UTILIZACIÓN DE CEMIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN CENTRO POBLADO DE JIBITO, MIGUEL CHECA - SULLANA
TRAMO : TERRENO NATURAL
CALICATA : C-01

DATOS DE LA MUESTRA
TAMAÑO MÁXIMO : 30^o 40
MUESTREO : M - 01
PROF. (m) : 0.08 - 1.50 m

LÍMITE LÍQUIDO				
N° TARRO		16	23	30
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		79.93	79.43	78.01
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		74.02	73.01	73.11
PESO DE AGUA (g)		5.91	6.42	4.90
PESO DEL TARRO (g)		47.95	47.78	49.72
PESO DEL SUELO SECO (g)		26.07	26.03	23.39
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		22.97	21.59	20.95
NÚMERO DE GOLPES		16	23	30

LÍMITE PLÁSTICO				
N° TARRO		34	17	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		54.97	50.92	
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		53.76	57.38	
PESO DE AGUA (g)		1.19	1.54	
PESO DEL TARRO (g)		47.40	49.72	
PESO DEL SUELO SECO (g)		6.38	8.66	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)		18.05	17.76	



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	21
LÍMITE PLÁSTICO	18
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	3

OBSERVACIONES

TELEMAR
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
 PAVIMENTOS, TOPOGRAFÍA Y GEODÉSIA
 Ing. Raúl R. Morales Ruzica
 JEFE DE LABORATORIO

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	Informe N° : C-01/M-01
	Dirección: Calle Leoncio Prado N°612 - Sullana Contacto: 988 195 533 / 987 248 514 Correo electrónico : laboratoriotelemau@hotmail.com	Fecha de Emis. : 11/09/2021 Páginas : 03- 06 Revisado por : Ing. R. Morales Certificado N° : C-01/M-01-03

HUMEDAD NATURAL
(NORMA MTC E-108)

PROYECTO	: UTILIZACIÓN DE CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN CENTRO POBLADO DE JBITO, MIGUEL CHECA - SULLANA
TRAMO	: TERRENO NATURAL
CALICATA	: C-01

DATOS

Nº de Ensayo	1	2	3
Peso de Mat. Humedo + Tara (gr.)	1756.0		
Peso de Mat. Seco + Tara (gr.)	1705.0		
Peso de Tara (gr.)			
Peso de Agua (gr.)	51.00		
Peso Mat. Seco (gr.)	1705.00		
Humedad Natural (%)	2.99		
Promedio de Humedad (%)	2.99		

Observaciones:

TELEMAU
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
 MINERÍA, TOPOGRAFÍA Y OROGRAFÍA

 Ing. Raúl R. Morales Rueda
 JEFE DE LABORATORIO

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS Dirección: Calle Leoncio Prado N°812 - Sullana Contacto: 088 195 533 / 967 248 514 Correo electrónico: laboratoriotelemau@hotmail.com	Informe N° : IC-01/M-01 Fecha de Emis. : 11/08/2021 Páginas : 06-00 Revisado por : Ing. R. Morales Certificado N° : IC-01/M-01-04
	ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (NORMA MTC E-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180)	

PROYECTO : UTILIZACIÓN DE CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN ESTABILIZACIÓN DE SUBRABANTE EN CENTRO POBLADO DE JIBITO, MIGUEL CHECA - SULLANA
TRAMO : TERRENO NATURAL CALICATA : C-01

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTREO : M - 01 PROF. (m) : 0.00 - 1.50 m	CLASF. (SUCS) : GW CLASF. (AASHTO) : A-1-a (0)

METODO DE COMPACTACION : C

Peso suelo + molde	gr	11326.0	11521.0	11717.0	11723.0
Peso molde	gr	6736.0	6736.0	6736.0	6736.0
Peso suelo húmedo compactado	gr	4590.0	4785.0	4979.0	4987.0
Volumen del molde	cm ³	2111.5	2111.5	2111.5	2111.5
Peso volumétrico húmedo	gr	2.173	2.267	2.368	2.361
Recipiente N°		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo+tara	gr	540.6	434.4	347.2	452.6
Peso del suelo seco + tara	gr	534.8	423.6	331.1	423.5
Tara	gr	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua	gr	5.8	10.8	16.1	29.1
Peso del suelo seco	gr	534.8	423.6	331.1	423.5
Contenido de agua	%	1.08	2.56	4.86	6.87
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.190	2.210	2.249	2.209
Densidad máxima (gr/cm ³)					2.249
Humedad óptima (%)					4.8



TELEMAU
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
 PAVIMENTOS, PISOGRANIT Y BARRIDERA

 Ing. Raúl J. Morales Rueda
 JEFE DE LABORATORIO

 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS Laboratorio de Suelos, Concreto, Pavimentos, Geotextiles y Topografía	Informe N° : C-0104-01 Fecha de Emb. : 11/09/2021 Páginas : 05- 08 Revisado por : Ing. R. Morales Certificado N° : C-0104-01-05
	Dirección: Calle Lencina Prado N°612 - Sullana Contacto: 908 195 533 / 967 246 511 Correo electrónico: laboratoriotelenu@gmail.com

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-122, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

PROYECTO :	UTILIZACIÓN DE CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN CENTRO POBLADO DE JIBITO, NEGUEL CHUCA - SULLANA
TRAMO :	TERRENO NATURAL
ALICATA:	C-01

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRO : M - 01
PROF. (m): 0.00 - 1.50 m

COMPACTACION

Molde N°	8		7		12	
	5	6	5	6	5	6
Capas N°	56		28		12	
Golpes por capa N°	56		28		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13117	13257.0	12073	12051.0	12435	12231.0
Peso de molde (g)	8108	8188.0	7918	7916.0	8012	8012.0
Peso del suelo húmedo (g)	4929.0	5069.0	4757.0	4945.0	4423.0	4219.0
Volumen del molde (cm³)	2105.30	2105.3	2104.5	2104.5	2110.10	2110.1
Densidad húmeda (g/cm³)	2.349	2.437	2.280	2.350	2.096	1.999
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	333.8	487.7	238.8	483.6	602.5	673.2
Peso suelo seco + tara (g)	325.2	440.1	246.7	438.7	618.6	613.9
Peso de tara (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua (g)	13.4	47.6	10.2	44.9	33.7	59.3
Peso de suelo seco (g)	325.2	440.1	246.7	438.7	618.6	613.9
Contenido de humedad (%)	4.18	10.82	4.13	10.23	5.45	9.68
Densidad seca (g/cm³)	2.245	2.172	2.171	2.132	1.988	1.823

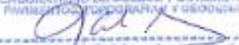
EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
12/09/2021	06:10	0	38.0	0.000	0.0	430.0	0.000	0.0	28.0	0.020	0.0
13/09/2021	06:16	24	61.0	0.279	0.2	451.0	0.573	0.5	43.0	0.381	0.3
14/09/2021	06:22	48	66.0	0.457	0.4	460.0	0.762	0.7	62.0	0.854	0.7
15/09/2021	06:28	72	70.0	0.503	0.4	468.0	0.965	0.6	71.0	1.002	0.9

EXPANSION 0.74

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm²	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.035	30.000	164.1	164.1			167.8	167.8			153.2	153.2		
1.270	60.000	448.3	448.3			297.3	297.3			201.8	201.8		
1.905	90.000	743.5	743.5			434.2	434.2			335.3	335.3		
2.540	120.000	877.8	877.8	770.5	57.7	615.0	615.9	620.1	45.9	480.9	480.9	514.0	38.1
3.180	150.000	928.3	928.3			779.8	779.8			639.7	638.7		
3.810	180.000	1037.1	1037.1			908.8	908.9			815.5	815.6		
5.090	240.000	1432.4	1432.4	1559.7	77.0	1154.2	1154.2	1132.9	55.9	1048.7	1048.7	984.4	48.8
7.620	300.000	2480.6	2480.6			1525.8	1526.0			1327.4	1327.4		
10.160	480.000	2986.7	2986.7			1925.8	1926.8			1775.6	1775.6		

TELEMAU
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
 PAVIMENTOS, GEOTEXTILES Y GEOTECNIA

 Ing. Raúl R. Morales Rueda
 JEFE DE LABORATORIO

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1557)

PROYECTO : UTILIZACIÓN DE CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN CENTRO POBLADO DE JIBITO, MIGUEL CHECA - SULLANA

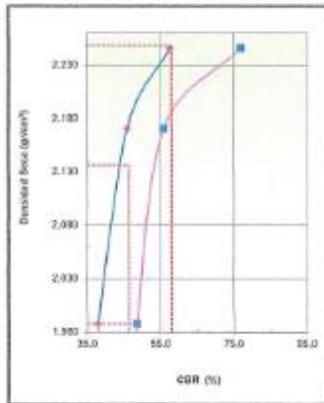
TRAMO : TERRENO NATURAL

CALCATA: C-01

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRO : M - 01

PROF. (m): 0.00 - 1.50 m



METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.249

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 4.8

95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.130

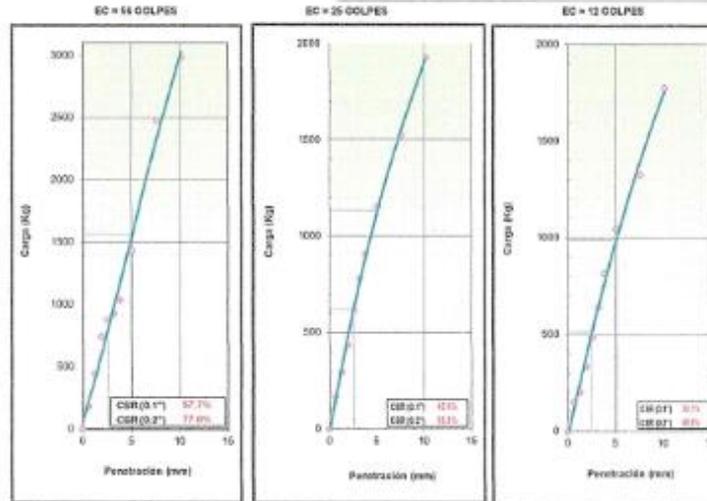
CBR al 100% de M.D.S. (%)	0.1%	55.1	0.2%	77.7
CBR al 95% de M.D.S. (%)	0.1%	46.3	0.2%	56.7

RESULTADOS:

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = **55.1 (%)**

Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = **46.3 (%)**

OBSERVACIONES:



TELEMAU
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
 PAVIMENTOS, GEOTECNIA Y GEODINÁMICA

 Ing. Raúl R. Morales-Rueda
 JEFE DE LABORATORIO

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		Informe N° : C-0188-01
	Dirección : Calle Leoncio Prado N°612 - Sullana Contacto : 985 165 533 / 987 246 514 Correo electrónico : laboratorio@telemau.com	Fecha de Emisión : 11/09/2021 Páginas : 01-05 Revisado por : Ing. R. Morales Certificado N° : C-0188-01-01	

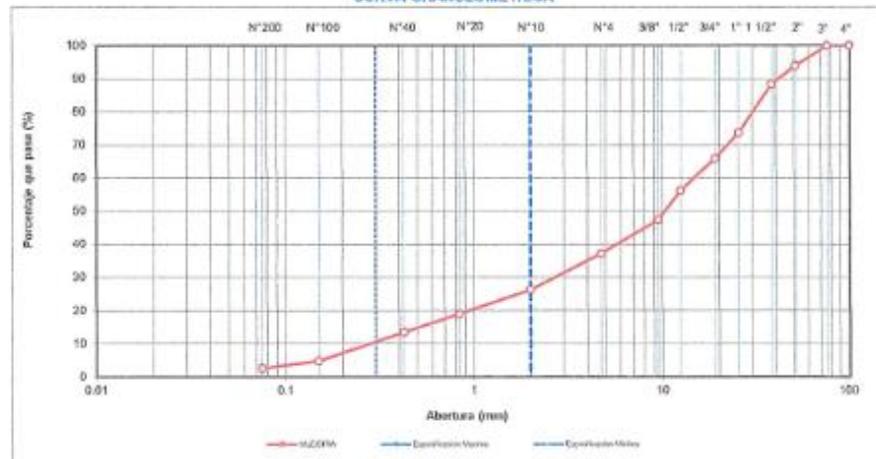
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(NORMA MTC E-107, E-108 AASHTO T-27, ASTM D422)

PROYECTO : UTILIZACIÓN DE CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN CENTRO POBLADO DE JIBITO, MIGUEL CHECA - SULLANA
MUESTRA : TERRENO NATURAL + 16% CENIZAS GALICATA : C-01

DATOS DE LA MUESTRA			
MUESTREO : M - 01 PROF. (m) : 0.00 - 1.50 m	TAMAZO MÁXIMO : 3" Peso inicial seco : 11182.0 g Peso lavado seco : 11142 g		

TAMIZ	AASHTO T-07 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION "M"	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
4"	101.600						Contenido de Humedad (%): 3.0
3"	76.200				100.0		Límite Líquido (LL): 31
2"	50.800	680	6.08	6.1	93.92		Límite Plástico (LP): 28
1 1/2"	38.100	520	5.53	11.7	88.28		Índice Plástico (IP): 3
1"	25.400	1635	14.62	26.3	73.66		Clasificación (SUCS): GW
3/4"	19.000	867	7.75	34.1	65.81		Clasificación (AASHTO): A-1-6
1/2"	12.500	1050	9.75	43.84	56.16		Índice de Grupo: (0)
3/8"	9.500	989	8.82	52.69	47.34		Descripción (AASHTO): BUENO
N° 4	4.750	1132	10.12	62.78	37.22		Descripción (SUCS): Grava bien graduada con arena
N° 8	2.300						
N° 10	2.000	167.5	10.95	73.73	26.27		Índice de Líquidez: 0.22
N° 14	1.190						Estado del Suelo: semiplástico o sólido
N° 20	0.840	111.4	7.28	81.01	18.98		Índice de Consistencia: 10.22
N° 50	0.600						Estado del Suelo: Estado Sólido
N° 40	0.425	84.3	5.55	86.56	13.44		OBSERVACIONES:
N° 50	0.300						Solomena > 3": 0.0
N° 60	0.177						Grava 3" - N° 4: 62.8
N° 100	0.150	131.6	6.60	95.10	4.94		Arena N°4 - N° 200: 34.8
N° 200	0.075	34.1	2.25	97.41	2.59		Fines < N° 200: 2.6
< N° 200	FONDO	39.6	2.59	100.00	0.00		D50: 10.32

CURVA GRANULOMÉTRICA




Ing. Raúl R. Morales Pareda
 JEFE DEL LABORATORIO



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 Dirección: Calle Leoncio Prado N°612 - Sullana
 Contacto: 968 195 533 / 967 240 514
 Correo electrónico: laboratorio@telemau.com
 laboratorio@telemau@hotmail.com

Informe N° : C-01/05-01
 Fecha de Emisión : 12/09/2021
 Páginas : 02-05
 Revisado por : Ing. R. Morales
 Certificado N° : C-01/05-01-02

LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40
 (NORMA MTC E-110, E-111, AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

PROYECTO : UTILIZACIÓN DE CENZAS DE BAGAJO DE CAÑA DE AZÚCAR EN ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN CENTRO POBLADO DE JERTO, MIGUEL CHECA - SULLANA

TRAMO : TERRENO NATURAL + 15% CENZAS
CALICATA : C-01

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTREO : M - 01 **TAMAÑO MÁXIMO** : N° 40
PROF. (m) : 0.05 - 1.50 m

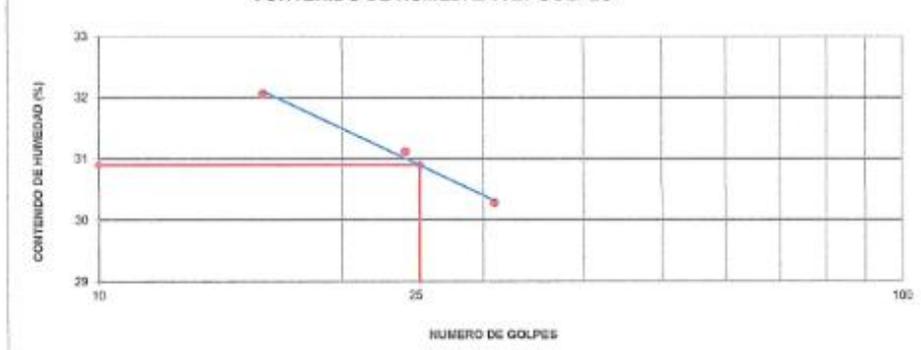
LÍMITE LÍQUIDO

N° TARRO	25	24	30
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	69.33	75.19	78.29
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	64.29	68.23	70.71
PESO DE AGUA (g)	5.04	6.96	7.58
PESO DEL TARRO (g)	48.57	45.88	45.88
PESO DEL SUELO SECO (g)	15.72	22.37	25.03
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	32.06	31.11	30.28
NÚMERO DE GOLPES	16	24	31

LÍMITE PLÁSTICO

N° TARRO	27	30
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	65.02	65.99
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	61.40	62.21
PESO DE AGUA (g)	3.62	3.78
PESO DEL TARRO (g)	48.52	48.52
PESO DEL SUELO SECO (g)	12.88	13.39
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	28.11	28.23

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	30.9
LÍMITE PLÁSTICO	28.2
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	2.7

OBSERVACIONES

TELEMAU
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS
 PAVIMENTOS, TOPOGRAFÍA Y MEDICIÓN

Ing. Raúl R. Morales Rueda
 JEFE DE LABORATORIO

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	Informe N° : C-0188-01
	Dirección: Calle Leoncio Prado N°512 - Sullana Contacto: 968 198 533 / 967 246 514 Correo electrónico: laboratorio@telemau@hotmail.com	Fecha de Ems. : 19/09/2021 Páginas : 03-08 Revisado por : Ing. R. Morales Certificado N° : C-0188-01-04

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
(NORMA MTC E-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180)

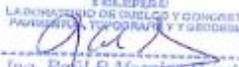
PROYECTO	: UTILIZACIÓN DE CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN CENTRO POBLADO DE JIBITO, MIGUEL CHECA - SULLANA
TRAMO	: TERRENO NATURAL + 15% CENIZAS
CALICATA	: C-01

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTREO	: M - 01
PROF. (m):	: 0.00 - 1.60 m
CLASF. (SUCS)	: GW
CLASF. (AASHTO)	: A-1-a (0)

METODO DE COMPACTACION : C

Peso suelo + molde	gr	11098.0	11290.0	11499.0	11905.0
Peso molde	gr	6738.0	6738.0	6738.0	6738.0
Peso suelo húmedo compactado	gr	4360.0	4552.0	4761.0	4767.0
Volumen del molde	cm ³	2111.5	2111.5	2111.5	2111.5
Peso volumétrico húmedo	gr	2.065	2.156	2.255	2.258
Recipiente N°		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo+tara	gr	305.2	270.5	350.1	329.3
Peso del suelo seco + tara	gr	356.1	259.8	330.8	304.9
Tara	gr	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua	gr	9.1	10.7	19.3	24.4
Peso del suelo seco	gr	356.1	259.8	330.8	304.9
Contenido de agua	%	2.56	4.12	5.83	8.00
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.013	2.071	2.131	2.090
Densidad máxima (gr/cm³)					2.130
Humedad óptima (%)					6.5



TELEMAU
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
 PAVIMENTOS, TOPOGRAFIA Y GEODESIA

 Ing. Raúl R. Morales Kueda
 JEFE DE LABORATORIO

 TELEMAU <small>Laboratorio de Suelos, Concreto, Pavimentos, Geotecnia y Topografía</small>	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		Informe N° : C-011M-01
	Dirección: Calle Leoncio Prado N° 612 - Sullana		Fecha de Emis. : 11/09/2021
	Contacto: 980 195 533 / 987 246 514		Páginas : 06-08
	Correo electrónico: laboratorio@telemau.com		Revisado por : Ing. R. Morales
			Certificado N° : C-011M-01-05

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1583)

PROYECTO :	UTILIZACIÓN DE CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN CENTRO POBLADO DE JIBITO, MIGUEL CHECA - SULLANA
TRAMO :	TERRENO NATURAL + 15% CENIZAS
CALICATA :	C-01

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTREO :	M - 01
PROF. (m):	0.00 - 1.00 m

COMPACTACION

	10		13		16	
	5	6	5	6	6	6
Golpes por capa N°	66		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	1282.0	1291.0	1257.2	1268.0	1233.1	1231.0
Peso de molde (g)	812.6	812.6	816.6	816.0	801.2	801.0
Peso del suelo húmedo (g)	469.4	478.5	440.6	452.0	431.9	429.0
Volumen del molde (cm³)	2105.30	2105.3	2101.1	2101.1	2118.30	2119.3
Densidad húmeda (g/cm³)	2.220	2.273	2.097	2.157	2.038	1.991
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	269.9	269.8	311.8	319.3	540.2	673.2
Peso suelo seco + tara (g)	273.2	330.3	291.5	290.5	507.1	613.9
Peso de tara (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua (g)	16.7	20.5	17.3	20.8	33.1	59.3
Peso de suelo seco (g)	273.2	330.3	291.5	290.5	507.1	613.9
Contenido de humedad (%)	6.11	6.23	5.97	7.16	6.53	9.66
Densidad seca (g/cm³)	2.181	2.091	1.991	1.962	1.913	1.815

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
12/09/2021	08:10	0	50.0	0.000	0.0	20.0	0.000	0.0	14.0	0.020	0.0
13/09/2021	08:16	24	50.0	0.000	0.0	20.0	0.000	0.0	16.0	0.051	0.0
14/09/2021	08:22	48	50.0	0.000	0.0	20.0	0.000	0.0	16.0	0.051	0.0
15/09/2021	08:28	72	50.0	0.000	0.0	20.0	0.000	0.0	16.0	0.051	0.0

EXPANSION 0.01

PENETRACION

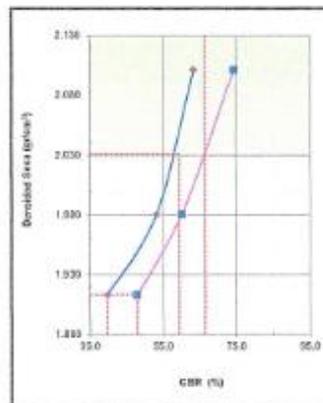
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm²	MOLDE N°						MOLDE N°						MOLDE N°					
		CARGA		CORRECCION		%	CARGA		CORRECCION		%	CARGA		CORRECCION		%			
		Dial (div)	kg	kg	kg		Dial (div)	kg	kg	kg		Dial (div)	kg	kg	kg				
0.000		0	0				0	0				0	0						
0.635	30.000	198.3	198.3				164.2	164.2				158.8	158.8						
1.270	60.000	402.3	402.3				357.1	357.1				331.5	331.5						
1.905	90.000	691.7	691.7				594.3	594.3				552.9	552.9						
2.540	120.000	803.4	803.4	856.5	63.4		732.8	732.8	719.8	63.3		594.1	594.1	537.4	39.8				
3.180	150.000	1007.5	1007.5				857.9	857.9				882.7	882.7						
3.810	180.000	1214.6	1214.6				970.9	970.9				876.4	876.4						
5.080	240.000	1902.8	1892.8	1907.4	74.4		1251.4	1251.4	1219.8	60.2		1013.2	1013.2	971.4	48.0				
7.620	360.000	1974.3	1974.3				1536.8	1536.8				1212.6	1212.6						
10.160	480.000	2454.8	2454.8				1818.7	1818.7				1435.0	1435.0						


Ing. Raúl R. Morales Fustes
 JEFE DEL LABORATORIO

PROYECTO : UTILIZACIÓN DE CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN CENTRO POBLADO DE JIBITO, MIGUEL CHECA - SULLAMA
TRAMO : TERRENO NATURAL + 10% CENIZAS
CAUCATA : C-41

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRO : M - 01
PROF. (m): 0.80 - 1.50 m

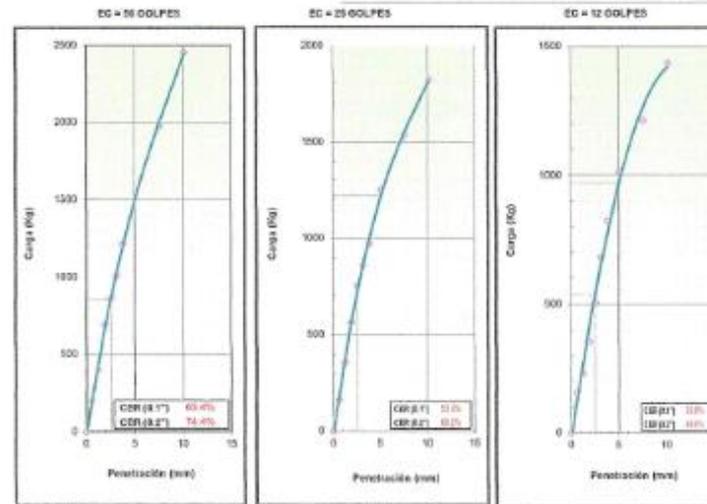


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.136
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 6.5
W% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.031

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	65.5	0.2"	75.7
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	50.4	0.2"	65.2

RESULTADOS:
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = **65.5 (%)**
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = **50.4 (%)**

OBSERVACIONES:



TELEMAU
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
 FORTALEZA Y SEGURIDAD

 Ing. Raúl R. Morales Pérez
 JEFE DE LABORATORIO

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS Dirección: Calle Leoncio Prado N°612 - Sullana Contacto: 968 856 533 / 967 246 514 Correo electrónico: laboratorio@telemau.com	Informe N° : C-0100-01 Fecha de Emisión : 11/09/2021 Páginas : 01-05 Revisado por : Ing. R. Morales Certificado N° : C-0100-01-01
	laboratorio@telemau.com	

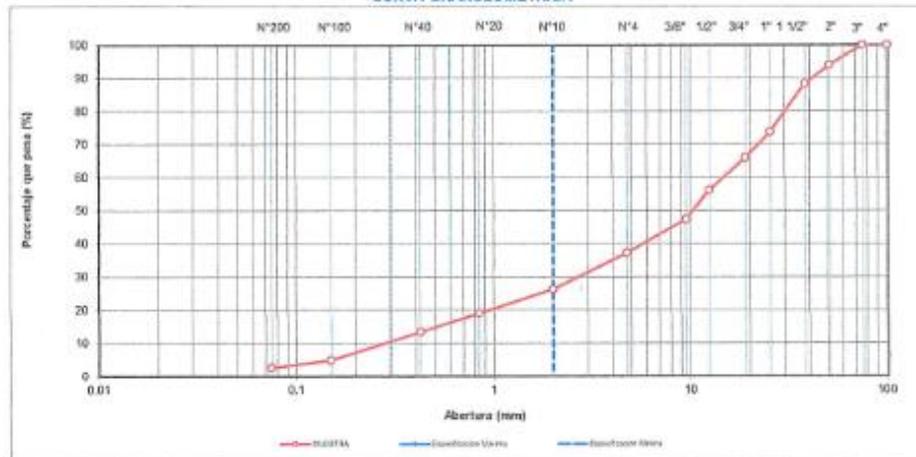
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(NORMA MTC E-107, E-108 AASHTO T-27, ASTM D422)

PROYECTO : UTILIZACIÓN DE CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN CENTRO POBLADO DE JIBITO, MIGUEL CHECA - SULLANA	ESTE : 526102 NORTE : 9458964
MUESTRA : TERRENO NATURAL + 20% CENIZAS CALICATA : C-01	

DATOS DE LA MUESTRA			
MUESTREO : M - 01 PROF. (m) : 0.90 - 1.50 m	TAMAÑO MÁXIMO : 3" Peso inicial seco : 1192.0 g Peso lavado seco : 1112 g		

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACION	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
	Ømm	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	GRADACIÓN 'A'	
4"	101.600				100.0		Contenido de Humedad (%): 3.0
3"	76.200						Límite Líquido (LL): 35
2"	50.800	600	5.06	6.1	93.92		Límite Plástico (LP): 33
1 1/2"	38.100	830	5.83	11.7	88.25		Índice Plástico (IP): 2
1"	25.400	1035	14.82	26.3	73.65		Clasificación (SUCS): GW
3/4"	19.000	807	7.75	34.1	65.91		Clasificación (AASHTO): A-1-a
1/2"	12.500	1090	9.78	43.84	56.16		Índice de Grupo: (G)
3/8"	9.500	906	8.82	52.66	47.34		Descripción (AASHTO): BUENO
N° 4	4.750	1132	10.12	62.78	37.22		Descripción (SUCS): Grava bien graduada con arena
N° 8	2.360						
N° 10	2.000	107.5	10.95	73.73	26.27		Índice de Líquidez: -16.74
N° 16	1.190						Estado del Suelo: semiplástico o sólido
N° 20	0.840	111.4	7.28	81.01	18.99		Índice de Consistencia: 17.74
N° 30	0.600						Estado del Suelo: Estado Sólido
N° 40	0.425	84.9	5.55	86.56	13.44		OBSERVACIONES:
N° 50	0.300						Externa = 3": 0.0
N° 80	0.177						Grava 3" - N° 4: 62.8
N° 100	0.150	131.8	8.00	95.19	4.84		Arena N°6 - N° 200: 34.8
N° 200	0.075	34.4	2.25	97.41	2.59		Fines < N° 200: 2.6
< N° 200	FONDO	29.6	2.25	100.00	0.00		D50: 10.32

CURVA GRANULOMÉTRICA



TELEMAU
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y GEODÉSICA

 Ing. Raúl R. Morales Rueda
 JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 Dirección: Calle Leoncio Prado N°012 - Sullana
 Contacto: 969 106 533 / 967 246 514
 Correo electrónico: laboratorio@telenu.com

Informe N° : IC-0188-01
 Fecha de Emisión : 12/09/2021
 Páginas : 02-05
 Revisado por : Ing. R. Morales
 Certificado N° : IC-0188-01-02

LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40
 (NORMA MTC E-110, E-111, AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

PROYECTO : UTILIZACIÓN DE CENZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN CENTRO POBLADO DE JIBTO, MIGUEL CHECA - SULLANA

TRAMO : TERRENO NATURAL + 20% CENZAS
CALICATA : C-01

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTREO : N - 01 **TAMAÑO MÁXIMO :** N° 40
PROF. (m) : 0.05 - 1.00 m

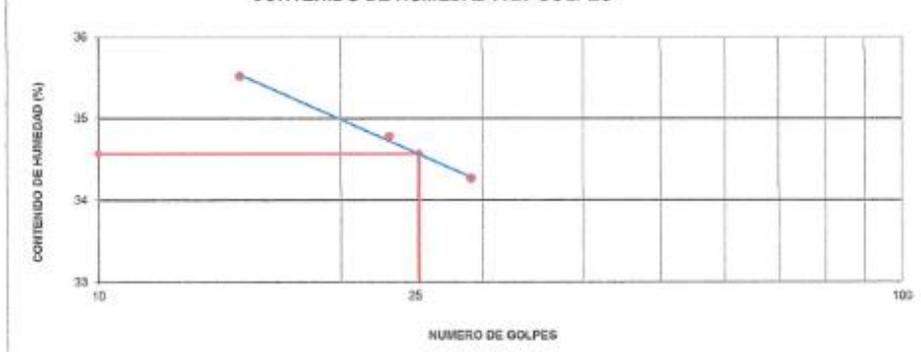
LÍMITE LÍQUIDO

N° TARRO	13	28	33
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	05.07	72.99	75.83
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	01.73	66.10	68.97
PESO DE AGUA (g)	4.34	6.89	6.86
PESO DEL TARRO (g)	49.51	40.29	40.95
PESO DEL SUELO SECO (g)	12.22	19.81	20.02
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	35.52	34.78	34.27
NÚMERO DE GOLPES	15	23	29

LÍMITE PLÁSTICO

N° TARRO	19	21
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	05.95	03.99
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	02.74	01.73
PESO DE AGUA (g)	4.21	4.26
PESO DEL TARRO (g)	49.82	40.82
PESO DEL SUELO SECO (g)	12.92	12.91
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	32.58	33.00

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	34.8
LÍMITE PLÁSTICO	32.8
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	1.8

OBSERVACIONES

TELEMAU
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
 PAVIMENTOS, TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
 Ing. Raúl E. Morales Rueda
 JEFE DE LABORATORIO

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		Informe N°	: C-0188-01
	Dirección: Calle Leonelo Prado N°512 - Sullana		Fecha de Ems.	: 11/09/2021
	Contacto: 966 190 533 / 967 246 514		Páginas	: 03-05
	Correo electrónico: laboratoriotelmau@hotmail.com		Revisado por	: Ing. R. Morales
			Certificado N°	: C-0188-01-04

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
(NORMA MTC E-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180)

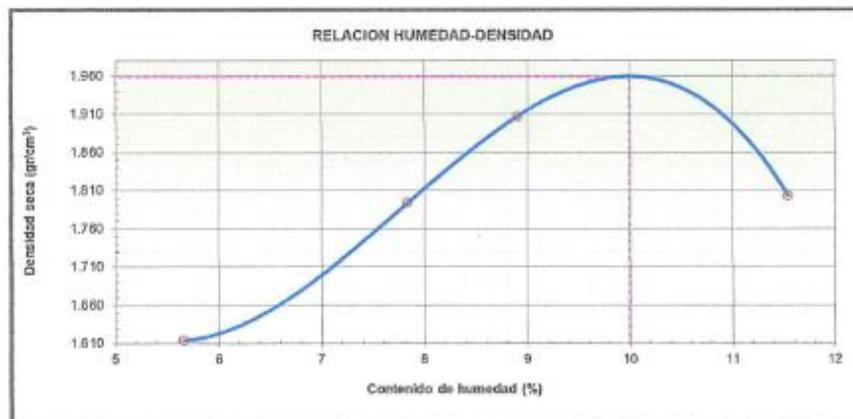
PROYECTO	: UTILIZACIÓN DE CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN CENTRO POBLADO DE JIBITO, MIGUEL CHECA - SULLANA
TRAMO	: TERRENO NATURAL + 20% CENIZAS
CALICATA	: C-01

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTREO	: M - 01	CLASF. (SUCS)	: GW
PROF. (m)	: 0.00 - 1.50 m	CLASF. (AASHTO)	: A-1-a (0)

METODO DE COMPACTACION : C

Peso suelo + molde	gr	10339.0	10823.0	11123.0	10964.0
Peso molde	gr	6738.0	6738.0	6738.0	6738.0
Peso suelo húmedo compactado	gr	3601.0	4085.0	4385.0	4246.0
Volumen del molde	cm ³	2111.5	2111.5	2111.5	2111.5
Peso volumétrico húmedo	gr	1.705	1.935	2.077	2.011
Recipiente N°		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo+tara	gr	623.3	365.9	250.6	228.1
Peso del suelo seco + tara	gr	589.9	339.3	230.3	204.5
Tara	gr	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua	gr	33.4	26.6	20.5	23.6
Peso del suelo seco	gr	589.9	339.3	230.3	204.5
Contenido de agua	%	5.66	7.84	8.90	11.54
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.814	1.794	1.907	1.803
Densidad máxima (gr/cm ³)					1.959
Humedad óptima (%)					10.0




Ing. Raúl R. Morales Escada
 JEFE DE LABORATORIO

 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS Laboratorio de Suelos, Concreto, Pavimentos, Geotecnia y Topografía	Informe N° : C-01/05-01 Fecha de Emis. : 11/09/2021 Páginas : 04-08 Revisado por : Ing. R. Morales Certificado N° : C-01/05-01-05
	Dirección: Calle Leoncio Prado N°612 - Sullana Contacto: 968 195 533 / 967 248 514 Correo electrónico: laboratorio@telemau@hotmail.com

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

PROYECTO	UTILIZACION DE CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN CENTRO POBLADO DE JERTO, MOQUEL CHECA - SULLANA
TRAMO	TERRENO NATURAL + 20% CENIZAS
CALICATA:	C-01

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTREO	M - 01
PROF. (m):	0.00 - 1.50 m

COMPACTACIÓN

	6		8		13	
	5	5	5	5	5	5
Golpes por capa N°	26		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12514	12825.0	11910	12292.0	11951	12035.0
Peso de molde (g)	8024	8024.0	7902	7902.0	8012	8012.0
Peso del suelo húmedo (g)	4490.0	4801.0	4008.0	4390.0	3939.0	4024.0
Volumen del molde (cm ³)	2101.80	2101.8	2012.4	2012.4	2119.30	2119.3
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.136	2.284	1.992	2.181	1.859	1.899
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	103.1	359.3	319.8	423.5	546.2	602.3
Peso suelo seco + tara (g)	146.0	309.1	292.9	361.6	502.1	602.4
Peso de tara (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua (g)	13.1	50.2	26.9	61.7	44.1	79.9
Peso de suelo seco (g)	146.0	309.1	292.9	361.6	502.1	602.4
Contenido de humedad (%)	9.36	16.24	9.18	17.05	8.78	13.26
Densidad seca (g/cm ³)	1.953	1.965	1.824	1.864	1.789	1.676

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
12/09/2021	08:10	0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0
13/09/2021	08:18	24	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0
14/09/2021	08:22	48	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0
15/09/2021	08:28	72	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0

EXPANSION 0.00

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N°						MOLDE N°						MOLDE N°							
		CARGA			CORRECCION			CARGA			CORRECCION			CARGA			CORRECCION				
		Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%		
0.000		0	0				0	0				0	0				0	0			
0.635	30.000	103.4	183.4				154.9	154.9				123.2	123.2								
1.270	60.000	388.9	369.9				278.3	278.3				175.2	175.2								
1.905	90.000	526.4	526.4				385.2	385.2				302.6	302.6								
2.540	120.000	732.3	732.3	790.4	95.6		561.3	561.3	587.4	43.5		498.6	498.6	481.3	36.4						
3.180	150.000	1023.2	1023.2				785.5	785.5				623.5	623.5								
3.810	180.000	1123.5	1123.5				956.3	956.3				742.3	742.3								
5.090	240.000	1342.6	1342.6	1422.4	70.2		1142.6	1142.6	1169.9	56.7		865.1	865.1	896.7	64.3						
7.620	360.000	2012.7	2012.7				1702.6	1702.6				1123.1	1123.1								
10.160	480.000	2421.6	2421.6				2021.4	2021.4				1432.7	1432.7								


Ing. Rodolfo Morales Frías
 JEFE DE LABORATORIO

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-103, ASTM D 1583)

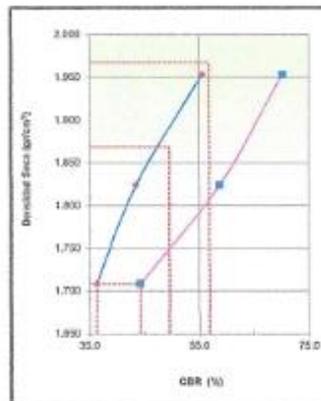
PROYECTO : UTILIZACION DE CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN ESTABILIZACION DE SUBRASANTE EN CENTRO POBLADO DE JIBITO, WAOUL CHECA - SULLANA

TRAMO : TERRENO NATURAL + 20% CENIZAS

CALICATA : C-01

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTREO : M - 01
PROP. (m) : 0.00 - 1.30 m

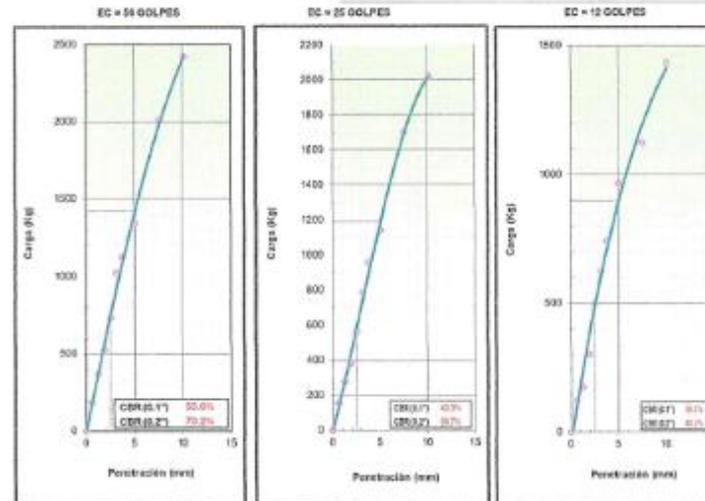


METODO DE COMPACTACION : ASTM D 1567
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.967
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 10.0
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.899

CBR al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	50.9	0.2"	71.6
CBR al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	49.8	0.2"	69.9

RESULTADOS:
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 55.5 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 49.8 (%)

OBSERVACIONES:



TELEMAU
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
 DIVISION DE TOPOGRAFIA Y GEODESIA

 Ing. Raúl R. Morales Rueda
 JEFE DE LABORATORIO

REGISTRO DE EXCAVACIONES					
PROYECTO: UTILIZACIÓN DE CENIZAS DE BAGAJO DE CAÑA DE AZÚCAR EN ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN CENTRO POBLADO DE JIBITO, MIGUEL CHECA - SULLANA				CALICATA: C-02	
CLIENTE: LARITZA CHERÓS GARCÍA				Norte: 9456106	
UBICACIÓN: LADO CENTRO				Este: 528590	
FECHA: 13/09/2021				Cota: 2077	
PROFUNDIDAD: 1.50		Método Excavación: MANUAL		Nivel Agua: NP	
DATOS DE LA MUESTRA					Registrado por: RMR
Prof. (m)	Muestra	Humedad (%)	Clasificación		DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL
			SUCS	Símbolo	
0.00	M-1	1.20	SP -SM		Conformada por arena limosa pobremente gradada color pardo claro, sin plasticidad. Según la clasificación SUCS corresponde a una SP-SM.
1.50					
					

TELEMAU
 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA
 PAVIMENTOS Y GEODINÁMICA

Ing. Raúl R. Morales Ríos
 JEFE DE LABORATORIO

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		Informe N°	: C-0298-01
	Dirección: Calle Leoncio Prado N°612 - Sullana		Fecha de Emisión	: 12/09/2021
	Contacto: 968 195 533 / 967 246 514		Páginas	: 02 - 06
	Correo electrónico: laboratorio@telemau.com		Revisado por	: Ing. R. Morales
			Certificado N°	: C-0298-01-02

LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40
(NORMA MTC E-110, E-111, AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

PROYECTO	: UTILIZACIÓN DE CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN CENTRO POBLADO DE JIBITO, MOQUEL CHECA - SULLANA
TRAMO	: TERRENO NATURAL
CALICATA	: C-02

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTREO	: M - 01	TAMAÑO MÁXIMO	: N° 40
PROF. (m)	: 0.60 - 1.00 m		

LIMITE LIQUIDO

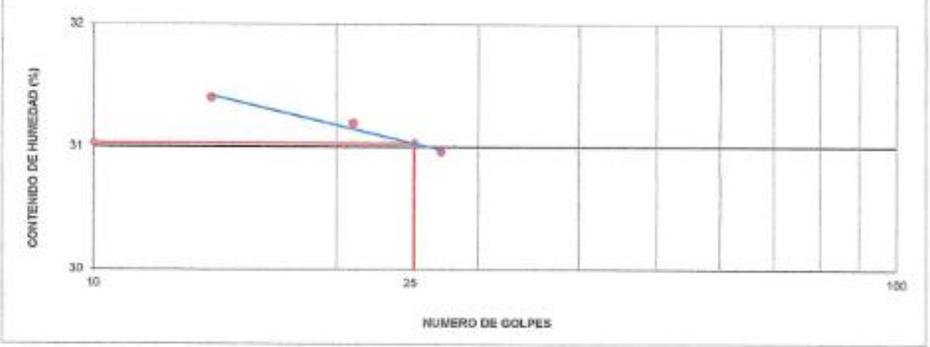
N° TARRO		5	16	33
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	67.25	81.08	79.05
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	62.92	74.03	72.22
PESO DE AGUA	(g)	4.33	7.96	6.83
PESO DEL TARRO	(g)	49.13	46.51	50.16
PESO DEL SUELO SECO	(g)	13.79	25.52	22.06
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	31.40	31.19	30.96
NUMERO DE GOLPES		14	21	27

LIMITE PLASTICO

N° TARRO				
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)			
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)			
PESO DE AGUA	(g)			
PESO DEL TARRO	(g)			
PESO DEL SUELO SECO	(g)			
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)			

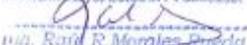
N.P

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	31
LIMITE PLASTICO	N.P.
INDICE DE PLASTICIDAD	N.P.

OBSERVACIONES


 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
 INGENIERIA GEOLOGICA Y GEOTECNICA

 Ing. Raúl R. Morales Pineda
 JEFE DEL LABORATORIO



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 Dirección: Calle Leoncio Prado N°512 - Sullana
 Contacto: 968 156 533 / 967 246 514
 Correo electrónico: laboratorio@telemar.com.pe
 laboratorio@telemar.com

Informe N° : IC-02M-01
 Fecha de Emisión : 11/06/2021
 Páginas : 01-05
 Revisado por : Ing. R. Morales
 Certificado N° : IC-02M-01-01

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 (NORMA MTC E-107, E-106 AASHTO T-27, ASTM D422)

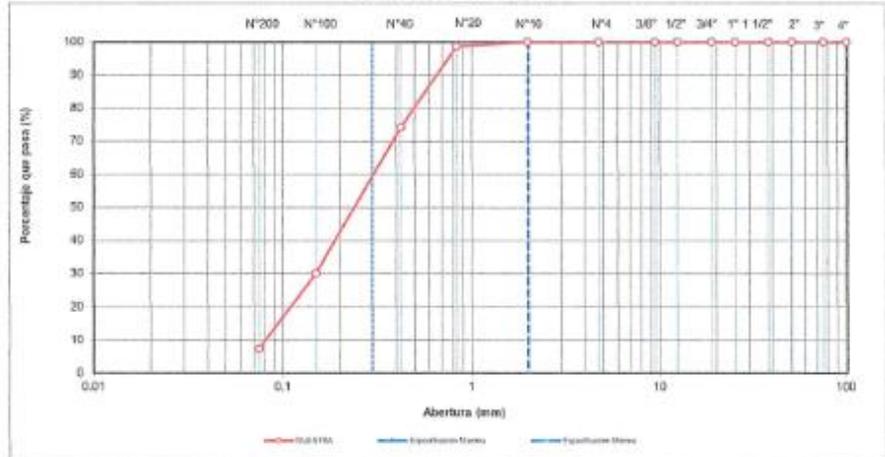
PROYECTO : UTILIZACIÓN DE CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN CENTRO PUEBLADO DE JIMTO, MOQUEL CHECA - SULLANA
 MUESTRA : TERRENO NATURAL ESTE: 520690
 CALICATA : C-02 NORTE: 9456106

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTREO : M - 01 TAMAÑO MÁXIMO : N° 10
 PROF. (m) : 0.00 - 1.00 m Peso inicial seco : 516.4 g
 Peso lavado seco : 478 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	FORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION GRADACION "W"	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
4"	101.600						Contenido de Humedad (%): 1.2
3"	76.200						Límite Líquido (LL): 31
2"	50.800						Límite Plástico (LP): N.P.
1 1/2"	38.100						Índice Plástico (PI): N.P.
1"	25.400						Clasificación (SUCS): SP - SM
3/4"	19.000						Clasificación (AASHTO): A-3
1/2"	12.500						Índice de Grupo: (5)
3/8"	9.500						Descripción (AASHTO): BUENO
N° 4	4.750						Descripción (SUCS): Arena pobremente graduada con limo
N° 8	2.360						
N° 10	2.000				100.00		Índice de Líquido:
N° 16	1.180						Estado del Suelo:
N° 20	0.840	5.8	1.32	1.32	98.68		Índice de Consistencia:
N° 30	0.600						Estado del Suelo:
N° 40	0.425	126.2	24.44	25.76	74.24		OBSERVACIONES:
N° 50	0.300						Bolores > 3": 0.0
N° 60	0.250						Grava 3" - 3/4": 0.0
N° 100	0.150	227.7	44.09	69.85	30.15		Arena N°4 - N° 200: 92.8
N° 200	0.075	117.7	22.79	92.64	7.26		Fines < N° 200: 7.4
+ N° 200	FONDO	38.0	7.30	100.00	0.00		DSO: 0.24

CURVA GRANULOMÉTRICA



TELEMAR
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
 PAVIMENTOS, GEOTÉCNICA Y GEODINÁMICA
 Ing. Raúl R. Morales-Rueda
 JEFE DE LABORATORIO

 <p>TELEMAU Laboratorio de Suelos, Concreto, Pavimentos, Geodésica y Topografía</p>	<p>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</p> <p>Dirección: Calle Leoncio Prado N°812 - Sullana</p> <p>Contacto: 986 195 533 / 987 248 514</p> <p>Correo electrónico: laboratoriotelemau@hotmail.com</p>	<p>Informe N° : C-02/M-01</p> <p>Fecha de Emis. : 11/09/2021</p> <p>Páginas : 03-06</p> <p>Revisado por : Ing. R. Morales</p> <p>Certificado N° : C-02/M-01-03</p>
	<p>HUMEDAD NATURAL (NORMA MTC E-108)</p>	

PROYECTO	: UTILIZACIÓN DE CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN CENTRO POBLADO DE JIBITO, MIGUEL CHECA - SULLANA
TRAMO	: TERRENO NATURAL
CALICATA	: C-02

DATOS

N° de Ensayo	1	2	3
Peso de Mat. Humedo + Tara (gr.)	562.9		
Peso de Mat. Seco + Tara (gr.)	556.4		
Peso de Tara (gr.)			
Peso de Agua (gr.)	6.50		
Peso Mat. Seco (gr.)	556.40		
Humedad Natural (%)	1.17		
Promedio de Humedad (%)	1.17		

Observaciones:


Ing. Raúl R. Morales Breda
 JEFE DE LABORATORIO

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		Informe N° : C-02M-01
	Dirección: Calle Leoncio Prado N° 812 - Sullana		Fecha de Emis. : 11/09/2021
	Contacto: 985 195 533 / 987 246 514		Páginas : 04-08
	Correo electrónico: laboratorio@telemau@hotmail.com		Revisado por : Ing. R. Morales
			Certificado N° : C-02M-01-04

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
(NORMA MTC E-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180)

PROYECTO :	UTILIZACIÓN DE CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN CENTRO POBLADO DE JIBITO, MIGUEL CHECA - SULLANA
TRAMO :	TERRENO NATURAL
CALICATA :	C-02

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTREO : M - 01	CLASF. (SUCS) : SP - SM
PROF. (m): 0.00 - 1.50 m	CLASF. (AASHTO) : A-3 (0)

METODO DE COMPACTACION : A

Peso suelo + molde	gr	4864	5221	5308	5302	
Peso molde	gr	3762.0	3762.0	3762.0	3762.0	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1202.0	1459.0	1606.0	1540.0	
Volumen del molde	cm ³	931.6	931.6	931.6	931.6	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.290	1.566	1.724	1.653	
Recipiente N°		1	2	3	4	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	321.4	420.3	448.1	532.6	
Peso del suelo seco + tara	gr	318.0	411.4	431.9	509.1	
Tara	gr	0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de agua	gr	3.4	8.9	16.2	23.5	
Peso del suelo seco	gr	318.0	411.4	431.9	509.1	
Contenido de agua	%	1.07	2.16	3.75	4.62	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.277	1.533	1.662	1.600	
						Densidad máxima (gr/cm ³)
						1.664
						Humedad óptima (%)
						3.6



TELEMAU
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
 PAVIMENTOS, ASFALTOS Y GEOTECNIA

 Ing. Raúl R. Morales Rueda
 JEFE DE LABORATORIO

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		Informe N° : C-00/M-01
	Dirección: Calle Leoncio Prado N°912 - Sullana		Fecha de Emis. : 11/09/2021
	Contacto: 068 105 533 / 987 249 514		Páginas : 05- 06
	Correo electrónico: laboratoriotelemau@telemau.com		Revisado por : Ing. R. Morales Certificado N° : C-00/M-01-05

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

PROYECTO :	UTILIZACION DE CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR EN ESTABILIZACION DE SUBRASANTE EN CENTRO PBLADO DE JERTO, MIGUEL CHECA - SULLANA
TRAMO :	TERRENO NATURAL
CALICATA :	C-02

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTREO :	M - 01
PROF. (m):	0.00 - 1.50 m

COMPACTACION

	12		6		11	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°						
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11705	12205.0	11578	11922.0	11221	11450.0
Peso de molde (g)	8188	8188.0	8125	8135.0	8016	8016.0
Peso del suelo húmedo (g)	3517.0	4017.0	3441.0	3818.0	3205.0	3440.0
Volumen del molde (cm³)	2105.30	2105.3	2106.4	2106.4	2110.50	2110.5
Densidad húmeda (g/cm³)	1.671	1.908	1.634	1.813	1.566	1.630
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	156.2	401.2	309.2	529.9	620.3	366.6
Peso suelo seco + tara (g)	151.4	339.8	309.1	451.1	369.1	501.2
Peso de tara (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua (g)	4.8	61.4	11.1	78.8	31.2	85.4
Peso de suelo seco (g)	151.4	339.8	309.1	451.1	369.1	501.2
Contenido de humedad (%)	3.17	18.07	3.59	17.47	5.21	17.04
Densidad seca (g/cm³)	1.613	1.616	1.577	1.643	1.488	1.380

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
12/09/2021	08:10	0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0
13/09/2021	08:16	24	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0
14/09/2021	08:22	48	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0
15/09/2021	08:28	72	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0

EXPANSION 0.00

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635	30.000	30.5	30.5			24.2	24.2			17.3	17.3		
1.270	60.000	62.2	62.2			53.1	53.1			39.1	39.1		
1.805	90.000	101.3	101.3			65.5	65.5			66.7	66.7		
2.540	120.000	70.5	126.0	128.9	130.3	10.2	88.0	86.6	115.9	8.6	79.8	79.0	84.4
3.180	150.000		169.5	169.5			146.7	146.7			99.4	99.4	
3.810	180.000		219.0	219.0			189.8	189.8			136.2	136.2	
5.080	240.000	165.7	277.3	277.3	286.1	13.1	235.1	235.1	229.2	11.3	165.9	165.9	166.8
7.620	300.000		335.4	335.4			298.6	298.6			239.7	239.7	
10.160	400.000		353.7	353.7			324.6	324.6			249.4	249.4	


TELEMAU
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
 PAVIMENTOS, TOPOGRAFIA Y GEODESIA
 Ing. Raúl R. Morales Rueda
 JEFE DE LABORATORIO

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

PROYECTO : UTILIZACION DE CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR EN ESTABILIZACION DE SUBRASANTE EN CENTRO POBLADO DE JIRITO, MIBUEL CHECA - SULLANA

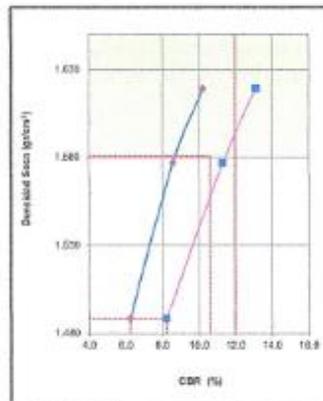
TRAMO : TERRENO NATURAL

CALICATA : C-60

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRO : M - 01

PROF. (m) : 0.93 - 1.09 m



METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.604

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 5.6

95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.581

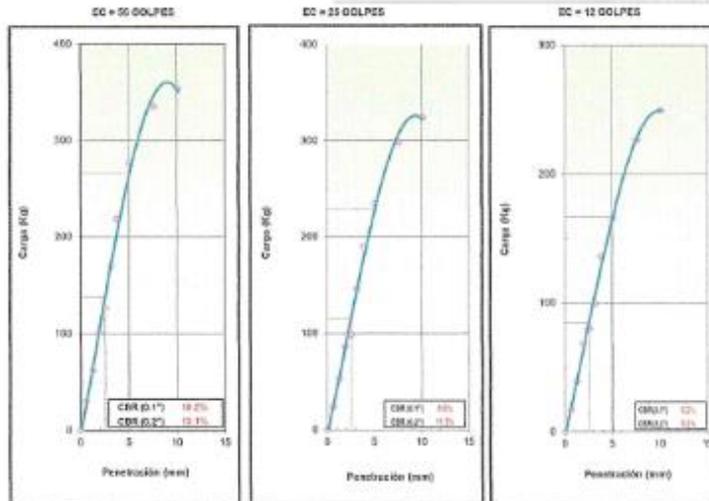
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	6.1*	12.0	9.2*	15.1
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	6.1*	10.6	9.2*	13.0

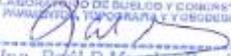
RESULTADOS:

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = **12.0 (%)**

Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = **10.6 (%)**

OBSERVACIONES:



TELEMAU
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
 PAVIMENTOS, TOPOGRAFIA Y GEODINAMICA

 Ing. Raúl R. Morales Rueda
 JEFE DE LABORATORIO

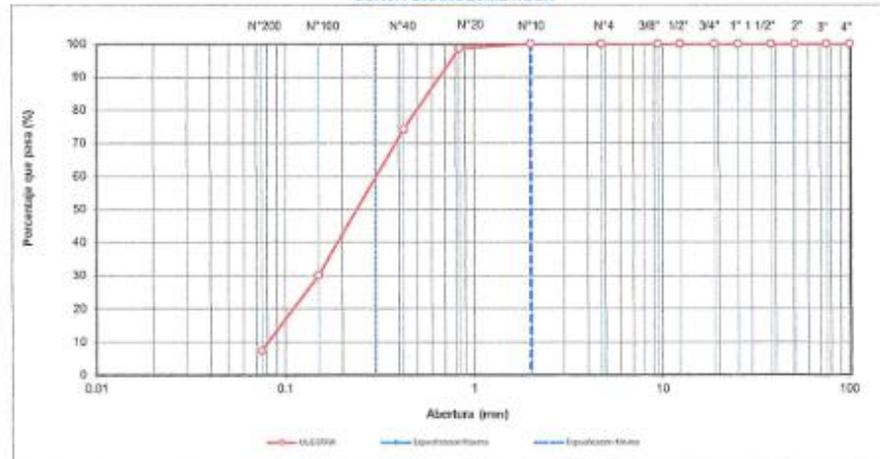
	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		Informe N° : C-0285-01
	Dirección: Calle Leoncio Prado N°612 - Sullana		Fecha de Emisión : 11/09/2021
	Contacto: 956 195 533 / 967 240 514		Páginas : 01-05
	Correo electrónico: laboratoriotelemau@hotmail.com		Revisado por : Ing. R. Morales
			Certificado N° : C-0285-01-01

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(NORMA MTC E-107, E-108 AASHTO T-27, ASTM D422)

PROYECTO :	UTILIZACIÓN DE CENIZAS DE BAGAZO DE CANA DE AZÚCAR EN ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN CENTRO POBLADO DE JIBITO, MIGUEL CHEGA - SULLANA		
MUESTRA :	TERRENO NATURAL + 15% CENIZAS	ESTE :	528509
CALICATA :	C-02	NORTE :	9459196

DATOS DE LA MUESTRA						
MUESTREO :	M - 01	TAMAÑO MÁXIMO :	N° 10			
PROF. (m) :	0.00 - 1.50 m	Peso inicial seco :	616.4	g		
		Peso lavado seco :	478	g		
TAMIZ	AASHTO T-27	PERO	FORZANAL	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACION
	Ø (mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	GRADACIÓN %
4"	101.600					Contenido de Humedad (W): 3.0
3"	76.200					Límite Líquido (LL): 25
2"	50.800					Límite Plástico (LP): N.P.
1 1/2"	38.100					Índice Plástico (IP): N.P.
1"	25.400					Clasificación (SUCS): SP - SM
3/4"	19.000					Clasificación (AASHTO): A-3
1/2"	12.500					Índice de Grupo: (0)
3/8"	9.500					Descripción (AASHTO): BUENO
N° 4	4.750					Descripción (SUCS): Arena pobremente graduada con limo
N° 8	2.360					
N° 10	2.000				100.00	Índice de Líquido:
N° 16	1.190					Estado del Suelo:
N° 20	0.840	0.0	1.32	1.32	99.98	Índice de Consistencia:
N° 30	0.600					Estado del Suelo:
N° 40	0.425	126.2	24.44	25.76	74.24	OBSERVACIONES:
N° 50	0.300					Bolometría > 3": 0.0
N° 60	0.177					Grava 3" - N° 4: 0.0
N° 100	0.150	227.7	44.08	49.85	30.15	Arena N°4 - N° 200: 92.0
N° 200	0.075	117.7	22.79	92.94	7.36	Fines < N° 200: 7.4
< N° 200	FONDO	36.6	7.36	100.00	0.00	D50 0.24

CURVA GRANULOMÉTRICA



 <p>TELEMAU Laboratorio de Suelos, Concreto, Pavimentos, Geotecnia y Topografía</p>	<p>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</p> <p>Dirección: Calle Laencia Prado N°612 - Sullana Contacto: 950 195 533 / 967 240 514 Correo electrónico: laboratorio@telemau.com</p>	<p>Informe N° : C-02/01-01 Fecha de Emisión : 12/09/2021 Páginas : 02-05 Revisado por : Ing. R. Morales Certificado N° : C-02/01-01-02</p>
	<p>laboratorio@telemau.com</p>	

LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40
(NORMA MTC E-110, E-111, AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

<p>PROYECTO : UTILIZACIÓN DE CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN CENTRO POBLADO DE JIBITO, SIGUEL CHECA - SULLANA</p>
<p>TRAMO : TERRENO NATURAL + 15% CENIZAS</p> <p>CALCATA : C-02</p>

DATOS DE LA MUESTRA

<p>MUESTREO : M - 01</p> <p>PROF. (m) : 0.00 - 1.50 m</p>	<p>TAMAÑO MÁXIMO : N° 40</p>
---	-------------------------------------

LIMITE LIQUIDO

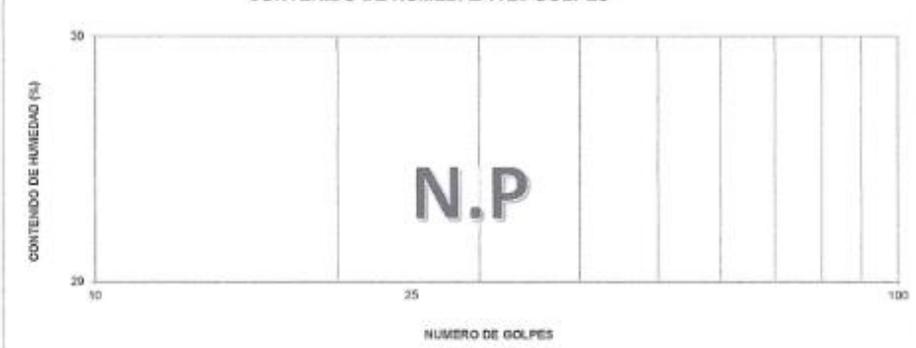
N° TARRO	3	5	9
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	75.63	72.13	78.64
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	70.10	67.56	72.94
PESO DE AGUA (g)	5.44	4.57	5.70
PESO DEL TARRO (g)	49.58	49.82	49.65
PESO DEL SUELO SECO (g)	20.61	17.74	23.29
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	25.39	25.76	24.47
NUMERO DE GOLPES	16	24	31

LIMITE PLASTICO

N° TARRO			
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)			
PESO TARRO + SUELO SECO (g)			
PESO DE AGUA (g)			
PESO DEL TARRO (g)			
PESO DEL SUELO SECO (g)			
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			

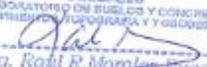
N.P

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	25.2
LIMITE PLASTICO	N.P.
INDICE DE PLASTICIDAD	N.P.

OBSERVACIONES


Ing. Roldán R. Morales Rueda
 JEFE DE LABORATORIO

 <p>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</p> <p>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, PAVIMENTOS, GEOTECNIA Y TOPOGRAFIA</p>	<p>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</p> <p>Dirección: Calle Leoncio Prado N°612 - Sullana</p> <p>Contacto: 968 195 533 / 967 246 514</p> <p>Correo electrónico: laboratoriotelmau@hotmail.com</p>	<p>Informe N° : C-0216-01</p> <p>Fecha de Ems. : 11/03/2021</p> <p>Páginas : 03-05</p> <p>Revisado por : Ing. R. Morales</p> <p>Certificado N° : C-0116-01-04</p>
	<p align="center">ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (NORMA MTC E-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180)</p>	

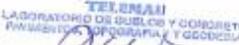
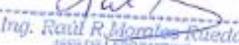
PROYECTO :	UTILIZACIÓN DE CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN CENTRO POBLADO DE JIBITO, MIGUEL CHECA - SULLANA
TRAMO :	TERRENO NATURAL + 15% CENIZAS
CALICATA :	C-02

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTREO :	M - 01
PROF. (m):	0.00 - 1.00 m
CLASF. (SUCS) :	SP - SM
CLASF. (AASHTO) :	A-3 (6)

METODO DE COMPACTACION : A

Peso suelo + molde	gr	5132	5265	5374	5506
Peso molde	gr	3762	3762	3762	3762
Peso suelo húmedo compactado	gr	1370	1503	1612	1546
Volumen del molde	cm ³	931.6	931.6	931.6	931.6
Peso volumétrico húmedo	gr	1.471	1.613	1.730	1.660
Recipiente N°		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo+tara	gr	321.9	273.8	343.8	456.9
Peso del suelo seco + tara	gr	317.4	264.5	325.9	425.1
Tara	gr	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua	gr	4.5	9.3	17.9	31.8
Peso del suelo seco	gr	317.4	264.5	325.9	425.1
Contenido de agua	%	1.42	3.52	5.49	7.48
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.450	1.559	1.660	1.544
Densidad máxima (gr/cm ³)					1.641
Humedad óptima (%)					8.7




 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
 INGENIERIA TOPOGRAFICA Y GEODESIA

 Ing. Raúl R. Morales Rueda
 JEFE DE LABORATORIO

 TELEMAU Laboratorio de Suelos, Concreto, Pavimentos, Geotecnia y Topografía	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		Informe N° : C-0236-01 Fecha de Emis. : 11/09/2021 Páginas : 04-05 Revisado por : Ing. R. Morales Certificado N° : C-0236-01-05
	Dirección: Calle Leoncio Prado N°612 - Sullana		
	Contacto: 988 195 533 / 987 246 514		
	Correo electrónico: laboratorio@telemau.com		

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

PROYECTO : UTILIZACIÓN DE CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN CENTRO POBLADO DE JIBITO, MIGUEL CHECA - SULLANA

TRAMO : TERRENO NATURAL + 19% CENIZAS
CAUCATA : C-02

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTREO : M - 01
PROF. (m) : 0.00 - 1.50 m

COMPACTACION

	12		17		22	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	12		17		22	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11496	11689	11305	11496	11154	11258
Peso de molde (g)	7926	7926	8024	8024	8124	8124
Peso del suelo húmedo (g)	3570	3773	3371	3442	3030	3134
Volumen del molde (cm³)	2065.30	2065.3	2105.2	2105.2	2106.80	2106.8
Densidad húmeda (g/cm³)	1.728	1.827	1.601	1.635	1.438	1.488
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	126.5	358.1	327.6	458.5	520.1	610.2
Peso suelo seco + tara (g)	119.9	314.9	310.8	401.9	501.9	643.1
Peso de tara (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua (g)	6.6	44.2	16.7	56.6	28.2	67.1
Peso de suelo seco (g)	119.9	314.9	310.8	401.9	501.9	643.1
Contenido de humedad (%)	5.50	14.04	5.37	14.08	5.62	12.35
Densidad seca (g/cm³)	1.638	1.602	1.520	1.433	1.362	1.324

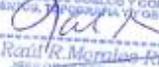
EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
12/09/2021	08:10	0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0
13/09/2021	08:16	24	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0
14/09/2021	08:22	48	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0
15/09/2021	08:28	72	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0

EXPANSION 0.00

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm²	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635	30.000	64.7	64.7			53.2	53.2			36.2	36.2		
1.270	60.000	136.5	136.5			92.4	92.4			85.2	85.2		
1.905	90.000	241.4	241.4			201.3	201.3			175.2	175.2		
2.540	120.000	296.4	296.4	296.8	21.2	216.4	216.4	234.1	17.3	201.1	201.1	295.0	15.6
3.180	150.000	334.5	334.5			288.6	288.6			236.2	236.2		
3.810	180.000	383.5	383.5			331.2	331.2			312.6	312.6		
5.080	240.000	445.0	445.0	446.3	22.0	411.3	411.3	398.8	10.6	385.3	385.3	364.2	18.0
7.620	380.000	532.5	532.5			491.2	491.2			452.1	452.1		
10.160	480.000	627.6	627.6			602.8	602.8			562.4	562.4		

TELEMAU
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
 PAVIMENTOS, GEOTECNIA Y TOPOGRAFIA

 Ing. Raúl R. Morales
 INGENIERO

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-103, ASTM D 1083)

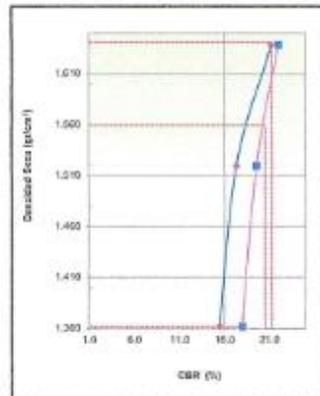
PROYECTO : UTILIZACIÓN DE CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN CENTRO POBLADO DE JIBITO, MIGUEL CHECA - SULLANA

BRANCO : TERRENO NATURAL + 15% CENIZAS

CALICATA : C-02

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRO : M - 01
PROF. (m): 0.02 - 1.00 m

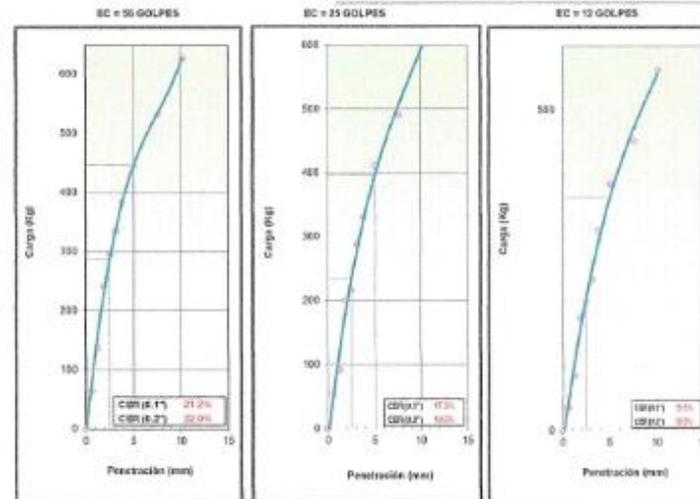


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.641
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 5.7
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.550

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	6.1"	21.3	6.3"	22.1
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	6.1"	26.5	6.3"	32.5

RESULTADOS:
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 21.3 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 26.5 (%)

OBSERVACIONES:




Ing. Raúl R. Morales Rueda
 JEFE DE LABORATORIO

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		Informe N° : C-0208-01
	Dirección: Calle Leonardo Prado N°612 - Sullana Contacto: 988 195 533 / 987 246 514 Correo electrónico: laboratorio@telemau.com	Fecha de Emisión : 11/09/2021 Páginas : 01-05 Revisado por : Ing. R. Morales Certificado N° : C-0208-01-01	

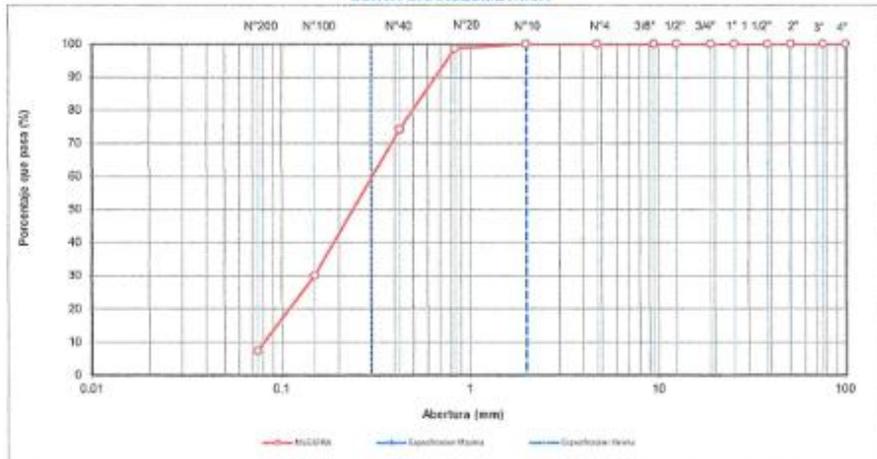
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(NORMA MTC E-107, E-108 AASHTO T-27, ASTM D422)

PROYECTO : UTILIZACIÓN DE GENIZAS DE BAGAJO DE CAÑA DE AZÚCAR EN ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN CENTRO POBLADO DE JIBITO, MIGUEL CHECA - SULLANA	ESTE : 626930 NORTE : 9468106
NUUESTRO : M - 01	
CALICATA : C-02	

DATOS DE LA MUESTRA			
NUUESTRO : M - 01 PROF. (m) : 0.00 - 1.50 m	TAMANO MAXIMO : N° 10 Peso inicial seco : 516.4 g Peso lavado seco : 478 g		

TAMIZ	AASHTO E-37	POSO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
4"	101.600						Contenido de Humedad (%): 3.0
3"	76.200						Límite Líquido (LL): 38
2"	50.800						Límite Plástico (P.L.): N.P.
1 1/2"	38.100						Índice Plástico (I.P.): N.P.
1"	25.400						Clasificación (SUCS): SP - BM
3/4"	19.000						Clasificación (AASHTO): A-3
1/2"	12.500						Índice de Grupo: (I)
3/8"	9.500						Descripción (AASHTO): BUENO
N° 4	4.750						Descripción (SUCS): Arena pobremente graduada con limo
N° 8	2.360						
N° 10	2.000				100.00		Índice de Líquido:
N° 16	1.180						Estado del Suelo:
N° 20	0.840	0.8	1.32	1.32	98.68		Índice de Consistencia:
N° 30	0.600						Estado del Suelo:
N° 40	0.425	126.2	24.44	25.76	74.24		OBSERVACIONES:
N° 50	0.300						Bolonería > 3": 0.0
N° 80	0.177						Grava 3" - N° 4: 0.0
N° 100	0.150	227.7	44.09	69.85	30.15		Arena N° - N° 200: 92.6
N° 200	0.075	117.7	22.79	92.64	7.36		Fines < N° 200: 7.4
< N° 200	FONDO	38.0	7.36	100.00	0.00		DSO: 0.24

CURVA GRANULOMÉTRICA




 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
 PAVIMENTOS, GEOTECNIA Y GEODINAMICA
 Ing. Raúl R. Morales Escobar
 JEFE DE LABORATORIO

 <p>TELEMAU Laboratorio de Suelos, Concreto, Pavimentos, Geotecnia y Topografía</p>	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		Informe N°	: C-02/M-01	
	Dirección:		Calle Leoncio Prado N°612 - Sullana	Fecha de Emisión	: 12/09/2021
	Contacto:		988 195 533 / 967 245 514	Páginas	: 03-05
	Correo electrónico:		laboratorio@telemau@hotmail.com	Revisado por	: Ing. R. Morales
			Certificado N°	: C-02/M-01-02	

LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40
(NORMA MTC E-110, E-111, AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

PROYECTO	: UTILIZACIÓN DE CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN CENTRO POBLADO DE JIBITO, MIGUEL CHECA - SULLANA
TRAMO	: TERRENO NATURAL + 20% CENIZAS
CALCATA	: C-42

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTREO	: M - 01
PROF. (m)	: 0.00 - 1.50 m
TAMAÑO MÁXIMO : N° 40	

LÍMITE LÍQUIDO				
N° TARRO		5	12	30
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		73.60	72.43	80.29
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		69.86	68.99	75.83
PESO DE AGUA (g)		3.79	3.44	4.46
PESO DEL TARRO (g)		50.13	50.26	50.27
PESO DEL SUELO SECO (g)		19.73	18.75	25.56
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		19.21	18.37	17.45
NUMERO DE GOLPES		16	24	31

LÍMITE PLÁSTICO				
N° TARRO				
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		N.P		
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		N.P		
PESO DE AGUA (g)		N.P		
PESO DEL TARRO (g)		N.P		
PESO DEL SUELO SECO (g)		N.P		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		N.P		



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	N.P
LÍMITE PLÁSTICO	N.P
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P

OBSERVACIONES


Ing. Raúl R. Morales Pineda
 INGENIERO

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	Informe N° : C-02/M-01
	Dirección: Calle Leocadio Prado N°612 - Sullana	Fecha de Emis. : 11/05/2021
	Contacto: 968 195 533 / 967 240 514	Páginas : 03-05
	Correo electrónico: laboratorio@telemau.com	Revisado por : Ing. R. Morales Certificado N° : C-02/M-01-03

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
(NORMA MTC E-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180)

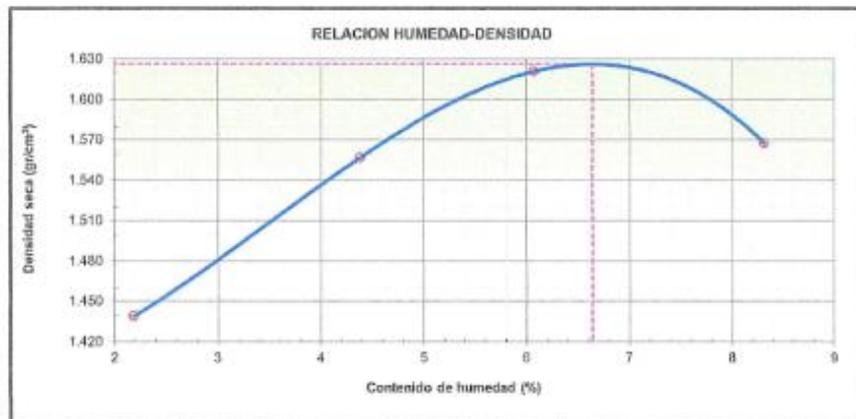
PROYECTO :	UTILIZACIÓN DE CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN CENTRO POBLADO DE JIBITO, MIGUEL CHECA - SULLANA
TRAMO :	TERRENO NATURAL + 20% CENIZAS
CALICATA :	C-02

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTREO :	M - 01	CLASF. (SUCS) :	SP - SM
PROF. (m):	0.00 - 1.50 m	CLASF. (AASHTO) :	A-3 (0)

METODO DE COMPACTACION : **A**

Peso suelo + molde	gr	5132	5276	5304	5344
Peso molde	gr	3762	3762	3762	3762
Peso suelo húmedo compactado	gr	1370	1514	1602	1562
Volumen del molde	cm ³	931.6	931.6	931.6	931.6
Peso volumétrico húmedo	gr	1.471	1.625	1.720	1.696
Recipiente N°		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	gr	523.1	445.6	144.9	235.6
Peso del suelo seco + tara	gr	511.9	426.9	136.6	221.4
Tara	gr	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua	gr	11.2	18.7	8.3	18.4
Peso del suelo seco	gr	511.9	426.9	136.6	221.4
Contenido de agua	%	2.19	4.38	8.06	8.31
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.439	1.557	1.621	1.566
Densidad máxima (gr/cm ³)					1.627
Humedad óptima (%)					6.6




 Ing. Raúl R. Morales
 JEFE DE LABORATORIO

 TELEMAU <small>Laboratorio de Suelos, Concreto, Pavimentos, Geotecnia y Topografía</small>	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS Dirección: Calle Leoncio Prado N°612 - Sullana Contacto: 968 195 533 / 967 246 514 Correo electrónico: laboratorio@telemau.com	Informe N° : C-02M-01 Fecha de Emis. : 11/09/2021 Páginas : 04-05 Revisado por : Ing. R. Morales Certificado N° : C-02M-01-04
	RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) (NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)	

PROYECTO : UTILIZACIÓN DE CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN CENTRO POBLADO DE JIBITO, MIGUEL CHECA - SULLANA
TRAMO : TERRENO NATURAL + 20% CENIZAS
CALICATA: C-62

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRO : M - 01
PROF. (m): 0.00 - 1.50 m

COMPACTACIÓN

Molde N°	18		18		24	
	5		5		5	
Capas N°	56		25		12	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	32132	32205	11785	11893	11323	11723
Peso de molde (g)	8256	8256	8096	8096	8096	8096
Peso del suelo húmedo (g)	3876	4009	3689	3797	3427	3627
Volumen del molde (cm ³)	2107.40	2107.4	2105.4	2105.4	2106.21	2106.2
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.839	1.902	1.743	1.803	1.627	1.722
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	270.0	693.2	652.3	492.3	423.2	589.2
Peso suelo seco + tara (g)	250.9	610.4	612.1	428.2	395.8	591.2
Peso de tara (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua (g)	19.1	82.8	40.2	64.1	27.4	98.0
Peso de suelo seco (g)	250.9	610.4	612.1	428.2	395.8	591.2
Contenido de humedad (%)	7.61	13.56	6.57	14.97	6.92	13.57
Densidad seca (g/cm ³)	1.769	1.675	1.635	1.569	1.522	1.516

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
12/08/2021	08:10	0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0
13/08/2021	08:16	24	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0
14/08/2021	08:22	48	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0
15/08/2021	08:28	72	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0

EXPANSION 0.00

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.035	30.000	65.9	65.9			45.6	45.6			34.2	34.2		
1.270	60.000	165.0	165.0			65.4	66.4			75.2	75.2		
1.905	90.000	201.3	201.3			185.3	185.3			132.1	132.1		
2.540	120.000	287.5	287.9	266.7	19.7	201.2	201.2	211.5	15.7	172.4	172.4	168.1	12.4
3.180	150.000	307.5	307.5			253.1	253.1			202.3	202.3		
3.810	180.000	356.3	356.3			256.8	256.8			236.2	236.2		
5.080	240.000	435.0	435.6	441.9	21.0	365.4	365.4	367.1	18.1	325.8	325.8	308.7	16.2
7.620	360.000	582.3	582.3			456.3	456.3			392.0	392.0		
10.160	480.000	628.2	626.2			536.9	536.9			436.0	436.9		

TELEMAU
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
 PAVIMENTOS, GEOTECNIA Y TOPOGRAFIA

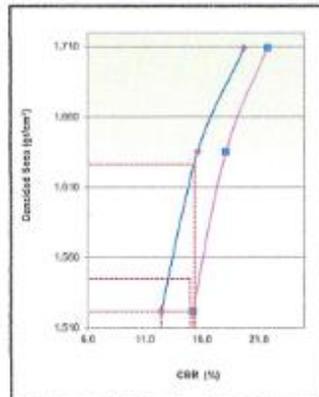
 Ing. Raúl R. Morales-Rueda
 JEFE DE LABORATORIO

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS Dirección: Calle Leticia Puerto IV E12 - Sullana Contacto: 988 185 533 / 987 240 514 Correo electrónico: laboratorio@te mau.com.ec laboratorio@te mau.com.ec	Informe N° : C-0258-01 Fecha de Emisión : 16/02/2024 Página: 1 de 08 Revisado por : Ing. R. Morales Certificado N° : C-0258-01-00
---	--	---

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1557)

PROYECTO :	UTILIZACIÓN DE CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN CENTRO POBLADO DE JIBITO, MIGUEL CHECA - SULLANA
TRAMO :	TERRENO NATURAL + 2% CENIZAS
CALICATA :	C-82

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTREO :	M - 01
PROF. (m) :	0.00 - 1.50 m



METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.627

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 6.8

95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.545

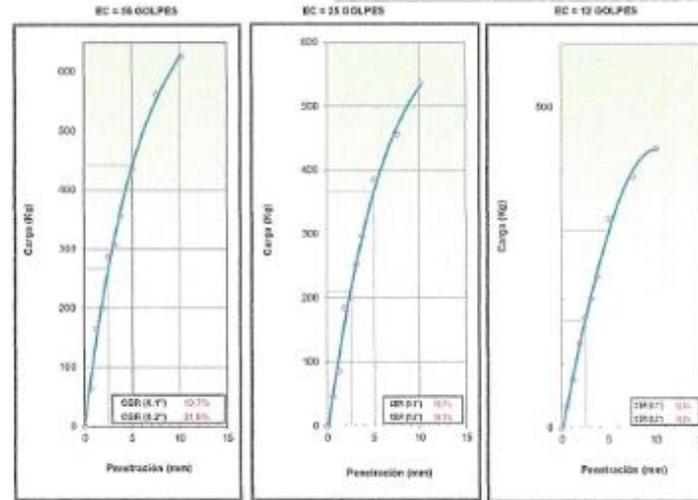
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	8.1*	15.4	8.2*	17.8
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	8.1*	15.0	8.2*	17.8

RESULTADOS:

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 15.4 (%)

Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 15.0 (%)

OBSERVACIONES:




 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y ASFALTOS

 Ing. Raúl R. Morales-Fuente
 JEFE DE LABORATORIO

PANEL FOTOGRÁFICO



FOTOGRAFÍA N° 01: RECONOCIMIENTO DE LA ZONA DE JIBITO.



FOTOGRAFÍA N° 02: RECONOCIMIENTO DE LA ZONA DE JIBITO



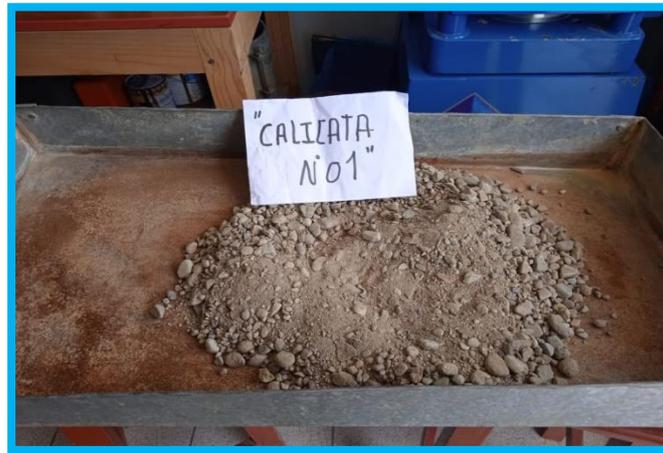
FOTOGRAFÍA N° 03: OBTENCIÓN DE MUESTRA DE SUELO A TRAVÉS DE LA ELABORACIÓN DE CALICATA (01)



FOTOGRAFÍA N° 04: OBTENCIÓN DE MUESTRA DE SUELO A TRAVÉS DE LA ELABORACIÓN DE CALICATA. (02)



FOTOGRAFÍA N°05: MUESTRA OBTENIDA DE LA CALICATA.



FOTOGRAFÍA N° 06: MUESTRA PARA ENSAYO DE GRANULOMETRÍA.



FOTOGRAFIA N°07: INCINERACIÓN DE BAGAZO DE LA CAÑA DE AZUCAR.



FOTOGRAFIA N°08: CALCINACIÓN DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE AZUCAR.



FOTOGRAFIA N°09: OBTENCION DE LAS CENIZAS DE LA CAÑA DE AZUCAR.



FOTOGRAFIA N°10: MUESTRA DE LAS CENIZAS DE LA CAÑA DE AZUCAR.



FOTOGRAFÍA N°11: CUARTEO DE MUESTRA PARA ENSAYO DE GRANULOMETRIA.



FOTOGRAFÍA N°12: LAVADO DE MUESTRA PARA EL ENSAYO DE GRANULOMETRÍA.



FOTOGRAFÍA N°13: TAMIZADO DE MUESTRA -ENSAYO DE GRANULOMETRÍA.



FOTOGRAFÍA N°14: ELABORACIÓN DE ENSAYO LÍMITE LÍQUIDO.



FOTOGRAFÍA N°15: ENSAYO DEL LIMITE LIQUIDO Y PLÁSTICO.



FOTOGRAFÍA N°16: PREPARACIÓN DE MUESTRA PATRON.



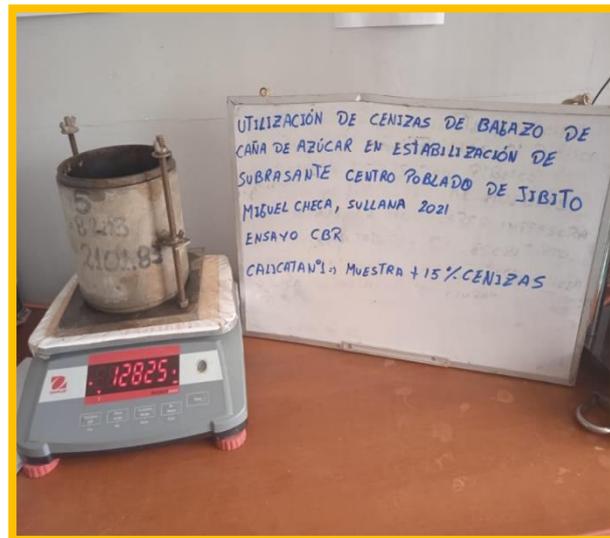
FOTOGRAFÍA N°17: PREPARACIÓN DE MEZCLA DEL SUELO MAS CBCA.



FOTOGRAFÍA N°18: ENSAYO DEL PROCTOR MODIFICADO.



FOTOGRAFÍA N°19: ENSAYO DEL CBR.



FOTOGRAFÍA N°20: ENSAYO DEL CBR CON EL 15% DE CENIZAS DE CBCA.