



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Facultad de Ingeniería Civil

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

**Evaluación de las propiedades mecánicas de la subrasante adicionando
ceniza de bagazo de caña de azúcar, Santa María – 2024**

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

Autores

Gricely Pierina Benavente Obispo

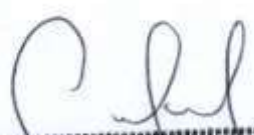
Kevin Jordan Grimaldo Ramírez

Asesor

M(o). Christhian Benavente León

Huacho – Perú

2026




CHRISTHIAN BENAVENTE LEÓN
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. N° 179838



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

INFORMACIÓN

DATOS DEL AUTOR (ES):		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Benavente Obispo Gricely Pierina	75667817	01/06/2026
Grimaldo Ramirez Kevin Jordan	71960785	01/06/2026
DATOS DEL ASESOR:		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CÓDIGO ORCID
Benavente León Christhian	72228127	https://orcid.org/0000-0003-2416-4301
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CÓDIGO ORCID
Fernandez Burgos Gilberto Enrique	15613275	https://orcid.org/0000-0003-1645-0623
Romero Menacho Jaime Ulices	32930138	https://orcid.org/0000-0003-0876-7727
Goñy Ameri Carlos Francisco	15726541	https://orcid.org/0000-0001-5994-6712

Benavente y Grimaldo 2026-012955 y 2026-012956

Evaluación de las propiedades mecánicas de la subrasante adicionando ceniza de bagazo de caña de azúcar, Santa Marí...

UI-FIC PREGRADO 2026
Unidad de Investigación de la FIC-2026
Facultad de Ingeniería Civil

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trnoid::1:3514621880

Fecha de entrega
23 mar 2026, 1:19 a.m. GMT-5

Fecha de descarga
23 mar 2026, 1:29 a.m. GMT-5

Nombre del archivo
BORRADOR_DE_TESIS_BENAVENTE_Y_GRIMALDO.docx

Tamaño del archivo
42.1 MB

184 páginas

15.328 palabras

83.246 caracteres



Página 2 de 181 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega: trnoid::1:3514621880

18% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para sa...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 15% Fuentes de Internet
- 6% Publicaciones
- 14% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitan distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y lo revise.

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedicamos, en primer lugar, a Dios, por acompañarnos y darnos fortaleza en cada etapa del camino. También a nuestra familia, por el cariño, la paciencia y el apoyo constante que nos sostuvieron incluso en los días más difíciles. A nuestros amigos, por estar presentes, animarnos y confiar en nosotros cuando más lo necesitábamos. A nuestros profesores y mentores, por su orientación, tiempo y enseñanzas, que fueron clave para avanzar con seguridad. Y, por último, nos lo dedicamos a nosotros mismos, porque con esfuerzo, disciplina y perseverancia logramos superar cada obstáculo y llegar hasta aquí.

“BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA”

“GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN”

AGRADECIMIENTO

Queremos expresar nuestro agradecimiento, ante todo, a nuestros padres, por acompañarnos en cada paso y ser ese soporte que nunca faltó. Su guía y confianza fueron fundamentales para seguir adelante y afrontar los retos que se presentaron durante este proceso.

A nuestros amigos y compañeros, gracias por estar ahí, por la compañía, las palabras oportunas y el ánimo constante que hicieron más ligero el camino, especialmente en los momentos de mayor presión.

También agradecemos a nuestros docentes, quienes con su experiencia y compromiso compartieron conocimientos valiosos que han contribuido de manera significativa a nuestra formación profesional.

Finalmente, un reconocimiento especial a nuestro asesor, por su tiempo, paciencia y acompañamiento permanente, así como por sus observaciones y orientación, que fueron clave para culminar esta investigación.

RESUMEN

Este estudio tiene como propósito principal analizar cómo influye la incorporación de ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) en las propiedades físicas y mecánicas del suelo de subrasante en el distrito de Santa María , provincia de Huaura (Lima) , una zona que actualmente atraviesa un proceso de urbanización. El problema que motiva la investigación es la baja capacidad portante de los suelos naturales del área, condición que puede generar dificultades técnicas y comprometer la construcción de vías que sean realmente seguras y duraderas . Frente a ello, se propone aprovechar un residuo agroindustrial como una alternativa sostenible para mejorar el comportamiento del suelo.

La investigación se desarrolló con un enfoque cuantitativo , de tipo aplicada y con un diseño cuasi experimental . Para ello, se realizaron ensayos de laboratorio conforme a normativa, tales como análisis granulométrico , límites de Atterberg , Proctor modificado y CBR , utilizando muestras con diferentes porcentajes de CBCA (0%, 7%, 10%, 13% y 16%). Finalmente, los resultados se evaluaron mediante análisis estadístico, aplicando la prueba de normalidad de Shapiro–Wilk , la homogeneidad de varianzas (Levene) y la prueba no paramétrica de Kruskal–Wallis .

El estudio recomienda promover el uso de CBCA en proyectos viales locales mediante normativas técnicas y alianzas interinstitucionales, priorizando su aplicación en zonas con suelos deficientes y limitados presupuestos. La adopción de esta tecnología contribuiría a mejorar la durabilidad de las vías, reducir costos de mantenimiento y fomentar la sostenibilidad en la infraestructura vial pública.

Palabras clave: estabilización de suelos, ceniza de bagazo de caña de azúcar, subrasante, CBR, gestión pública, sostenibilidad, infraestructura vial.

ABSTRACT

The main objective of this study is to evaluate the influence of sugarcane bagasse ash (SCBA) on the physical and mechanical properties of subgrade soil in the district of Santa María, province of Huaura – Lima, an area currently undergoing urban development. The core problem lies in the low bearing capacity of the natural soils in the zone, which poses a technical risk for the construction of durable and safe roads. In response, this research proposes the use of an agro-industrial waste material as a sustainable alternative for soil stabilization.

The study follows a quantitative approach, applied in nature, with a quasi-experimental design. Standardized laboratory tests were carried out, including grain size analysis, Atterberg limits, modified Proctor test, and California Bearing Ratio (CBR) tests on soil samples treated with different SCBA percentages (0%, 7%, 10%, 13%, and 16%). Statistical analyses such as the Shapiro-Wilk normality test, Levene's homogeneity test, and the non-parametric Kruskal-Wallis test were then applied.

The research recommends promoting the use of SCBA in local road projects through technical regulations and interinstitutional partnerships, prioritizing its application in areas with poor soils and limited budgets. Adopting this technology would contribute to improving road durability, reducing maintenance costs, and fostering sustainability in public road infrastructure.

Keywords: soil stabilization, sugarcane bagasse ash, subgrade, CBR, public management, sustainability, road infrastructure.

ÍNDICE

DEDICATORIA	5
AGRADECIMIENTO	6
RESUMEN	7
ABSTRACT.....	8
ÍNDICE DE TABLAS	11
ÍNDICE DE FIGURAS.....	12
INTRODUCCIÓN	15
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.1 Descripción de la realidad problemática	17
1.2 Formulación del problema.....	18
1.2.1 Problema General.....	18
1.2.2 Problemas específicos.	18
1.3 Objetivos de la Investigación	19
1.3.1 Objetivo general.....	19
1.3.2 Objetivos específicos.	19
1.5 Delimitación de la investigación	21
1.6 Viabilidad del Estudio.....	22
2.1.1 Antecedentes Internacionales.....	23
2.1.2 Antecedentes Nacionales.	26
2.2 Bases Teóricas	29
2.2.1 Suelo	29
2.3 Bases filosóficas	36
2.4 Definición de términos básicos	36
2.5 Hipótesis de la Investigación.....	37
2.3.1 Hipótesis General.....	37
2.3.2 Hipótesis Específicas.	37
2.3 Operacionalización de variables	39
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	40
3.1 Diseño metodológico	40
3.2 Población y muestra	40
3.3.1 Población.....	40

3.3.2	Muestra.	41
3.3	Técnicas de recolección de datos	41
3.1.1.	Técnicas a emplear.....	41
3.1.2.	Descripción de los instrumentos.	42
3.4	Técnicas para el procesamiento de satos	42
3.1.	Matriz de consistencia.	44
CAPÍTULO IV: RESULTADOS		45
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN		55
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		64
6.1.	Conclusiones	64
6.2.	Recomendaciones.....	65
REFERENCIAS.....		67

ÍNDICE DE TABLAS

Título	Página
Tabla 1. Tabla de operacionalización de variables	39
Tabla 2. Cantidad de Ensayos	41
Tabla 3. Cuadro de matriz de consistencia	44
Tabla 4. Tabla resumen de ensayos físicos	46
Tabla 5. Valores Promedios de CBR	48
Tabla 6. Prueba de normalidad	49
Tabla 7. Teoría ANOVA.....	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Título	Página
Figura 1. Curva granulométrica	46
Figura 2 <i>Distribución del CBR según porcentaje de CBCA</i>	48
Figura 3. Mejoramiento de subrasante con CBCA	52
Figura 4. Material de préstamo	52
Figura 5. Mejoramiento de la Subrasante con Cemento.	52
Figura 6. Extracción de las muestras de las respectivas calicatas C-1	70
Figura 7. Extracción de las muestras de las respectivas calicatas C-2	70
Figura 8. Muestra para el ensayo de granulometría	70
Figura 9. Selección de los tamices para el ensayo	70
Figura 10. Tamizado mecánico de la muestra	71
Figura 11. Recolección de datos (peso)	71
Figura 11. Toma de muestra para el ensayo de LL	71
Figura 13. Adición de agua a la muestra para el ensayo de LL.	71
Figura 14. Ensayo del LL	72
Figura 15. Toma de Muestra para el ensayo del Proctor modificado C-2	72
Figura 16. Cuarteo de la Muestra para el ensayo del Proctor modificado C-2	72
Figura 17. Compactación de la muestra para el ensayo del Proctor Modificado C-2	72
Figura 18. Perfilado de la muestra para el ensayo del Proctor Modificado	73
Figura 19. Sellado de la muestra antes de sumergirlo en agua	73
Figura 20. Toma e Identificación de la muestra antes de sumergirlo	73
Figura 21. Sumergimiento de la muestra durante 7 días	73
Figura 22. Toma de datos después de los 7 días	74
Figura 23. Muestra del ensayo del Proctor e identificación de la humedad óptima	74

Figura 24. Muestra para el Ensayo del CBR de la C-2.....	74
Figura 25. Muestras para el Ensayo del CBR de la C-2	74
Figura 26. Sumergido de la muestra y poniendo el dial para medir la deformación	75
Figura 27. Posterior a los 7 días se toma los datos aplicando cargas	75
Figura 28. Extracción de la muestra después del ensayo CBR.....	75
Figura 29. Adición de la Ceniza 7% CBCA	75
Figura 30. Adición de la Ceniza 10% CBCA	76
Figura 31. Adición de la Ceniza 13% CBCA	76
Figura 32. Adición de la Ceniza 16% CBCA	76
Figura 33. Selección de los tamices para la granulometría	76
Figura 34. Toma de datos de los Tamices	77
Figura 35. Se realiza el ensayo de Limite Plástico	77
Figura 36. Ensayo de Límite de Consistencia	77
Figura 37. Ensayo de Contenido de Humedad	77
Figura 38. Compactación de la muestra par el ensayo del Proctor Modificado/CBR	78
Figura 39. Compactación de la muestra par el ensayo del Proctor Modificado/CBR	78
Figura 40. Preparación de las muestras para el sumergimiento	78
Figura 41 Sellado de las muestras para el sumergimiento.....	78
Figura 42 Sumergimiento de la muestra con 13% CBCA	79
Figura 43 Sumergimiento de la muestra con 7% CBCA	79
Figura 43 Sumergimiento de la muestra con 10% CBCA	79
Figura 43 Sumergimiento de la muestra con 16% CBCA	79
Figura 46 Extracción de la muestra después de 7 días de +7% CBCA.	80
Figura 47 Extracción de la muestra después de 7 días de +10% CBCA.	80
Figura 48 Extracción de la muestra después de 7 días de +13% CBCA.	80

Figura 49 Extracción de la muestra después de 7 días de +16% CBCA.	80
Figura 50 Ensayo del CBR con 7% CBCA	81
Figura 50 Ensayo del CBR con 10% CBCA	81
Figura 50 Ensayo del CBR con 13% CBCA	81
Figura 50 Ensayo del CBR con 16% CBCA	81

INTRODUCCIÓN

La infraestructura vial constituye uno de los pilares fundamentales para el desarrollo económico, social y territorial de una nación, ya que permite la interconexión de centros urbanos, zonas rurales y áreas productivas. La calidad y la vida útil de una vía dependen, en gran medida, de la estabilidad del terreno sobre el que se construye. Por eso, el comportamiento del suelo de subrasante es un punto clave: su capacidad de soporte se refleja directamente en el desempeño del pavimento y en la aparición —o no— de problemas a lo largo del tiempo.

Uno de los desafíos más frecuentes en el diseño y la ejecución de pavimentos, sobre todo en zonas que vienen urbanizándose recientemente, es trabajar con suelos de baja capacidad portante. Esta condición, presente en distintas regiones del país y observable en el distrito de Santa María (Huaura, Lima), implica que el suelo no ofrece las propiedades físicas y mecánicas necesarias para resistir adecuadamente las cargas del tránsito. Como consecuencia, pueden presentarse fallas tempranas como fisuras, deformaciones y pérdida de funcionalidad. Esto no solo afecta la movilidad y la calidad de vida de la población, sino que también incrementa la presión sobre los presupuestos municipales, debido a la necesidad recurrente de mantenimiento y rehabilitación.

Ante este escenario, la ingeniería civil ha propuesto diversas alternativas de estabilización de suelos, generalmente mediante la incorporación de aditivos minerales o químicos que mejoren su comportamiento. En los últimos años, además, ha tomado fuerza el uso de materiales alternativos provenientes de actividades agroindustriales, por su disponibilidad y por el enfoque sostenible que representan. Entre ellos destaca la ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA), un residuo generado en grandes volúmenes por la

industria azucarera. Distintos estudios, tanto nacionales como internacionales, han reportado resultados favorables al emplearla como estabilizante, evidenciando mejoras en el CBR , así como en la cohesión y la compactación del suelo.

En esa línea, el presente trabajo busca evaluar cómo influye la adición de CBCA en las propiedades físicas y mecánicas del suelo de subrasante del pasaje Román , en el distrito de Santa María, zona que actualmente atraviesa un proceso de urbanización. Mediante un diseño experimental y la aplicación de ensayos de laboratorio normados, se pretende identificar el porcentaje óptimo de CBCA que permita estabilizar el suelo y elevar su resistencia, reduciendo la dependencia de materiales tradicionales que suelen implicar mayores costos y una huella ambiental más alta. Con ello, se espera aportar evidencia técnica útil para futuras intervenciones viales en contextos similares y, al mismo tiempo, promover la valorización de residuos y la incorporación de criterios de sostenibilidad en la gestión pública de infraestructura.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

Un camino puede entenderse como una vía terrestre destinada al tránsito de vehículos, peatones e incluso animales (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014). Que una vía funcione bien y dure en el tiempo no depende solo del diseño o de la carpeta de rodadura: gran parte del resultado está en el suelo donde se apoya . Y es que el suelo, por naturaleza, no es uniforme; cambia de un punto a otro, lo que influye en su clasificación y en su capacidad para soportar cargas. Esta variación suele convertirse en un reto para la infraestructura vial, porque muchos suelos en su estado natural no cumplen con los requerimientos mínimos, principalmente por su baja capacidad portante (Florez, 2006).

A nivel internacional existen antecedentes que demuestran lo que puede ocurrir cuando el suelo no se evalúa correctamente. Un caso citado con frecuencia es el de la carretera 174 en Ottawa (Canadá) , donde, poco después de su apertura, se reportaron hundimientos y daños asociados a una identificación inadecuada de las condiciones del terreno durante la etapa de ejecución. Este tipo de situaciones pone en evidencia lo determinante que es una caracterización geotécnica bien hecha para evitar fallas y asegurar la durabilidad de las obras (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

En el Perú, el panorama no es muy distinto. En varias regiones, los suelos presentan condiciones que complican la construcción de carreteras y vías urbanas. Un ejemplo claro es la Amazonía peruana , donde el clima tropical —con altas temperaturas y lluvias intensas— influye de manera directa en el comportamiento del suelo. En estas zonas predominan los suelos arcillosos y, en menor proporción, arenosos; la interacción entre ambos materiales repercute en aspectos clave como la resistencia, la respuesta ante cargas y los cambios de volumen. Esto explica por qué, con frecuencia, los pavimentos terminan presentando fallas como fisuras, grietas o incluso deslizamientos (Palomino & Trujillo, 2022).

Por esa razón, cuando se trabaja con suelos de baja capacidad portante, no basta con “construir encima”: es necesario aplicar técnicas de estabilización que permitan mejorar sus propiedades y brindar una base más confiable para la estructura vial. En términos prácticos, estabilizar significa aumentar la resistencia del suelo y reducir el riesgo de deformaciones, lo que ayuda a evitar daños tempranos y a prolongar la vida útil de la vía (Palomino & Trujillo, 2022).

En ese marco se ubica el caso del pasaje Román , en el distrito de Santa María (provincia de Huaura, Lima Provincias). Esta zona se encuentra en proceso de urbanización y cada vez concentra más viviendas, por lo que se ha proyectado la construcción de nuevas vías dentro del área de lotización. Esto hace imprescindible conocer con mayor precisión las características del suelo antes de ejecutar las obras. Como alternativa de mejora, se plantea incorporar ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) , un subproducto agroindustrial que puede aportar a la estabilización del terreno y aumentar su capacidad de soporte. Además de responder a una necesidad técnica, esta opción tiene un componente sostenible al reutilizar un residuo que se genera en grandes cantidades. De todos modos, para asegurar un buen desempeño, esta propuesta debe ir acompañada de estudios geotécnicos detallados , que permitan verificar que las vías proyectadas resistirán las cargas previstas y se comportarán adecuadamente durante su vida útil.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema General.

¿Cómo influye la adicción de ceniza de bagazo de caña de azúcar influye en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante, Santa María - 2024?

1.2.2 Problemas específicos.

- i) ¿En qué medida la adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar influye en las propiedades físicas de la subrasante, Santa María - 2024?
- ii) ¿En qué medida la adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar influye en las propiedades mecánicas de la subrasante, Santa María - 2024?
- iii) ¿En qué medida la adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar influye en los costos por metro cuadrado de la subrasante, Santa María - 2024?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo general.

Adicionar la ceniza de bagazo de caña de azúcar para evaluar las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante, Santa María – 2024.

1.3.2 Objetivos específicos.

- i) Determinar cómo influye la adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar en las propiedades físicas de la subrasante, Santa María – 2024.
- ii) Determinar cómo influye la adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar en las propiedades mecánicas de la subrasante, Santa María – 2024.
- iii) Determinar cómo influye la adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar en los costos por metro cuadrado de la subrasante, Santa María – 2024.

1.4 Justificación de la investigación

Justificación teórica:

El desarrollo de esta investigación busca enriquecer el conocimiento técnico en el área de la ingeniería civil, particularmente en lo relacionado con la mejora de suelos de baja capacidad portante. En este caso, se analiza el uso de ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) como material estabilizante, partiendo de la hipótesis de que su incorporación puede modificar favorablemente las propiedades físicas y mecánicas del suelo de subrasante. La sistematización de estos resultados permitirá no solo validar su

efectividad en contextos similares, sino también proponer soluciones prácticas frente a una problemática frecuente en zonas en crecimiento urbano. De este modo, se reconoce a la presente investigación como una contribución significativa al desarrollo de nuevas alternativas sostenibles en la estabilización de suelos.

Justificación metodológica:

Este trabajo se desarrolla bajo un enfoque experimental, basado en la realización de ensayos de laboratorio contemplados en la normativa nacional vigente, especialmente en el Manual de Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Con apoyo de instrumentos técnicos especializados, se analizarán muestras de suelo incorporando distintos porcentajes de CBCA , con el fin de observar y medir de manera objetiva cómo varía el comportamiento de la subrasante.

La metodología propuesta no solo permite sustentar los resultados con criterios técnicos y verificables, sino que también deja un procedimiento claro y repetible, útil para futuras investigaciones interesadas en evaluar materiales alternativos y sostenibles para la mejora de suelos aplicados a la infraestructura vial.

Justificación ambiental:

Este estudio también se sustenta en una preocupación ambiental que hoy resulta ineludible: dar valor a los residuos sólidos de origen agroindustrial. La ceniza de bagazo de caña de azúcar, que se genera en grandes cantidades en los ingenios azucareros, muchas veces se dispone sin un manejo adecuado, lo que termina afectando el entorno y aumentando la carga de contaminación.

Al plantear su incorporación como material estabilizante en suelos de subrasante, la investigación propone una opción práctica y ambientalmente responsable para su aprovechamiento. De esta manera, se impulsa una alternativa coherente con los enfoques

de economía circular y gestión sostenible de residuos sólidos, en concordancia con lo establecido en la normativa peruana NTP 900.058:2019.

Justificación social:

La zona de intervención de este proyecto, ubicada en el sector El Bolón del distrito de Santa María , viene registrando un crecimiento poblacional que hace cada vez más necesaria la mejora de la infraestructura vial. Hoy, el mal estado de los caminos impacta de forma directa en la vida diaria de los vecinos: complica el acceso, dificulta el transporte y vuelve más pesado cualquier traslado cotidiano.

En ese escenario, proponer una solución técnica que permita construir vías más resistentes y con mayor durabilidad no solo responde a un problema de ingeniería, sino también a una necesidad concreta de la comunidad. Con la mejora del comportamiento del suelo de subrasante, se espera facilitar la movilidad, reducir tiempos de desplazamiento y favorecer una mejor conexión dentro del sector y con otras áreas del distrito. En conjunto, el estudio busca aportar a una transformación visible del entorno urbano y, con ello, generar un beneficio real en la calidad de vida de los habitantes.

3.1. Delimitación de la investigación

Delimitación temporal: El estudio de investigación se efectuará entre los meses de septiembre a diciembre del año 2024. Periodo de cuatro meses en el cual se ejecutó los ensayos descritos en el presente estudio.

Delimitación espacial: La presente investigación que se llevará a cabo después de haber obtenido muestras de suelo del Sector El Bolón – Santa María; para así poder desarrollar los ensayos a fines de la investigación dentro de un laboratorio con sus respectivos profesionales que estén especializados para el proceso de cada ensayo requerido.

3.2.Viabilidad del Estudio

Financiera: Dado que el proyecto de investigación se realiza en parejas, los gastos asociados serán divididos entre ambos tesistas. Además, se optimizarán los costos de materiales, ya que se utilizarán en común para el desarrollo del tema de investigación.

Técnica: Se dispone de información necesaria para tener conocimiento de los ensayos necesarios a realizar a nuestra muestra de suelo así mismo para completar el marco teórico del proyecto.

CAPÍTULO II. MARCO TEORÍCO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes Internacionales.

Moyo, Ng'ang'a Thuo y Waweru (2024) en su investigación: *“Suitability of Bagasse Ash and Molasses for Stabilisation of Expansive Black Cotton Clay Soils for Subgrade Construction in Low-Volume Rural Roads”*, en Kenia. El objetivo del estudio fue evaluar la idoneidad de la ceniza de bagazo de caña de azúcar y la melaza como agentes estabilizadores de suelos arcillosos negros expansivos para su uso como subrasante en carreteras rurales de bajo volumen. La metodología empleada fue de tipo experimental, con diseño no experimental transversal, basada en ensayos de laboratorio que incluyeron análisis físico-mecánicos, pruebas de límites de Atterberg, compactación Proctor, índice de soporte California (CBR) y resistencia a la compresión no confinada (UCS), siguiendo normas BS1377 y AASHTO. En las conclusiones se determinó que la combinación óptima fue 8 % de melaza y 10–15 % de ceniza de bagazo, alcanzándose un CBR empapado del 12,5 % y una UCS máxima de 515,81 kPa, además de una reducción del potencial de hinchamiento libre hasta aproximadamente 52–63 %, superando los estándares mínimos de diseño para subrasantes en carreteras rurales, lo que confirma la viabilidad técnica y ambiental del uso de la ceniza de bagazo de caña de azúcar como estabilizante de suelos expansivos

Ahmed, A., El-Emam, M., Ahmad, N. y Attom, M. (2024) en su investigación titulada: *“Stabilization of Pavement Subgrade Clay Soil Using Sugarcane Ash and Lime”*, realizada en el Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad Americana de Sharjah (Emiratos Árabes Unidos) y en la Universidad de Ingeniería y Tecnología de Taxila (Pakistán). El objetivo del estudio fue evaluar la idoneidad de la ceniza de

bagazo de caña de azúcar (SBA), utilizada de manera individual y en combinación con cal, como estabilizador químico para mejorar las propiedades técnicas de un suelo arcilloso de subrasante. La metodología correspondió a un estudio experimental de laboratorio, con un diseño experimental, en el cual se aplicaron ensayos geotécnicos como límites de Atterberg, pruebas de compactación y ensayos de índice de soporte de California (CBR), empleando diferentes porcentajes de SBA y cal (2,5 %, 5 % y 7,5 %), así como mezclas en distintas proporciones. Las conclusiones indican que la combinación de 2,5 % de SBA y 5 % de cal produjo la mayor mejora en el valor CBR, alcanzando aproximadamente un 69 % más que el suelo natural, mientras que la mezcla de cal y SBA permitió reducir el índice de plasticidad del suelo en un promedio cercano al 65 %, logrando cambiar su clasificación de alta a baja plasticidad; asimismo, se determinó que la vida útil del pavimento aumentó de 12 a 25 años al emplear suelo de subrasante estabilizado.

Roziah, Kok Shien, Farzana y Azura (2023) en su investigación titulado “Pozzolan effect on the mechanical properties of scba blended cement treated soil”, realizada en la Universiti Teknologi MARA, Cawangan Pulau Pinang, Malasia. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto del cemento mezclado con ceniza de bagazo de caña de azúcar (SCBA) en la mejora de las propiedades mecánicas del suelo, específicamente la resistencia al cizallamiento y la compresibilidad del suelo tratado. La metodología empleada fue de tipo experimental, utilizando suelo blando local clasificado como SILT de Plasticidad Intermedia (MI) obtenido de Bukit Tengah, Pulau Pinang, a una profundidad de 2,0 metros. Se realizaron ensayos de resistencia a la compresión no confinada (UCT) y ensayos de consolidación unidimensional (edómetro). Las muestras fueron tratadas con diferentes porcentajes de cemento Tipo I (3%, 5% y 10%) y SCBA (3%, 6% y 9%) bajo periodos de curado de hasta 7 días. Los resultados mostraron una

correlación positiva directamente proporcional entre el porcentaje de aditivos y la ganancia de resistencia. Con una adición de 3% de CPC, la mejora osciló entre el 7% y el 91.9% en función del contenido de SCBA. Este fenómeno se intensificó al utilizar 5% y 10% de CPC, donde las mezclas con 9% de SCBA registraron incrementos del 275.3% y 464%. Las conclusiones principales indicaron que la resistencia a la compresión mejoró progresivamente con el aumento de SCBA, alcanzando los valores más altos con 9% de SCBA para cada porcentaje de cemento. Con 10% de cemento y 9% de SCBA, la resistencia aumentó en 464% respecto al suelo sin tratar.

Abonía Balanta, Serrano Guzmán y Pérez Ruiz (2024), titulado: “*Soil improvement with sugarcane bagasse ash: technical-economic viability for tertiary roads*”, fue realizado en Colombia por investigadores de la Pontificia Universidad Javeriana de Cali y publicado en la revista *Ingeniería Solidaria*. El objetivo de evaluar la viabilidad técnica y económica del uso de cenizas de bagazo de caña de azúcar (SGBA) como material estabilizante de suelos para carreteras terciarias, a partir de un estudio de caso aplicado a la vía Propal–Ingenio La Cabaña. La investigación siguió una metodología experimental de laboratorio, en la cual se caracterizó el suelo natural y se evaluó su comportamiento al incorporar porcentajes de 5 %, 10 %, 15 % y 20 % de SGBA, mediante ensayos normalizados de límites de Atterberg, clasificación SUCS y AASHTO, Proctor modificado, CBR y compresión no confinada. Los resultados del ensayo CBR al 95 % de la densidad seca máxima evidenciaron una mejora progresiva de la capacidad portante del suelo con el incremento del contenido de SGBA, ya que el suelo natural presentó un CBR de 5,70 %, el cual aumentó a 7,40 % con una adición del 5 %, a 11,20 % con 10 % de SGBA y alcanzó su valor máximo de 10,40 % con 15 % de adición; no obstante, al incrementar el contenido hasta 20 %, el CBR descendió a

5,80 %, mostrando una pérdida de eficiencia mecánica. En términos generales, los resultados indicaron además una reducción de la plasticidad del suelo, observándose un cambio de arcilla de alta plasticidad (CH) a arcilla de baja plasticidad (CL) a partir del 15 % de SGBA. En conclusión, el estudio determinó que la adición del 15 % de ceniza de bagazo de caña de azúcar constituye el porcentaje más adecuado para mejorar la capacidad portante del suelo, al presentar el mejor desempeño en términos de CBR al 95 % de la densidad seca máxima, confirmando la viabilidad técnica, económica y ambiental de este residuo agroindustrial como alternativa sostenible para la estabilización de subrasantes en carreteras terciarias.

2.1.2 Antecedentes Nacionales.

Llanos Chávez y Quispe Rodríguez (2022), titulada: “Estabilización de subrasante incorporando ceniza de bagazo de caña de azúcar en camino vecinal Simbal–Chual, Trujillo”, fue realizada en la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, Perú, con el objetivo general de determinar el efecto de la incorporación de cenizas de bagazo de caña de azúcar (CBCA) en la estabilización de la subrasante del referido camino vecinal. La investigación fue de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo, nivel explicativo y diseño experimental, en la cual se trabajó con nueve muestras de suelo obtenidas de calicatas, sometidas a ensayos de granulometría, límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR, incorporando porcentajes de 0 %, 5 %, 10 % y 15 % de CBCA. Los resultados mostraron que la subrasante natural se clasifica como una grava bien gradada con limo (GW-GM), con un índice de plasticidad promedio de 3.52 % y un CBR inicial de 5.54 %, valor que la ubica como una subrasante de baja capacidad portante; no obstante, al incorporar 5 % de CBCA, el CBR se incrementó a 12.64 %, superando el mínimo recomendado para subrasantes, mientras que con 10 % y

15 % de incorporación los valores aumentaron significativamente hasta 50.79 % y 98.63 %, respectivamente, evidenciando una mejora sustancial y progresiva de la capacidad de soporte del suelo sin alterar de manera relevante su clasificación ni generar incrementos críticos en la plasticidad. En conclusión, el porcentaje óptimo encontrado en la tesis fue con una adición de 15% de CBCA dando un CBR de 98.63%.

Prada Torres (2023), titulada *Estabilización del suelo usando ceniza de bagazo de caña de azúcar para caminos no pavimentados*, fue realizada en la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Señor de Sipán, Perú, con el objetivo general de evaluar la influencia de la ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) en las propiedades mecánicas del suelo de una vía no pavimentada. La investigación tuvo un enfoque cuantitativo, fue de tipo experimental y de diseño aplicado, analizándose seis calicatas mediante ensayos de caracterización física y mecánica, tales como análisis granulométrico, límites de Atterberg, Proctor modificado, CBR y compresión no confinada (UCS), incorporando 2.5 %, 5.0 %, 7.5 % y 10.0 % de CBCA, previamente calcinada, determinándose como temperatura óptima de quemado 650 °C, al alcanzar un esfuerzo máximo de 6.56 kg/cm² en el ensayo UCS. Los resultados obtenidos del CBR con la incorporación de ceniza fue de 19.77 con la adición de 2.5% de CBCA, 21.54 con la adición de 5% de CBCA, 22.91 con la adición de 7.5 % y 21.40 con la adición de 10% de CBCA; todos siendo mayores al CBR patrón que fue de 18.24. Se concluye que el porcentaje óptimo es 7.5% de CBCA, aumentando los valores iniciales del suelo en casi 30%.

Capuñay y Pastor (2020) en su investigación: “ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA SU USO COMO SUBRASANTE MEJORADA EN LOS PAVIMENTOS DE CHIMBOTE”, fue elaborado en Chimbote, Piura. Su objetivo es la estabilización de suelos como

subrasante mejorada para pavimentos en la ciudad de Chimbote. La metodología empleada fue cuantitativa, de tipo aplicada y diseño experimental, utilizando porcentajes de estabilización de ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) del 25% , 35% y 45% Los resultados obtenidos obtuvieron valores de CBR de 16.81 con el 25% de CBCA, 17.12 con el 35% de CBCA, y 15.80 con el 45% de CBCA, evidenciando un incremento en los valores de CBR respecto al. suelo sin tratar Se concluye que el porcentaje óptimo de estabilización es del 35%, al lograr el mayor incremento del CBR en comparación con el patrón.

Peralta Tingal, Sandra Paola (2023), en la tesis titulada “Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de bagazo de caña de azúcar”, desarrollada en el Perú, en la ciudad de Lima, realizó una investigación cuyo objetivo fue evaluar la influencia de la adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar en la estabilización de suelos arcillosos. La metodología correspondió a una investigación de tipo experimental, con diseño de laboratorio, en la que se analizaron mezclas de suelo arcilloso con diferentes porcentajes de ceniza de bagazo, aplicando ensayos físicos y mecánicos conforme a normas ASTM, AASHTO, NTP y MTC, tales como análisis granulométrico, límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR. Los resultados obtenidos a partir de las mezclas de suelo arcilloso con ceniza de bagazo de caña de azúcar evidenciaron un incremento progresivo de la capacidad de soporte del suelo conforme aumentó el porcentaje de adición de la ceniza, observándose que el suelo natural presentó un valor de CBR de 4.14 %, mientras que con la incorporación del 10 % de ceniza el CBR aumentó a 5.74 %, con el 15 % alcanzó 6.78 %, con el 20 % se mantuvo en 6.78 %, con el 25 % se incrementó a 8.49 % y con el 30 % registró un valor de 8.04 %, lo que permitió clasificar al suelo estabilizado como subrasante regular a partir de dosificaciones iguales o superiores al 15 % de ceniza. En conclusión, los resultados evidencian que la

adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar mejora significativamente la capacidad portante del suelo arcilloso, identificándose como dosificación óptima la incorporación del 25 % de ceniza, al registrar el mayor valor de CBR

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Suelo

El suelo es una capa superficial compuesta por materiales no consolidados y de naturaleza suelta, originada a partir de procesos de transformación física, química y biológica que afectan a las rocas a lo largo del tiempo. Esta formación puede ser resultado del asentamiento natural o del transporte de partículas, y su estructura puede alterarse por la intervención humana (Ruiz, 2022).

El suelo es un material compuesto por partículas sólidas, agua y aire, que se encuentra en la superficie terrestre y se caracteriza por su capacidad para soportar cargas y resistir esfuerzos, y que puede ser descrito en términos de sus propiedades físicas, químicas y biológicas (Lambe y Whitman, 2008)

A) Clasificación de suelos

El sistema SUCS clasifica los suelos en dos grandes grupos: finos y gruesos. Esta diferenciación se realiza utilizando un tamiz con abertura N.º 200 como referencia. Las partículas que superan ese tamaño se consideran gruesas, mientras que aquellas de menor tamaño se clasifican como finas. La categoría final del suelo dependerá de la proporción predominante de partículas, ya sea finas o gruesas, evaluadas en función de su peso y dimensiones (Juárez & Rico, 2005).

"La clasificación de suelos es un proceso que agrupa los suelos en categorías basadas en sus propiedades y características que afectan el diseño y la construcción de estructuras, como la resistencia al corte, la compresibilidad, la permeabilidad y la estabilidad, con el

objetivo de seleccionar el tipo de cimentación y diseño de la estructura más adecuado para el suelo en cuestión" (Jia Liu, 2019).

B) Propiedades de los suelos

En ingeniería civil, el suelo no se evalúa “solo por ser suelo”: se analizan ciertas propiedades que permiten anticipar cómo se va a comportar cuando forme parte de una obra. Entre las más importantes están la estabilidad volumétrica , la resistencia mecánica , la permeabilidad , la compresibilidad y la resistencia a la degradación . Estas características son las que, en la práctica, ayudan a asegurar que infraestructuras como pavimentos, redes de tuberías, muros o postes funcionen bien y mantengan su desempeño con el paso del tiempo. Un punto crítico es la humedad . Cuando el contenido de agua del suelo cambia, pueden aparecer problemas como deformaciones, pérdida de capacidad portante o asentamientos, sobre todo si existen arcillas sensibles que reaccionan con expansiones o contracciones. A esto se suma la permeabilidad , es decir, qué tan fácil el suelo permite el paso de agua o incluso gases, porque ese flujo influye directamente en la estabilidad y en la aparición de deterioros.

También importa su durabilidad frente a agentes externos. Un suelo expuesto a la intemperie, a la abrasión del tránsito o a procesos como la erosión puede degradarse más rápido si no presenta la resistencia adecuada. Por ello, entender estas propiedades desde el inicio es clave para diseñar soluciones seguras y prolongar la vida útil de cualquier obra que dependa del comportamiento del terreno. Cabe señalar que estas propiedades pueden modificarse o mejorarse mediante técnicas como el uso de estabilizadores, la implementación de sistemas de drenaje, el control térmico o el empleo de métodos mecánicos (Duque & Escobar, 2016).

Las propiedades de los suelos incluyen características como la textura, estructura, densidad, porosidad, permeabilidad, capacidad de retención de agua, contenido de nutrientes

y propiedades termofísicas, que influyen en el comportamiento del suelo y su respuesta a las cargas y esfuerzos aplicados" (García González, 2018).

C) Tipos de suelos

Los suelos pueden ser clasificados en distintos tipos según sus propiedades físicas, especialmente el tamaño de sus partículas. Las gravas están formadas por fragmentos rocosos de gran tamaño, mayores a 2 mm, que suelen volverse redondeados debido al transporte fluvial. Las arenas, en cambio, se componen de partículas más pequeñas originadas por la erosión natural o mediante trituración artificial, con diámetros que van desde los 2 mm hasta los 0.05 mm; estos materiales no presentan plasticidad, no se contraen al secarse y son menos compresibles que las arcillas. Los limos son suelos finos con baja capacidad de drenaje y alta compresibilidad, cuyas partículas se encuentran en un rango de 0.05 mm a 0.005 mm. Finalmente, las arcillas están formadas por partículas aún más pequeñas, de menos de 0.005 mm, y presentan plasticidad cuando se combinan con agua, lo que las hace particularmente sensibles a los cambios de humedad (Crespo, 2004).

Los tipos de suelos se refieren a las diferentes categorías de suelos que se clasifican según sus propiedades y características, como la textura, la estructura, la composición mineralógica y el contenido de humus, incluyendo suelos arenosos, arcillosos, limosos, orgánicos, alcalinos, ácidos, entre otros (Santamaría, 2017).

D) Carreteras

La infraestructura destinada al transporte terrestre está diseñada para permitir el tránsito de vehículos motorizados de al menos dos ejes y debe cumplir con los parámetros geométricos establecidos por las normativas técnicas vigentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2014).

Las carreteras son infraestructuras de transporte terrestre diseñadas para el tránsito de vehículos, peatones y animales, que consisten en una superficie de rodadura, calzadas, aceras,

cunetas y otras características de diseño que permiten el movimiento seguro y eficiente de personas y mercancías" (Archilla y García, 2017)

E) Pavimentos

Se entiende por pavimento a la estructura compuesta por diversas capas dispuestas sobre un terreno previamente acondicionado, cuya función principal es soportar las cargas del tránsito durante un periodo de diseño establecido y dentro de condiciones específicas de servicio. Esta definición abarca distintos tipos de superficies destinadas a la circulación, tales como calzadas, ciclovías, aceras, zonas de estacionamiento y pasos peatonales (Norma Técnica E.010, 2010).

Los pavimentos son capas superiores de las carreteras y aeropuertos, diseñadas para soportar las cargas de tráfico, proteger la subbase y proporcionar una superficie de rodadura segura y cómoda para los vehículos" (AASHTO, 2017)

F) Diseño de pavimentos

Diseñar un pavimento requiere un análisis técnico cuidadoso, cuyo objetivo central es definir el espesor apropiado de cada una de las capas que conforman su estructura. Con ello se busca que la vía pueda soportar las cargas del tránsito durante toda su vida útil. En esta evaluación no solo importa el peso de los vehículos, sino también cuántas veces esas cargas se repiten sobre la superficie, ya que la repetición puede generar deterioros progresivos. Por eso, el diseño debe asegurar que la estructura resista estas solicitaciones sin presentar deformaciones permanentes que afecten su funcionamiento o aceleren fallas tempranas. Además, se consideran factores como el tipo de subrasante, las condiciones climáticas y las características geométricas del proyecto vial (Rondón & Reyes, 2007).

Por otro lado, el diseño también incluye la selección de materiales para cada capa y la definición de su secuencia constructiva, de manera que el pavimento cumpla con lo esperado en términos de capacidad estructural, resistencia al desgaste y durabilidad en condiciones reales de operación. En la práctica, es un trabajo que integra varios enfoques, porque intervienen variables geotécnicas, hidráulicas y estructurales que terminan influyendo directamente en el desempeño final de la vía. Cuando el diseño se realiza correctamente, no

solo se mejora el comportamiento del pavimento, sino que también se optimizan recursos, se reducen costos de mantenimiento y se brinda mayor seguridad y confort a los usuarios a lo largo del tiempo (Huang, 2004).

G) Subrasante

La subrasante es la capa superior del terreno natural sobre la cual se construye el sistema estructural del pavimento. Esta capa cumple un papel fundamental en la distribución de las cargas transmitidas por el tránsito hacia las capas inferiores del suelo, por lo que su calidad influye directamente en el comportamiento y durabilidad del pavimento. Para ser clasificada como una subrasante adecuada, debe presentar condiciones mínimas de resistencia, siendo uno de los principales indicadores el Índice de Soporte California (CBR). Según los criterios técnicos establecidos por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, se considera que una subrasante es competente si alcanza una profundidad mínima de 0.60 metros y un CBR igual o mayor al 6%. En caso de que el valor obtenido esté por debajo de este umbral, el suelo se califica como deficiente y se recomienda aplicar técnicas de estabilización que permitan mejorar sus propiedades, adaptándolas a los requerimientos específicos del diseño vial (MTC, 2014).

La subrasante es la capa de suelo que se encuentra debajo de la base de un pavimento y que juega un papel crucial en la distribución de las cargas y el comportamiento estructural del pavimento" (Moghaddas, 2017)

H) Fluorescencia de rayos X

La fluorescencia de rayos X (FRX) es una técnica que permite identificar con bastante precisión los elementos que componen una muestra sin destruirla ni modificarla físicamente . En términos sencillos, el procedimiento consiste en irradiar la muestra con rayos X primarios ; esa energía “excita” los átomos del material y, como respuesta, estos emiten una radiación secundaria . Lo importante es que cada elemento químico emite esa radiación con niveles de energía propios , como si fuera una “huella” particular. Por eso, al analizar la energía de la radiación emitida, es posible reconocer qué elementos están presentes en la muestra (De la Cruz, 2018).

Justamente por su rapidez, precisión y carácter no destructivo , la FRX se usa con frecuencia en el análisis de suelos, minerales y materiales de construcción . Además, Jenkin (2013) resalta que esta técnica se basa en la excitación atómica y la emisión posterior de rayos característicos, lo que facilita el estudio tanto de la composición elemental como de ciertas características estructurales en distintos tipos de materiales.

I) Análisis granulométrico

El análisis granulométrico es una de las pruebas más utilizadas para evaluar suelos y agregados, porque permite conocer cómo se distribuyen las partículas según su tamaño . En la práctica, el ensayo consiste en hacer pasar la muestra por una serie de tamices con aberturas cada vez más pequeñas. El material que queda retenido en cada tamiz se pesa , y con esos datos se elabora la curva granulométrica , donde se relaciona el tamaño de partícula con el porcentaje acumulado que pasa por cada malla. Esta información es fundamental para clasificar el suelo y anticipar su comportamiento frente a procesos como la compactación , el drenaje o la respuesta ante cargas (Romero, 2018).

Según los lineamientos del MTC , el procedimiento se realiza separando la muestra en dos partes: el material retenido y el material que pasa por el tamiz N.º 4 . Durante el tamizado, la muestra debe mantenerse en movimiento de forma continua para asegurar una separación eficiente de los distintos tamaños de partícula. Finalmente, se calcula el porcentaje que representa cada fracción respecto al peso total de la muestra (MTC, 2016).

Asimismo, Gee (2002) indica que esta técnica se basa en la separación física de partículas por tamaño, mediante tamices o sedimentación, y permite obtener datos precisos sobre la textura del material y su aplicabilidad en ingeniería civil.

J) Límites de Atterberg

Según Duque y Escobar (2016), el comportamiento del suelo varía considerablemente según su contenido de humedad. En condiciones de alta saturación, el suelo adquiere un estado líquido, actuando como un fluido viscoso que se deforma con facilidad bajo su propio peso, sin ofrecer prácticamente resistencia al corte. Conforme pierde agua, pasa a una etapa en la que se vuelve plástico: es decir, puede moldearse sin agrietarse, aunque ya no fluye. Si el proceso de secado continúa, el suelo entra en una condición semisólida, en la cual pierde cohesión y tiende a desmoronarse al ser manipulado. Finalmente, cuando la humedad desciende aún más y el volumen ya no varía, el suelo se comporta como un sólido. La zona comprendida entre el límite líquido (LL) y el límite plástico (LP) se denomina rango plástico, y su diferencia —conocida como índice plástico (IP)— es clave para caracterizar el comportamiento de suelos finos frente a la variación de humedad. Estos límites representan niveles críticos de humedad que definen las fases de consistencia del suelo y permiten predecir su comportamiento en campo.

"Los límites de Atterberg son un conjunto de parámetros que definen el comportamiento hidromecánico de un suelo, incluyendo el límite líquido (LL), el límite plástico (LP) y el límite de contracción (LC), que se utilizan para clasificar suelos y predecir su comportamiento en diferentes condiciones de humedad" (Lambe, 1951)

K) Ensayo CBR

Según William (1983), el Índice de Soporte California (CBR) es una prueba fundamental en el proceso de diseño de pavimentos flexibles, especialmente dentro del enfoque propuesto por el método AASHTO. Esta evaluación permite estimar la capacidad de un suelo natural o tratado para soportar cargas aplicadas desde la superficie. El procedimiento consiste en medir la fuerza necesaria para insertar un pistón de área estándar (19.38 cm²) en una muestra compactada bajo condiciones controladas. Posteriormente, este valor se compara

con la fuerza requerida para lograr la misma penetración en una muestra patrón de roca triturada de alta calidad, considerada como referencia con un CBR del 100%. De este modo, el resultado obtenido refleja de forma porcentual la resistencia del suelo en estudio frente a la carga aplicada. Este ensayo proporciona un parámetro clave para clasificar suelos en términos de su comportamiento estructural y su aptitud para ser utilizados como parte de la subrasante o capas superiores del pavimento.

El ensayo CBR (California Bearing Ratio) es una prueba de laboratorio utilizada para determinar la resistencia de un suelo o material granular bajo carga, que se expresa como un índice de resistencia relativa al comportamiento de un suelo estándar, utilizado para diseñar pavimentos y evaluar la capacidad de carga de suelos" (AASHTO, 2019).

2.3 Bases filosóficas

Hombre

Ser social que se distingue de los animales por su conciencia, el uso de un lenguaje articulado y su capacidad de pensar, sentir y ejercer la voluntad. Su comportamiento se configura a partir del conocimiento de las normas vigentes —tanto en el plano natural como en el social— y del autoconocimiento. Aunque las corrientes idealistas conceden un carácter absoluto a la razón y a la conciencia humanas, la diferencia clave reside en que el ser humano crea instrumentos para transformar la naturaleza y, con ello, se transforma a sí mismo, en vez de limitarse a ajustarse pasivamente a las condiciones naturales (Rosental e Iudin, 1939).

2.4 Definición de términos básicos

Suelo:

El suelo es el medio físico esencial sobre el cual se desarrollan proyectos de ingeniería civil, infraestructura vial, edificaciones y diversas obras arquitectónicas. Su desempeño depende de características específicas que incluyen propiedades de identificación,

condiciones de estado y parámetros geomecánicos que definen su comportamiento bajo carga y su interacción con factores ambientales (Braja, 2001).

Señala que estas propiedades permiten evaluar la idoneidad del suelo para diferentes tipos de intervención estructural. Por su parte, la Soil Science Society of America define el suelo como una mezcla natural de minerales, materia orgánica, aire y agua, localizada en la superficie del planeta, y que juega un rol clave en el soporte de la vida vegetal y animal. Su composición y funcionalidad están determinadas por el ambiente, su origen geológico y sus transformaciones físicas, químicas y biológicas a lo largo del tiempo (SSSA, 2018).

Carretera:

Las carreteras constituyen un componente esencial del sistema de transporte terrestre, diseñadas para permitir el tránsito ordenado, constante y seguro de vehículos motorizados.

Estas infraestructuras se emplazan dentro de una franja conocida como derecho de vía, e incorporan elementos como calzadas, plataformas, sistemas de drenaje, señalización y otras estructuras que garantizan su funcionamiento eficaz y seguro para los usuarios. (MTC, 2014)

Una carretera debe reunir condiciones geométricas y estructurales que aseguren fluidez y seguridad en el tránsito. Complementariamente, Izquierdo (2019) la describe como una vía de uso público compuesta por diversos elementos técnicos que facilitan la circulación vehicular y permiten el cumplimiento de los estándares operativos y de seguridad requeridos en el diseño vial moderno. (Izquierdo, 2019)

2.5 Hipótesis de la Investigación

2.3.1 Hipótesis General.

La adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar influye significativamente las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante, Santa María – 2024.

2.3.2 Hipótesis Específicas.

- i) La adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar influye significativamente las propiedades físicas de la subrasante, Santa María – 2024.
- ii) La adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar influye significativamente las propiedades mecánicas de la subrasante, Santa María – 2024.
- iii) La adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar influye significativamente en los costos por metro cuadrado de la subrasante, Santa María – 2024.

2.3 Operacionalización de variables

Tabla 1. Tabla de operacionalización de variables

Variables	Def. Conceptual	Def. Operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de Medida	Instrumento de Medición	Tipo
Variable independiente							
Ceniza de bagazo de caña de azúcar	La ceniza de bagazo de caña de azúcar, es un residuo agroindustrial sólido resultante de la quema del bagazo en calderas para cogeneración de energía. (Mario Millones, 2020)	La ceniza de bagazo de caña de azúcar se operacionaliza mediante su dimensión de dosificación que posee los indicadores de 0.07;0.10;0.13 y 0.16	Dosificación	Porcentaje 0% (Patrón) 7% 10% 13% 16%	%	Balanza Electrónica	Razon
Variable independiente							
Propiedades mecánicas de la subrasante	Son aquellas que describen el comportamiento de un material ante las fuerzas aplicadas sobre él, por eso son especialmente importantes al elegir el material del que debe estar construido un determinado objeto.(MTC)	Las proporciones se operacionaliza mediante los resultados que de los ensayos de laboratorio.	Propiedades físicas	Granulometria	pulg	Juego de tamices de acero (MTC E 107)	Razon
				Contenido de Humedad	%	Homo de Secado (MTC E 108)	
				Plasticidad	und	Copa de Casagrande y Horno de Secado (MTC E 110, MTC E 111)	
			Propiedades Mecánicas	Relación Densidad/ Humedad (Proctor)	%	Molde cilíndrico para el ensayo de Proctor (MTC E 115, MTC E 116)	
				Califomia Bearing Ratio (CBR)	%	Prensa de carga para CBR (MTC E132)	
			Costos	Metrado	Sol	Análisis de Precios Unitarios	

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

3.1.1 Enfoque

El enfoque de la presente investigación es mixto , en tanto se sustenta en procesos sistemáticos, empíricos y críticos que articulan la recolección y el análisis de información cuantitativa y cualitativa . Además, dichos datos se integran y se discuten de manera conjunta para formular inferencias derivadas del conjunto de evidencias (metainferencias) y alcanzar una comprensión más amplia del fenómeno objeto de estudio (Pierre, p. 534).

3.1.2 Tipo

El estudio corresponde a una investigación aplicada , ya que se orienta a generar conocimientos útiles para comprender, construir y/o transformar una realidad que se presenta como problemática, con el propósito de contribuir a su mejora (Borja, p. 10).

3.1.3 Diseño

La investigación se enmarca en un diseño experimental , dado que busca analizar la relación entre variables bajo condiciones que minimicen la influencia de factores externos, lo que permite precisar con mayor claridad el vínculo entre ellas (Pierre, p. 162).

Asimismo, el subdiseño corresponde al cuasi experimental , ya que se modifica de forma deliberada al menos una variable independiente para observar su efecto en una o más variables dependientes y medir los resultados en un grupo previamente establecido (Hernández et al., 2010, p. 151).

3.2 Población y muestra

3.3.1 Población

De acuerdo con Vizcaíno et al. (2023), la población se entiende como el conjunto total e inalterable de sujetos o eventos que comparten rasgos específicos y constituyen el foco del estudio. En la misma línea, Cerda (2011) precisa que no debe asumirse únicamente como un “conjunto”, sino como una unidad con estructura propia y particularidades que es necesario

reconocer y analizar con rigor. En esta investigación, la población estará conformada por el tramo vial del pasaje Román – Santa María , con una longitud de 0,548 km .

3.3.2 Muestra.

La muestra se concibe como una proporción o subconjunto del total (población), seleccionada de manera intencional como grupo de interés para obtener información pertinente durante el desarrollo del estudio; es sobre esta que se realiza el registro y la evaluación de las variables de investigación (Bernal, 2010). En el presente trabajo, la muestra coincidirá con la población y estará constituida por el tramo del pasaje Román – Santa María, con una longitud de 0,518 km.

La obtención de la muestra se realizará mediante puntos de muestreo. Conforme a lo establecido por el MTC (2014), las perforaciones en el suelo se dispondrán longitudinalmente, siguiendo un patrón intercalado a lo largo de la franja correspondiente al ancho de la vía, manteniendo separaciones aproximadas entre sí. Con ello, se recopilará la información necesaria para determinar el porcentaje de ceniza de bagazo de caña de azúcar requerido para el estudio.

Tabla 2. Cantidad de Ensayos

Cantidad de Ensayos			
Ensayo	Porcentaje	Número de Pruebas	Subtotal
CBR	0	5	17
	7	3	
	10	3	
	13	3	
	16	3	
TOTAL			17

Elaboración Propia

3.3 Técnicas de recolección de datos

3.1.1. Técnicas a emplear.

- A. Observación: Se empleará de forma directa, sistemática y planificada durante la toma de muestras, así como en la ejecución de los ensayos y el análisis de suelos.

B. Documental o de gabinete: Se utilizará para consultar y analizar la producción científica disponible (libros, tesis, revistas y artículos), además de revisar la normativa técnica vigente aplicable en el país (NTP) vinculada con el tema de estudio.

3.1.2. Descripción de los instrumentos.

- Los instrumentos que permitirán operativizar la recolección de información serán los siguientes:
-
- Formato de control de ensayos , utilizado para el registro sistemático de procedimientos, condiciones y resultados.
-
- Asimismo, se aplicarán los ensayos estandarizados requeridos por la investigación, cada uno con sus respectivos instrumentos:
-
- Análisis granulométrico por tamizado (MTC E 107 – NTP 339.128): juego de tamices de acero .
- Contenido de humedad (MTC E 108 – 2000): horno de secado .
- Plasticidad (MTC E 110, MTC E 111 – NTP 339.129): copa de Casagrande y horno de secado .
- Relación densidad–humedad (Proctor) (MTC E 115, MTC E 116): molde cilíndrico para ensayo Proctor .
- California Bearing Ratio (CBR) (MTC E 132): prensa de carga para CBR .

3.4 Técnicas para el procesamiento de datos

Observación: Se empleará para reconocer las condiciones reales del suelo, permitiendo identificar, recopilar y registrar información relevante para su posterior análisis.

Deductivo: Facilitará partir de premisas generales vinculadas con la estabilización de suelos para arribar a conclusiones específicas sobre las variables objeto de estudio.

Inductivo: Contribuirá a comprender los aspectos particulares del fenómeno investigado, partiendo de características específicas de las variables para, posteriormente, formular generalizaciones sustentadas en la evidencia.

Analítico: Permitirá examinar la muestra de suelo incorporando distintos porcentajes de ceniza excedente de la quema de ladrillo, así como interpretar y discutir los resultados obtenidos en los ensayos.

Sintético: Servirá para integrar la información procesada y consolidar las conclusiones finales de la investigación.

3.3.Matriz de consistencia.

Tabla 3. Cuadro de matriz de consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Metodología
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable independiente				
¿Cómo influye la adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar influye en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante, Santa María - 2024?	Adicionar la ceniza de bagazo de caña de azúcar para evaluar las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante, Santa María - 2024	La adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar influye significativamente las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante, Santa María - 2024	Ceniza de bagazo de caña de azucar	Dosificación	Porcentaje 0% (Patrón) 7% 10% 13% 16%	Balanza Electrónica	Enfoque de Investigación: Mixto Tipo de Investigación: Aplicada
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Especificas	Variable dependientes	Propiedades físicas	Granulometria	Juego de tamices de acero (MTC E 107)	Diseño de Investigación: Experimental Sub diseño de Investigación: Cuasiexperimental
¿En qué medida la adicción de ceniza de bagazo de caña de azúcar influye en las propiedades físicas de la subrasante, Santa María - 2024?	Determinar cómo influye la adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar en las propiedades físicas de la subrasante, Santa María – 2024.	La adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar influye significativamente las propiedades físicas de la subrasante, Santa María – 2024	Propiedades mecánicas de la subrasante		Contenido de Humedad	Horno de Secado (MTC E 108)	
¿En qué medida la adicción de ceniza de bagazo de caña de azúcar influye en las propiedades mecánicas de la subrasante, Santa María - 2024?	Determinar cómo influye la adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar en las propiedades mecánicas de la subrasante, Santa María – 2024.	La adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar influye significativamente las propiedades mecánicas de la subrasante, Santa María – 2024.			Plasticidad	Copa de Casagrande y Horno de Secaso (MTC E 110, MTC E 111)	
¿En qué medida la adicción de ceniza de bagazo de caña de azúcar influye en los costos por metro cuadrado de la subrasante, Santa María - 2024?	Determinar cómo influye la adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar en los costos por metro cuadrado de la subrasante, Santa María – 2024.	La adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar influye significativamente en los costos por metro cuadrado de la subrasante, Santa María – 2024.		Propiedades Mecánicas	Relación Densidad/ Humedad (Proctor)	Molde cilíndrico para el ensayo de Proctor (MTC E 115, MTC E 116)	Población: 0.518 km del pasaje Román, Santa María, Huaura, Lima
				California Bearing Ratio (CBR)	Prensa de carga para CBR (MTC E132)		
				Costos	Metrado	Análisis de Precios Unitarios	Muestra: 17 ensayos

Elaboración Propia

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

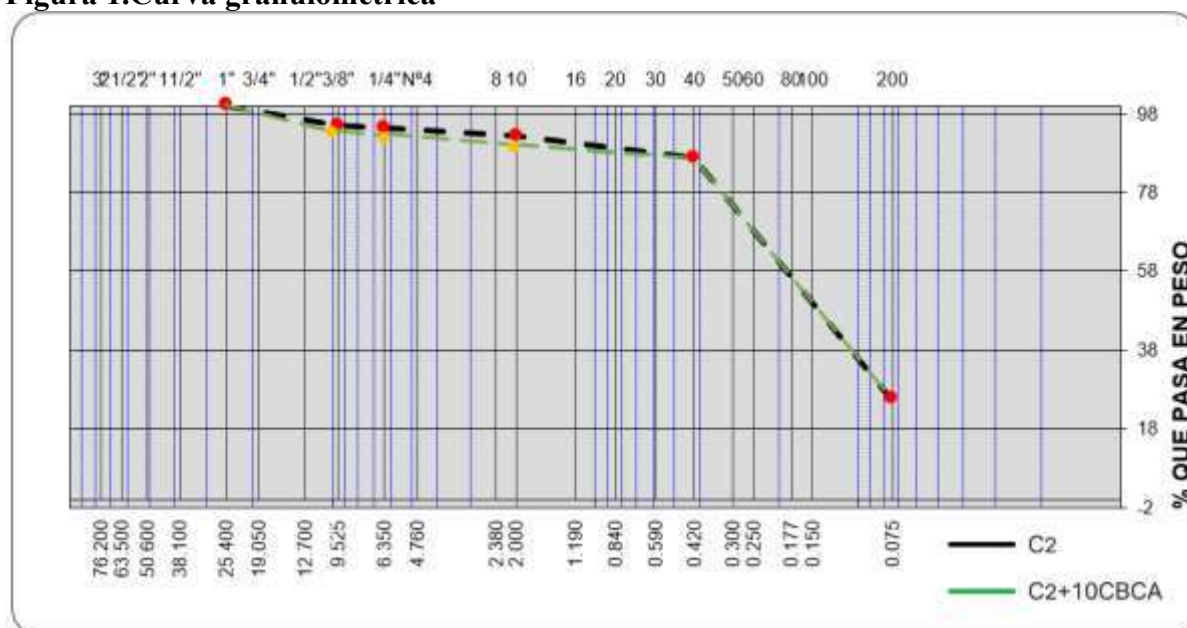
En este capítulo se presentan y analizan los resultados obtenidos a partir de los ensayos de laboratorio y las pruebas estadísticas aplicadas en el marco del estudio sobre la estabilización de suelos de subrasante mediante la incorporación de ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA). El objetivo principal ha sido determinar la eficacia de dicho aditivo natural en el mejoramiento de las propiedades mecánicas del suelo, con énfasis en el incremento del índice de soporte California (CBR), un parámetro clave para el diseño de infraestructura vial sostenible y de bajo costo.

Para ello, se sometieron muestras de suelo natural y mezclas con distintos porcentajes de CBCA a ensayos estandarizados de CBR. Posteriormente, se aplicaron diversas pruebas estadísticas para validar la significancia de los resultados obtenidos. Estas incluyeron el análisis de residuos, la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, la prueba de homogeneidad de varianzas de Levene, el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, con el fin de garantizar la rigurosidad y solidez de las conclusiones.

OBJ 1. Determinar cómo influencia la adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar en las propiedades físicas de la subrasante en Santa María, durante el año 2024.

Los límites de Atterberg (límite líquido, límite plástico y el índice de plasticidad o de consistencia) constituyen parámetros fundamentales en la caracterización de suelos finos, ya que permiten evaluar su comportamiento frente a variaciones de humedad. Estos ensayos resultan determinantes en la ingeniería geotécnica, pues definen la transición del suelo entre los estados sólido, plástico y líquido, influyendo directamente en su capacidad de soporte y estabilidad volumétrica.

Figura 1. Curva granulométrica



En el presente estudio, se determinaron dichos parámetros tanto en muestras naturales de la subrasante (C1, C2 y C3), como en la muestra C2 tratada con diferentes porcentajes de ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA), con el fin de analizar la influencia de este aditivo en las propiedades físicas del suelo.

Tabla 4. Tabla resumen de ensayos físicos

	L.L	L.P	C-H	γ (g/cm ³)
C1	21.9	14.7	4.1	1.985
C2	25.9	16.2	1.2	1.934
C3	23.1	14.7	5.8	1.973
C2+7%CBCA	25.3	15.9	1.2	1.948
C2+10%CBCA	24.5	15.4	1.2	1.967
C2+13%CBCA	24.5	15.5	1.2	1.963
C2+16%CBCA	23.9	15.3	1.2	1.943

En la tabla correspondiente a los suelos naturales se aprecia que el límite líquido (L.L.) se ubica entre 21,9 % y 25,9 % , mientras que el límite plástico (L.P.) varía de 14,7 % a 16,2 % . Por su parte, el índice de plasticidad (I.P.) muestra valores bajos, en el rango de 1,2 % a 5,8 % , lo que permite identificar estos materiales como suelos de baja plasticidad . Este comportamiento es característico de suelos limo-arcillosos , cuyo desempeño mecánico suele

ser limitado, especialmente cuando se incrementa el contenido de humedad o se presentan condiciones cercanas a la saturación. En particular, la muestra C2 , con un I.P. de 1,2 % , evidencia una condición prácticamente no plástica , lo que puede traducirse en una menor cohesión del suelo en su estado natural.

A partir de la tabla también se observa que la incorporación del aditivo genera variaciones leves en los límites de Atterberg, reflejando cambios graduales en la consistencia del material conforme aumenta el porcentaje añadido. El límite líquido disminuye progresivamente desde 25.3 % (con 7 % CBCA) hasta 23.9 % (con 16 % CBCA), mientras que el límite plástico se mantiene en torno al 15 %. En consecuencia, el índice de plasticidad (C-H) permanece constante en 1.2 %, evidenciando que la CBCA no incrementa la plasticidad del suelo, sino que tiende a estabilizarlo y reducir su susceptibilidad a cambios volumétricos por humedad. Este comportamiento confirma la eficacia del aditivo en mejorar la estabilidad física del suelo, al limitar la deformabilidad y favorecer la compactación.

Finalmente, se visualiza que el aditivo influye en la densidad máxima seca de las muestras, La densidad máxima seca aumenta desde 1.948 g/cm³ (con 7% de CBCA) y llega a un máximo de 1.967 g/cm³ (con 10 % de CBCA), los siguientes resultados disminuyen, siendo el menor resultado 1.943 g/cm³ (con 16 % de CBCA) el cual es superior a la densidad máxima de la muestra patrón de 1.934 g/cm³

OBJ 2. Determinar como la adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar influye en las propiedades mecánicas de la subrasante, Santa María - 2024

Análisis Estadístico de la Estabilización del Suelo con CBCA

En el presente estudio se aplicaron distintos porcentajes de ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) con el objetivo de evaluar su efecto en la mejora de las propiedades

mecánicas del suelo, específicamente a través del ensayo de CBR (California Bearing Ratio), tal como se presenta en la siguiente tabla:

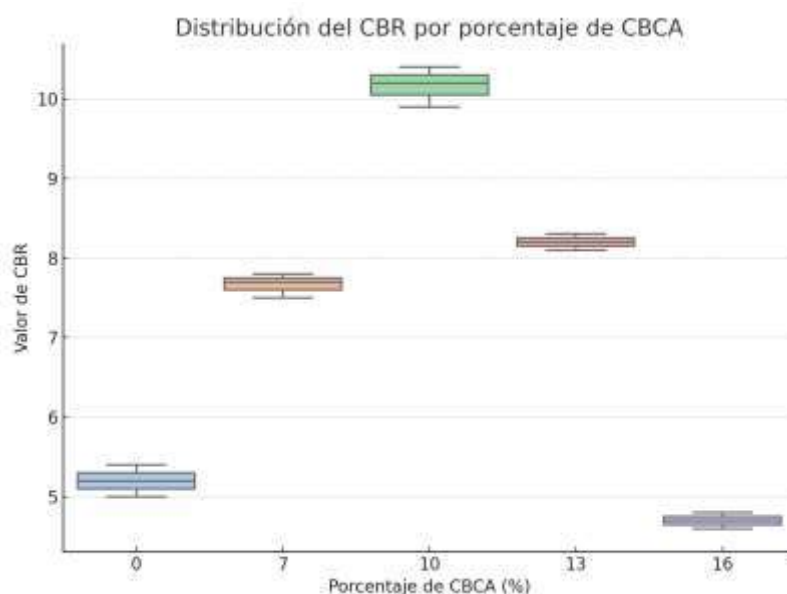
Tabla 5. Valores Promedios de CBR

CBR	Porcentaje
6.3	C2
6.2	C2
6.6	C2
9.44	C2+7%CBCA
7.72	C2+7%CBCA
7.43	C2+7%CBCA
9.77	C2+10%CBCA
9.95	C2+10%CBCA
10.64	C2+10%CBCA
7.02	C2+13%CBCA
9.51	C2+13%CBCA
8.54	C2+13%CBCA
6.14	C2+16%CBCA
6.29	C2+16%CBCA
6.07	C2+16%CBCA

Nota. Se presentan los valores del rango promedio de CBR. Elaboración propia.

A continuación, se presenta un diagrama de caja (boxplot) que muestra la distribución de los valores del CBR en función del porcentaje de ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) aplicado:

Figura 2 Distribución del CBR según porcentaje de CBCA



Para determinar la validez estadística de los resultados obtenidos, se emplearon diversas pruebas estadísticas, incluyendo el análisis de residuos, la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, la prueba de homogeneidad de varianzas de Levene y la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. A continuación, se presenta una descripción detallada de cada uno de los procedimientos y los resultados obtenidos.

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

La prueba de Shapiro-Wilk se empleó para verificar la normalidad de los datos obtenidos en el ensayo de CBR con distintas proporciones de CBCA. El valor p obtenido fue inferior a 0.05, lo que indica que los datos no siguen una distribución normal. Este hallazgo justifica el uso de técnicas estadísticas no paramétricas para el análisis comparativo entre tratamientos.

Tabla 6. Prueba de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia	0.175	15	.200	0.872	15	0.036

. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Prueba de Homogeneidad de Varianzas (Anova)

Para verificar si las varianzas entre los grupos de datos eran homogéneas, se aplicó la prueba de Levene. Los resultados arrojaron una p menor a 0.05, lo que indica que las varianzas no son homogéneas. Esta falta de homogeneidad respalda la decisión metodológica de aplicar la prueba de ANOVA en lugar de Levene.

Tabla 7. Teoría ANOVA

Elemento	Teoría (ANOVA de un factor)	Cómo se interpreta en el estudio (CBR/“Resistencia” vs % de CBCA)
¿Qué es?	Prueba estadística paramétrica que compara las medias de una variable cuantitativa en k ≥ 3 grupos para verificar si al menos una media difiere.	Permite evaluar si el CBR promedio cambia significativamente entre los tratamientos por porcentaje de CBCA (p. ej., 0%, 7%, 10%, 13%, 16%).
Variable dependiente	Variable numérica (continua).	CBR/“Resistencia” medida en cada ensayo.
Factor (variable independiente)	Variable categórica con k niveles (grupos).	Dosificación de CBCA (niveles: 0, 7, 10, 13, 16%).
Hipótesis	H0 : $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$ (todas las medias son iguales). H1 : existe al menos un par (i≠j) tal que $\mu_i \neq \mu_j$.	H0 : el CBR promedio es igual para todas las dosificaciones. H1 : al menos una dosificación produce un CBR promedio diferente.
Modelo (una vía)	$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$, donde ε_{ij} es el error aleatorio.	El CBR observado se descompone en: promedio general + efecto del %CBCA + error.
Descomposición de la variabilidad	SST (Total) = SSB (Entre grupos) + SSW (Dentro de grupos).	“Entre grupos” mide la variación por cambiar el %CBCA; “Dentro” mide la variación entre repeticiones del mismo %CBCA.
Sumas de cuadrados	$SSB = \sum n_i(\bar{Y}_i - \bar{Y})^2$; $SSW = \sum \sum (Y_{ij} - \bar{Y}_i)^2$; $SST = \sum \sum (Y_{ij} - \bar{Y})^2$.	Se calculan con los CBR de cada grupo (%CBCA) y sus medias.
Grados de libertad	$gl_{entre} = k - 1$; $gl_{dentro} = N - k$; $gl_{total} = N - 1$.	Dependen del número de grupos (k) y del total de ensayos (N).
Cuadrados medios	$MS_{entre} = SSB/(k - 1)$; $MS_{dentro} = SSW/(N - k)$.	Representan la variabilidad promedio “por grupo” y “por error”.

Elemento	Teoría (ANOVA de un factor)	Cómo se interpreta en el estudio (CBR/“Resistencia” vs % de CBCA)
Estadístico de prueba	$F = MS_{entre} / MS_{dentro}$	Si F es grande, sugiere que la variación entre dosificaciones es mayor que la variación por azar.
Regla de decisión	Con nivel α (típico 0.05): rechazar H0 si p < α (o si $F > F_{crítico}$).	Si p < 0.05 , concluyes que sí hay diferencias significativas de CBR entre dosificaciones.
Supuestos del ANOVA	(1) Independencia de observaciones. (2) Normalidad de residuos . (3) Homogeneidad de varianzas entre grupos.	Se revisa con pruebas de normalidad (p. ej., Shapiro-Wilk) y homogeneidad (p. ej., Levene). Si no se cumplen, se recomienda complementar con Welch ANOVA o Kruskal-Wallis .
¿Qué hacer si sale significativo?	ANOVA solo dice “hay diferencias”, pero no “entre cuáles”. Se aplican post hoc (Tukey, Bonferroni) o comparaciones no paramétricas (Dunn) para identificar pares diferentes.	Te permite sustentar técnicamente qué % de CBCA genera un CBR promedio superior, una vez identificados los pares que difieren.

Tabla 6. Prueba de homogeneidad de Varianza (Anova)

ANOVA					
Resistencia					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	31.690	4	7.922	13.106	0.001
Dentro de grupos	6.045	10	0.605		
Total	37.735	14			

Los ensayos realizados mostraron que la muestra estándar presentó un CBR de 6.2%.

Sin embargo, al incorporar ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) en diferentes proporciones, se observó una mejora significativa en la resistencia de la subrasante. Con un 7% de CBCA, el CBR alcanzó un 9.44%, lo que representó un incremento del 52.26%. Con un 10% de CBCA, el CBR aumentó a 10.64%, logrando una mejora del 71.61%, y con un

13% de CBCA, se alcanzó un CBR de 9.51%, lo que implicó una mejora del 53.39%. Sin embargo, al probar con un 16% de CBCA, la resistencia de la subrasante mostró una disminución, ya que el CBR bajó a 6.07%, lo que representó una reducción del 2.10% en comparación con el suelo original. Este comportamiento sugiere que hay un punto de saturación en la adición de CBCA, más allá del cual la resistencia podría verse afectada negativamente.

OBJ 3. Determinar cómo influye la adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar influye en los costos por metro cuadrado de la subrasante, Santa María – 2024

Figura 3. Mejoramiento de subrasante con CBCA

Partida	01.01	MEJORAMIENTO DE SUB-RASANTE CON MATERIAL DE PRESTAMO CBCA E= 0.20 M					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,000.0000	EQ. 1,000.0000	Costo unitario directo por : m2			9.68
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0080	28.38	0.23
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.0080	20.22	0.16
							0.39
	Materiales						
0213010008	MATERIAL DE PRESTAMO (CBCA)		m3		0.2500	14.80	3.70
							3.70
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	0.39	0.02
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton		hm	1.0000	0.0080	136.26	1.09
03011900010003	CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 2000 GAL		hm	1.0000	0.0080	199.72	1.60
03012000010004	MOTONIVELADORA 125 HP		hm	1.0000	0.0080	220.89	1.77
							4.48
	Subcontratos						
0410010014	ENSAYOS DE CBR		und		0.0013	850.00	1.11
							1.11

Figura 4. Material de préstamo

Partida	01.02	MATERIAL DE PRESTAMO (CBCA)					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 600.0000	EQ. 600.0000	Costo unitario directo por : m3			14.80
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/
	Mano de Obra						
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.0133	20.22	0.27
							0.27
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.27	0.01
03011600010005	CARGADOR SOBRE LLANTAS 160-195 HP 3.5 yd3		hm	1.0000	0.0133	170.00	2.26
0301220004	VOLQUETE DE 15 M3 INC. COMBUSTIBLE		hm	4.0000	0.0533	230.00	12.26
							14.53

Figura 5. Mejoramiento de la Subrasante con Cemento.

Partida	01.03	MEJORAMIENTO DE SUB-RASANTE CON MATERIAL DE PRESTAMO CEMENTO E= 0.20 M					
Rendimiento	m2/DIA	MO: 1,000.0000	EQ: 1,000.0000	Costo unitario directo por : m2			12.01
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0080	28.38	0.23	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0080	20.22	0.16	
						0.39	
	Materiales						
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.1882	32.06	6.03	
						6.03	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.39	0.02	
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton	hm	1.0000	0.0080	136.26	1.09	
03011900010003	CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 2000 GAL	hm	1.0000	0.0080	199.72	1.60	
03012000010004	MOTONIVELADORA 125 HP	hm	1.0000	0.0080	220.89	1.77	
						4.48	
	Subcontratos						
0410010014	ENSAYOS DE CBR	und		0.0013	850.00	1.11	
						1.11	

En la evaluación económica del mejoramiento de la subrasante en Santa María – 2024 se identificó que el costo por metro cuadrado con la adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) es de S/ 9.68, mientras que la alternativa con cemento alcanza un valor de S/ 12.01. La diferencia entre ambas opciones equivale a una reducción cercana al 19.4% en los costos cuando se emplea CBCA. Este resultado permite observar que la ceniza se presenta como una alternativa con menor impacto económico frente al uso de cemento, manteniendo su función en el proceso de estabilización del suelo.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

La presente investigación cumple con el objetivo general al demostrar que la adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) es una estrategia eficaz para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de subrasante en Santa María. A través de los ensayos realizados, se evidenció que la incorporación de este residuo agroindustrial permite transformar un suelo de baja capacidad portante en un material adecuado para la construcción de vías. Esto reduce la dependencia de estabilizantes convencionales, como la cal y el cemento, los cuales tienen mayores costos y un impacto ambiental más elevado. Este hallazgo se alinea con la necesidad de implementar alternativas sostenibles en zonas en proceso de urbanización.

En relación con el primer objetivo específico, los resultados obtenidos en los ensayos de límites de Atterberg mostraron que el límite líquido (LL) de los suelos de subrasante en su condición natural varió entre 21.9% y 25.9%. Al añadir ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA), se observó una disminución progresiva del LL, pasando de 25.3% con 7% de CBCA a 23.9% con 16% de CBCA. Esto indica que la presencia de este aditivo permite que el suelo plástico sea más estable frente a la humedad, al reducir la cantidad de agua que el suelo puede retener en estado plástico.

Este comportamiento difiere de manera significativa de lo reportado por Moyo, Ng'ang'a Thuo y Waweru (2024), quienes evaluaron un suelo de naturaleza arcillosa con alta plasticidad y elevado potencial de hinchamiento. En dicho estudio, los altos valores de los límites de consistencia evidencian una marcada sensibilidad del material ante la presencia de agua, lo que condiciona una menor aptitud para su uso directo en capas de subrasante. De forma similar, Ahmed et al. (2024) observaron que la adición de ceniza de bagazo en suelos altamente arcillosos incrementa el límite líquido y el índice de plasticidad cuando se emplea como único estabilizante, siendo necesaria la incorporación de cal para reducir dichos

valores. Estas diferencias se explican principalmente por la mineralogía del suelo base, ya que los materiales con mayor contenido de arcilla activa presentan una respuesta más intensa frente a la adición de finos.

En contraste, los resultados obtenidos en la presente investigación muestran mayor concordancia con lo reportado por Abonía Balanta et al. (2024), quienes identificaron reducciones progresivas de los límites de consistencia al aumentar el contenido de ceniza de bagazo, sin cambios bruscos en el comportamiento del material. Esta tendencia sugiere que, en suelos de baja plasticidad, la CBCA actúa principalmente como un agente de estabilización física, favoreciendo la reorganización de partículas y el relleno de vacíos, más que como un modificador químico del comportamiento plástico.

De manera complementaria, Roziah, Kok Shien, Farzana y Azura (2023) señalan que la ceniza de bagazo mejora la estructura interna del suelo, promoviendo una matriz más compacta y estable, asociada a procesos de reordenamiento de partículas y a la interacción entre los componentes finos. Aunque su investigación se desarrolla en un contexto donde intervienen materiales cementantes, el efecto estructural descrito es consistente con lo observado en la subrasante de Santa María, donde la CBCA favorece la estabilidad física sin inducir incrementos en los límites de consistencia.

Por otro lado, Llanos Chávez y Quispe Rodríguez (2022) reportan una subrasante clasificada como grava bien gradada con limo y arena, con índices de plasticidad inferiores al 7 %, lo que indica un suelo poco arcilloso y de comportamiento estable. Esta condición resulta comparable con la del suelo analizado en el presente estudio y refuerza la interpretación de que, en subrasantes con bajo contenido de finos activos, la estabilización con materiales alternativos como la CBCA no persigue una reducción significativa de la plasticidad, sino su control y mantenimiento dentro de rangos aceptables para un adecuado desempeño estructural.

Asimismo, Prada Torres (2023) presenta valores de límite líquido y límite plástico similares a los del suelo natural evaluado en Santa María, confirmando una condición inicial de plasticidad baja a media-baja. Esta similitud respalda que la respuesta observada tras la adición de CBCA se encuentra dentro de un comportamiento esperado para este tipo de materiales, donde el efecto del aditivo se manifiesta principalmente en la mejora de la estabilidad física y no en alteraciones drásticas de los límites de consistencia.

En contraste, Peralta Tingal (2023) evidencia un incremento progresivo de los límites de consistencia a medida que se eleva el porcentaje de ceniza incorporada. Esta tendencia difiere de los resultados obtenidos en la presente investigación y puede atribuirse al uso de altas dosificaciones, en las que la ceniza pasa a comportarse como un componente predominante de la matriz del suelo, aumentando el contenido de finos y modificando su respuesta frente al agua. Este comportamiento pone de manifiesto la importancia de establecer un porcentaje óptimo de adición, evitando efectos adversos asociados al exceso de material estabilizante.

Finalmente, Capuñay y Pastor (2020) reportan una mayor variabilidad en los límites de consistencia de la subrasante analizada, con valores críticos de límite líquido superiores a los observados en este estudio. En comparación, la subrasante de Santa María presenta parámetros más uniformes y moderados, incluso tras la incorporación de CBCA, lo que sugiere que el uso de este residuo agroindustrial no introduce riesgos asociados a incrementos de plasticidad, sino que contribuye a un comportamiento más homogéneo del suelo.

En cuanto al segundo objetivo específico, centrado en las propiedades mecánicas, se observó que la adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) mejoró notablemente la resistencia de la subrasante. Con solo un 7% de adición, el CBR aumentó del 6.2% en la muestra estándar a 9.44%, lo que representa un incremento del 52.26%. La mejora continuó con un 10% de CBCA, alcanzando un valor máximo de 10.64%, equivalente a un aumento

del 71.61% respecto al suelo natural. Estos resultados permiten clasificar el material tratado como adecuado para infraestructura vial de bajo volumen, según la normativa vigente.

Sin embargo, al incrementar la dosificación por encima del 13%, se observó una tendencia descendente. Con un 13% de CBCA, el CBR fue de 9.51% (mejora del 53.39% respecto al suelo natural), pero con un 16% de CBCA la resistencia disminuyó a 6.07%, lo que representó una reducción del 2.10% en comparación con el suelo sin tratamiento. Esto confirma la existencia de un rango óptimo de aplicación, ya que dosis excesivas no solo no ofrecen beneficios adicionales, sino que incluso pueden comprometer la capacidad portante del suelo.

Este comportamiento no lineal coincide con lo reportado por Moyo, Ng'ang'a Thuo y Waweru (2024), quienes evaluaron un suelo expansivo estabilizado con melaza y registraron un CBR inicial de aproximadamente 1.4 %, el cual se incrementó progresivamente hasta un valor máximo cercano al 7.0 % con una dosificación del 8 %, para luego disminuir al aumentar el contenido del aditivo. Aunque los valores absolutos son inferiores a los obtenidos en el presente estudio, la tendencia es comparable, ya que en ambos casos se identifica un contenido óptimo que maximiza la resistencia del suelo.

De manera similar, Ahmed et al. (2024) reportan que la adición individual de ceniza de bagazo genera incrementos progresivos del CBR, alcanzando mejoras significativas respecto al suelo sin tratar, y que dichas mejoras pueden superar el 60 % cuando se combina con cal. En contraste, los resultados del presente estudio muestran que, en un suelo de baja plasticidad, la CBCA utilizada de forma independiente permite alcanzar valores de CBR del orden de 10 %, lo que demuestra que la efectividad del aditivo depende en gran medida de la condición inicial del suelo y del mecanismo de estabilización predominante.

Los resultados obtenidos por Roziah, Kok Shien, Farzana y Azura (2023) evidencian incrementos aún más pronunciados de resistencia cuando la ceniza de bagazo se combina con

cemento, alcanzándose mejoras superiores al 200 % y hasta valores cercanos al 460 % respecto al suelo sin tratar. Si bien estos valores superan ampliamente los registrados en la presente investigación, dicha diferencia se explica por la presencia de un ligante hidráulico y por los periodos de curado considerados. No obstante, la tendencia ascendente del CBR con el aumento controlado del contenido de ceniza es consistente con el comportamiento observado en la subrasante de Santa María.

En un contexto comparable, Abonía Balanta, Serrano Guzmán y Pérez Ruiz (2024) reportan que un suelo con CBR inicial cercano al 5.7 % incrementa su capacidad portante hasta valores del orden de 11.2 % con una adición del 10 % de ceniza de bagazo, alcanzando un máximo alrededor del 15 % de adición, para luego descender cuando el contenido se incrementa al 20 %. Esta evolución es muy similar a la observada en el presente estudio, donde el CBR aumenta hasta un valor máximo con una dosificación intermedia de CBCA y disminuye cuando el contenido del aditivo resulta excesivo.

A nivel nacional, Llanos Chávez y Quispe Rodríguez (2022) reportan incrementos sustanciales del CBR en subrasantes granulares tratadas con CBCA, alcanzando valores superiores al 50 % al 95 % de la densidad máxima seca con contenidos del 10 %, y hasta valores cercanos al 100 % con una adición del 15 %. Aunque estos valores son considerablemente mayores a los obtenidos en la subrasante de Santa María, la diferencia se explica por la naturaleza granular del suelo y por las condiciones de compactación, manteniéndose la misma tendencia de mejora progresiva del CBR con el aumento controlado del contenido de ceniza.

Asimismo, Prada Torres (2023) identifica incrementos del CBR en distintas calicatas al incorporar un 7.5 % de CBCA, alcanzando valores cercanos a 17.5 % y determinando dicho contenido como óptimo para la mejora de la subrasante. Este comportamiento resulta comparable con el presente estudio, donde las dosificaciones intermedias generan una mejora

significativa de la capacidad portante, mientras que porcentajes mayores no conducen necesariamente a un mejor desempeño mecánico.

Por su parte, Capuñay y Pastor (2020) reportan mejoras del CBR con contenidos elevados de ceniza, alcanzando los mejores resultados con adiciones del 35 % al 45 %, dependiendo del tipo de suelo, atribuyendo este comportamiento a la presencia de óxidos de sílice y calcio que favorecen la resistencia al corte. Sin embargo, estos porcentajes contrastan con los utilizados en la presente investigación, lo que pone en evidencia que la dosificación óptima de CBCA está fuertemente condicionada por la clasificación del suelo y su estructura inicial.

Finalmente, Peralta Tingal (2023) reporta que un suelo con CBR inicial de aproximadamente 4.1 % mejora hasta valores cercanos al 9.2 % con una adición del 20 % de ceniza de bagazo, pasando de una subrasante pobre a una subrasante regular. Esta tendencia resulta coherente con los resultados obtenidos en la subrasante de Santa María, donde la incorporación de CBCA permite elevar el CBR a valores que mejoran su clasificación y desempeño estructural.

En conjunto, el análisis integrado del comportamiento del CBR, considerando tanto los resultados del presente estudio como los valores reportados en investigaciones previas, permite interpretar que la mejora de la capacidad portante mediante la incorporación de ceniza de bagazo de caña de azúcar depende del equilibrio entre la dosificación del aditivo, el tipo de suelo y los mecanismos de estabilización predominantes. En la subrasante de Santa María, la CBCA actúa principalmente como un estabilizante físico eficaz, incrementando el CBR hasta valores cercanos al 10 % cuando se emplea dentro de un rango óptimo de adición.

Finalmente, en relación con el tercer objetivo específico, el análisis económico del mejoramiento de la subrasante del sector Santa María evidencia que la incorporación de

ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) constituye una alternativa económicamente más favorable en comparación con el uso de cemento como material estabilizante. Los resultados del presente estudio muestran que el costo unitario por metro cuadrado del tratamiento con CBCA es inferior al de la alternativa convencional, registrándose una reducción cercana al 20 % en los costos de ejecución, lo que representa un ahorro significativo en el presupuesto del proyecto. Esta diferencia resulta particularmente relevante en obras viales de gran extensión, donde pequeñas variaciones en el costo unitario pueden generar impactos económicos considerables a escala global del proyecto.

La ventaja económica observada se explica principalmente por el origen del material, ya que la CBCA es un residuo agroindustrial cuyo costo de adquisición es prácticamente nulo. En este contexto, los costos asociados a su utilización se concentran fundamentalmente en el transporte, el acondicionamiento del material y el proceso constructivo, mientras que el uso de cemento implica costos adicionales relacionados con su producción industrial, comercialización y distribución. Este comportamiento coincide con lo reportado por Moyo, Ng'ang'a Thuo y Waweru (2024), quienes señalan que, si bien los costos pueden variar según la moneda y el contexto local, la ceniza no representa un costo directo de adquisición, siendo el flete y el proceso de mejoramiento los factores económicos predominantes.

Desde una perspectiva técnico-económica más amplia, Ahmed et al. (2024) destacan que la estabilización del suelo mediante cenizas de bagazo permite reducir los costos totales de construcción del pavimento, no solo por el menor costo del material estabilizante, sino también por el incremento de la vida útil de la estructura y la posibilidad de reducir los espesores de las capas del pavimento. Esta apreciación se vincula directamente con los resultados mecánicos obtenidos en el presente estudio, donde la mejora del CBR de la subrasante tratada con CBCA contribuye a optimizar el diseño estructural del pavimento y, en consecuencia, a disminuir los costos asociados a materiales adicionales.

De manera similar, Roziah, Kok Shien, Farzana y Azura (2023) indican que el comportamiento económico del uso de ceniza de bagazo es comparable entre distintos estudios, presentando variaciones principalmente asociadas a los costos locales y a las condiciones logísticas de cada proyecto. Esta observación refuerza la validez del análisis realizado en el área de estudio, donde la disponibilidad cercana de CBCA permite reducir los costos de transporte y maximizar el beneficio económico de su aplicación como material estabilizante.

Asimismo, Abonía Balanta, Serrano Guzmán y Pérez Ruiz (2024) resaltan que el buen desempeño mecánico de la CBCA, reflejado en valores óptimos de CBR a densidades cercanas al 95 % de la máxima seca, confirma no solo su viabilidad técnica, sino también su factibilidad económica y ambiental para la estabilización de subrasantes en vías de bajo volumen de tránsito. La relación entre mejor desempeño estructural y mayor eficiencia económica se refleja también en los hallazgos del presente estudio, donde el incremento del comportamiento mecánico del suelo se asocia con una menor necesidad de intervención y, por tanto, con una reducción de costos.

En el ámbito nacional, Llanos Chávez y Quispe Rodríguez (2022) señalan que la incorporación de CBCA puede evitar la colocación de capas adicionales de material de préstamo cuando la subrasante tratada alcanza los valores normativos de CBR requeridos para una subbase granular. Este punto es especialmente importante desde la perspectiva económica, ya que prescindir de dichas capas disminuye de forma significativa los gastos en materiales, transporte y ejecución, escenario que guarda coherencia con lo observado en esta investigación.

De manera complementaria, Prada Torres (2023) indica que la CBCA representa una alternativa económica y sostenible , dado que se produce en grandes cantidades como subproducto de la industria azucarera, lo que facilita su disponibilidad y su empleo en proyectos cercanos a zonas de producción. Esta condición se alinea con el contexto del área evaluada, donde la proximidad a fuentes de generación del residuo refuerza la conveniencia de su uso frente a estabilizantes convencionales.

Asimismo, Capuñay y Pastor (2020) destacan que el aprovechamiento de materiales reciclados y subproductos industriales para estabilización de suelos responde a una tendencia global impulsada por su menor costo y su reducción de impactos ambientales . En ese sentido, la CBCA se posiciona como una opción que permite optimizar el presupuesto de obra sin descuidar el enfoque ambiental, al reducir la dependencia de insumos tradicionales.

Finalmente, Peralta Tingal (2023) sostiene que la sustitución parcial de cemento y cal por cenizas y fibras de bagazo contribuye a disminuir los costos de construcción y favorece un desarrollo más sostenible, al reducir el consumo de estabilizantes químicos convencionales y su carga ambiental. Esta idea coincide con los resultados del presente estudio, donde el uso de CBCA no solo mejora el desempeño mecánico de la subrasante, sino que también se traduce en una alternativa con ventajas económicas claras.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1.Conclusiones

1. La adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) permitió evaluar y comprobar mejoras significativas en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante en Santa María – 2024. Los ensayos de laboratorio (granulometría, límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR), complementados con análisis estadísticos, demostraron que el uso de CBCA constituye una alternativa técnica y sostenible para la estabilización de suelos de baja capacidad portante, contribuyendo a la construcción de vías más seguras, económicas y duraderas.
2. Los resultados evidenciaron que la incorporación de CBCA modificó parámetros físicos como la densidad seca máxima y el contenido óptimo de humedad. A bajas dosis (7 % y 10 %), el suelo mostró mejor compactación y estabilidad volumétrica, mientras que dosis mayores (16 %) generaron disminución en la cohesión y pérdida de eficiencia. Esto confirma que la CBCA actúa favorablemente sobre las propiedades físicas del suelo dentro de un rango óptimo de aplicación.
3. El índice de soporte California (CBR) se incrementó significativamente con la adición de CBCA, alcanzando su máximo valor en el 10 % de adición, donde el suelo pasó de un CBR promedio de 6.36 (suelo natural) a 14.0. Los porcentajes de 7 % y 13 % también mostraron mejoras notables, aunque con rendimientos inferiores. En cambio, el 16 % provocó una reducción del CBR, evidenciando que existe un punto óptimo de dosificación más allá del cual los beneficios se revierten.
4. El análisis comparativo de costos mostró que la estabilización con CBCA reduce significativamente la inversión por metro cuadrado frente al uso de cemento o cal. Mientras que el costo con cemento Portland al 6 % asciende a S/ 25.00 por m², el

tratamiento con 10 % de CBCA cuesta en promedio S/ 10.00 por m², generando un ahorro estimado de entre 46 % y 48 %. Esto confirma que la CBCA es una opción técnica y financieramente viable, especialmente en distritos con limitaciones presupuestarias.

6.2.Recomendaciones

1. Se recomienda utilizar la ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) en un rango del 7 % al 10 % como aditivo estabilizante de suelos de subrasante, dado que en este intervalo se obtuvieron los mejores resultados en compactación y capacidad portante. Porcentajes mayores, como el 16 %, no aportan beneficios y pueden reducir la resistencia del suelo.
2. Incorporar la CBCA como material alternativo en las normas técnicas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) y en los lineamientos de los gobiernos locales y regionales, estableciendo procedimientos claros de dosificación, control de calidad y aceptación de obras..
3. Fomentar convenios entre **municipalidades, universidades y empresas agroindustriales** (particularmente ingenios azucareros) para asegurar la recolección, transporte y disposición técnica de la CBCA en proyectos viales. Esto promoverá un circuito sostenible y reducirá la disposición inadecuada de este residuo.
4. Desarrollar programas de capacitación para ingenieros, técnicos y responsables de obras viales sobre los **beneficios y técnicas de aplicación de la CBCA**, de modo que se garantice su correcta utilización y supervisión en campo.
5. Priorizar el uso de CBCA en **zonas urbanas y rurales con presupuestos limitados**, ya que permite reducir hasta en un 48 % los costos de estabilización frente a métodos tradicionales como el cemento o la cal, además de contribuir a la reducción de residuos agroindustriales.

6. Se recomienda complementar futuras investigaciones con ensayos de **durabilidad a largo plazo** del suelo tratado con CBCA, evaluando su comportamiento bajo condiciones reales de tráfico y clima, a fin de validar su desempeño más allá de los resultados de laboratorio. Asimismo, sería pertinente realizar un **análisis de impacto ambiental** que permita valorar los beneficios de su aplicación en relación con la reducción de residuos agroindustriales y la sostenibilidad en la gestión vial. Finalmente, se sugiere desarrollar **pruebas con combinaciones híbridas**, como CBCA con cal o con ceniza de arroz, entre otros aditivos, con el propósito de determinar si dichas mezclas logran un rendimiento superior en términos de resistencia y durabilidad sin implicar un incremento significativo en los costos de ejecución.

REFERENCIAS

- AASHTO. (2019). Standard Specifications for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing . American Association of State Highway and Transportation Officials. <https://www.transportation.org/>
- Abrar, M., Yousaf, S., & Ahmed, A. (2024). Stabilization of Pavement Subgrade Clay Soil Using Sugarcane Ash and Lime . Case Studies in Construction Materials, 20, e01556. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2024.e01556>
- Archilla, A., & García, D. (2017). Infraestructura vial y movilidad urbana . Universidad Politécnica de Madrid.
- Borja, M. (2010). Metodología de la investigación aplicada . Editorial Alfaomega.
- Capuñay, M., & Pastor, L. (2020). Estabilización de suelos con ceniza de bagazo de caña de azúcar para su uso como subrasante mejorada en los pavimentos de Chimbote . Universidad Nacional del Santa.
- Castillo, L., & Patiño, R. (2022). Estabilización de suelos con ceniza de bagazo de caña de azúcar en la subrasante de la carretera Sapillica – Naranjo, Ayabaca – Piura . Universidad Nacional de Piura.
- Crespo, J. (2004). Manual de mecánica de suelos . Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Duque, M., & Escobar, J. (2016). Manual de geotecnia aplicada . Editorial Ingeniería Civil Latinoamericana.
- Florez, M. (2006). Geotecnia aplicada a carreteras . Editorial Alfaomega.
- Gee, G. W., & Bauder, J. W. (2002). Particle-size analysis . In Methods of Soil Analysis (pp. 383–411). Soil Science Society of America. <https://doi.org/10.2136/sssabookser5.1.c15>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). Metodología de la investigación (5.^a ed.). McGraw-Hill.
- Hidalgo, J., Martínez, R., & Valdivia, M. (2020). Stabilization of Clayey Soil for Subgrade Using Rice Husk Ash and Sugarcane Bagasse Ash . International Journal of Engineering Research and Applications, 10(3), 47–54. <https://doi.org/10.1016/j.ijera.2020.03.006>
- Huang, Y. H. (2004). Pavement Analysis and Design (2nd ed.). Prentice Hall.
- Jenkin, G. (2013). X-ray fluorescence spectroscopy: A practical guide . Wiley.
- Jia Liu. (2019). Geotechnical Engineering: Soil Classification and Testing . Springer.

- Juárez Badillo, E., & Rico Rodríguez, R. (2005). *Mecánica de suelos: principios y aplicaciones* . Limusa.
- Lambe, T., & Whitman, R. (2008). *Soil Mechanics* . MIT Press.
- Llanos, R., & Quispe, E. (2022). *Estabilización de subrasante incorporando ceniza de bagazo de caña de azúcar en camino vecinal Simbal - Chual, Trujillo 2022* . Universidad Nacional de Trujillo.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *Manual de carreteras: suelos, geotecnia y pavimentos* . Lima: MTC.
<https://www.mtc.gob.pe/portal/transportes/carreteras/publicaciones/manuales/>
- Missan, M., Raza, A., & Jamil, M. (2019). Stabilization of Clayey Soil Using Bagasse Ash as a Stabilizing Material . *International Journal of Geotechnical Engineering*, 13(1), 92–98. <https://doi.org/10.1080/19386362.2019.1576033>
- Moyo, T., Mungofa, H., & Moyo, L. (2024). Suitability of Bagasse Ash and Molasses for Stabilization of Expansive Black Cotton Clay Soils for Subgrade Construction in Low-Volume Rural Roads . *Journal of Civil Engineering and Environmental Technology*, 11(1), 20–28. <https://doi.org/10.1007/s42452-024-05645-0>
- Navarro, A., & Santamaría, P. (2024). *Estabilización de suelos utilizando cenizas de bagazo de caña de azúcar y cenizas de cáscara de arroz con fines de cimentación* . Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Prada, F. (2023). *Estabilización del suelo usando ceniza de bagazo de caña de azúcar para caminos no pavimentados* . Universidad Nacional de Piura.
- Romero, J. (2018). Caracterización geotécnica de suelos mediante granulometría . *Revista de Tecnología e Ingeniería*, 10(2), 89–96.
- Rondón, J., & Reyes, C. (2007). *Diseño de pavimentos flexibles* . Universidad Central de Venezuela.
- Roziah, Z., Shazwin, M., & Anuar, S. (2023). Pozzolan Effect on the Mechanical Properties of SCBA Blended Cement Treated Soil . *Geotechnical and Geological Engineering*, 41(3), 1023–1042. <https://doi.org/10.1007/s10706-023-02301-1>
- SSSA. (2018). *Glossary of Soil Science Terms* . Soil Science Society of America.
<https://www.soils.org/publications/soils-glossary>
- William, T. (1983). *Soil Testing Manual for Civil Engineers* . Pitman.

ANEXOS

ANEXO 1 Matriz De Consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables				
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable independiente	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Metodología
¿Cómo influye la adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar influye en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante, Santa María - 2024?	Adicionar la ceniza de bagazo de caña de azúcar para evaluar las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante, Santa María - 2024	La adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar influye significativamente las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante, Santa María - 2024	Ceniza de bagazo de caña de azucar	Dosificación	Porcentaje 0% (Patrón)	Balanza Electrónica	Enfoque de Investigación: Mixto Tipo de Investigación: Aplicada
					7%		
					10%		
					13%		
					16%		
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Especificas	Variable dependientes				
¿En qué medida la adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar influye en las propiedades físicas de la subrasante, Santa María - 2024?	Determinar cómo influye la adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar en las propiedades físicas de la subrasante, Santa María – 2024.	La adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar influye significativamente las propiedades físicas de la subrasante, Santa María – 2024		Propiedades físicas	Granulometria	Juego de tamices de acero (MTC E 107)	Diseño de Investigación: Experimental Sub diseño de Investigación: Cuasiexperimental
					Contenido de Humedad	Horno de Secado (MTC E 108)	
					Plasticidad	Copa de Casagrande y Horno de Secaso (MTC E 110, MTC E 111)	
¿En qué medida la adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar influye en las propiedades mecánicas de la subrasante, Santa María - 2024?	Determinar cómo influye la adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar en las propiedades mecánicas de la subrasante, Santa María – 2024.	La adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar influye significativamente las propiedades mecánicas de la subrasante, Santa María – 2024.	Propiedades mecánicas de la subrasante	Propiedades Mecánicas	Relación Densidad/ Humedad (Proctor)	Molde cilíndrico para el ensayo de Proctor (MTC E 115, MTC E 116)	Población: 0.518 km del pasaje Román, Santa María, Huaura, Lima
					California Bearing Ratio (CBR)	Prensa de carga para CBR (MTC E132)	
¿En qué medida la adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar influye en los costos por metro cuadrado de la subrasante, Santa María - 2024?	Determinar cómo influye la adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar en los costos por metro cuadrado de la subrasante, Santa María – 2024.	La adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar influye significativamente en los costos por metro cuadrado de la subrasante, Santa María – 2024.		Costos	Metrado	Análisis de Precios Unitarios	Muestra: 17 ensayos

ANEXO 2 PANEL FOTOGRAFICO



Figura 6. Extracción de las muestras de las respectivas calicatas C-1



Figura 7. Extracción de las muestras de las respectivas calicatas C-2



Figura 8. Muestra para el ensayo de granulometría



Figura 9. Selección de los tamices para el ensayo



Figura 10. Tamizado mecánico de la muestra



Figura 11. Recolección de datos (peso)



Figura 12. Toma de muestra para el ensayo de LL



Figura 13. Adición de agua a la muestra para el ensayo de LL.



Figura 14.Ensayo del LL



Figura 15.Toma de Muestra para el ensayo del Proctor modificado C-2



Figura 16. Cuarteo de la Muestra para el ensayo del Proctor modificado C-2



Figura 17. Compactación de la muestra para el ensayo del Proctor Modificado C-2



Figura 18.Perfilado de la muestra para el ensayo del Proctor Modificado



Figura 19.Sellado de la muestra antes de sumergirlo en agua



Figura 20.Toma e Identificación de la muestra antes de sumergirlo



Figura 21.Sumergimiento de la muestra durante 7 días



Figura 22. Toma de datos después de los 7 días



Figura 23. Muestra del ensayo del Proctor e identificación de la humedad óptima



Figura 24. Muestra para el Ensayo del CBR de la C-2



Figura 25. Muestras para el Ensayo del CBR de la C-2



Figura 26.Sumergido de la muestra y poniendo el dial para medir la deformación



Figura 27.Posterior a los 7 días se toma los datos aplicando cargas



Figura 28.Extracción de la muestra después del ensayo CBR



Figura 29.Adición de la Ceniza 7% CBCA



Figura 30.Adición de la Ceniza 10% CBCA



Figura 31.Adición de la Ceniza 13% CBCA



Figura 32.Adición de la Ceniza 16% CBCA



Figura 33.Selección de los tamices para la granulometría



Figura 34. Toma de datos de los Tamices



Figura 35. Se realiza el ensayo de Limite Plástico



Figura 36. Ensayo de Límite de Consistencia



Figura 37. Ensayo de Contenido de Humedad



Figura 38. Compactación de la muestra por el ensayo del Proctor Modificado/CBR



Figura 39. Compactación de la muestra por el ensayo del Proctor Modificado/CBR



Figura 40. Preparación de las muestras para el sumergimiento



Figura 41 Sellado de las muestras para el sumergimiento





Figura 46 Extracción de la muestra después de 7 días de +7% CBCA.



Figura 47 Extracción de la muestra después de 7 días de +10% CBCA.



Figura 48 Extracción de la muestra después de 7 días de +13% CBCA.



Figura 49 Extracción de la muestra después de 7 días de +16% CBCA.



Figura 50 Ensayo del CBR con 7% CBCA



Figura 51 Ensayo del CBR con 10% CBCA



Figura 52 Ensayo del CBR con 13% CBCA



Figura 53 Ensayo del CBR con 16% CBCA

ANEXO 3 ENSAYOS DE LABORATORIO



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC.

CONSULTORÍA N° C-64792

R.U.C. 20600141865



ENSAYOS CBR

Av. Coronel Portillo # 216 – Huaura Teléfono 656-8935 Celular 996172418 – 966181954
c_jonelta@hotmail.com



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865



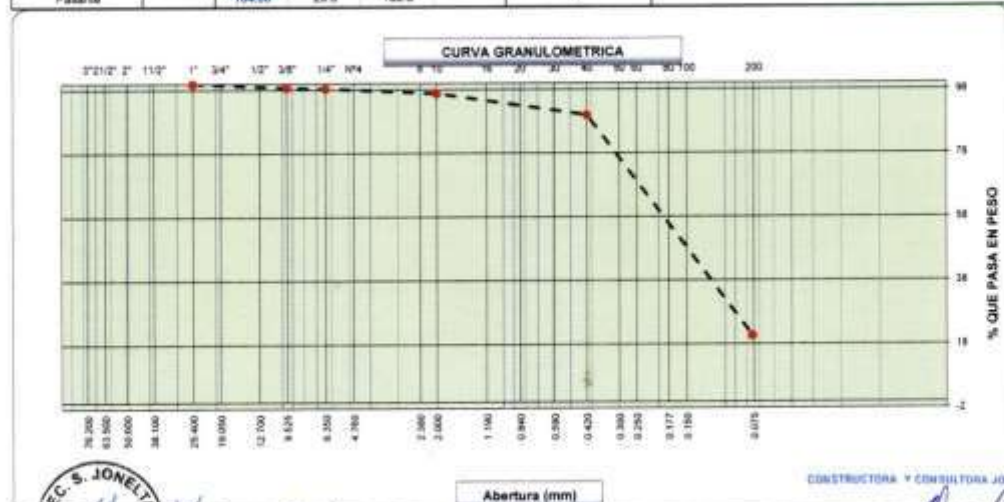
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

SOLICITANTES	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN	TÉCNICO	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
TESIS	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024	ING° RESP.	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA MARÍA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA	FECHA	HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025
CALICATA	C-1	N° ENSAYO	050-2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50 m.		
PTO. MUESTREO	1.50 m		
MUESTRA	M-1		
Coordenadas UTM WGS-84	coordenada X: 218612 m coordenada Y: 8772743 m		

Tamices ASTM	Apertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificación	Descripción
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg): 2.037
3"	73.000						Peso Fracción Fina Para Lavar (g): 500.0
2 1/2"	50.300						2. Características
2"	50.800						Tamaño Máximo: 1"
1 1/2"	37.500						Tamaño Máximo Nominal: 3/4"
1"	25.400				100.0		Grava (%): 1.8
3/4"	19.000	7.1	0.4	0.4	99.7		Arena (%): 77.8
1/2"	12.700	14.9	0.7	1.1	98.9		Fines (%): 20.6
3/8"	9.500	4.7	0.2	1.3	98.7		Modulo de Fines (%):
1/4"	6.350	5.8	0.3	1.6	98.4		3. Clasificación
N° 4	4.750	5.0	0.3	1.6	98.2		Limite Líquido (%): 21.9
N° 8	2.360						Limite Plástico (%): 14.7
N° 10	2.000	7.8	1.4	3.2	96.8		Índice de Plasticidad (%): 7.1
N° 16	1.180						Clasificación SUCS: SC
N° 20	0.850						Clasificación AASHTO: A-2-4 (II)
N° 30	0.600						
N° 40	0.420	34.5	8.8	10.0	90.0		
N° 50	0.300						
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.150	334.3	65.7	75.5	24.4		
N° 200	0.075	19.4	3.8	79.4	20.6		
Pasante		104.80	20.8	100.0			



TECNICO LABORATORISTA
LUIGUI JEAN PER GRADOS ASTUQUIPAN
TECNICO LABORATORISTA
MEC DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C

JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
INGENIERO DE SUELOS
R.U.C. 20600141865
DIRECCIÓN: HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025
FONO: 011 996172418



 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C. CONSULTORIA N° C-64792 R.U.C. 20600141865 	
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO CONTENIDO DE HUMEDAD (MTC E-108 / ASTM D-2216)	
SOLICITANTES	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN
PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA MARIA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA
CALICATA	C-1
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50 m.
PTO. MUESTREO	1.50 m
MUESTRA	M - 1
Coordenadas UTM WGS-84	coordenada X: 218512 m coordenada Y: 8772743 m
TÉCNICO	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
ING° RESP.	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
FECHA	HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025
N° ENSAYO	052-2025-LAB/MS-JONELTA

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	500.0	500.0
Peso de la tara + muestra seca (gr)	479.0	482.0
Peso del agua contenida (gr)	21.0	18.0
Peso de la muestra seca (gr)	479.0	482.0
Contenido de Humedad (%)	4.4	3.7
Contenido de Humedad Promedio (%)	4.1	



Luigui J. Grados Astuquipan
 LUIGUI JEANPIER GRADOS ASTUQUIPAN
 TECNICO LABORATORISTA
 MEC. DE SUELOS Y FUNDAMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.
Jose L. Cañari Ravichagua
 JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 INGENIERO CIVIL
 INGENIERO EN SUELOS Y FUNDAMENTOS
 RUC: 20600141865



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20800141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-190)

SOLICITANTES : BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN
PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO GENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARIA - 2024
UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTA MARIA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA
CALICATA : C-1
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 m.
PTO. MUESTREO : 1.50 m
MUESTRA : M - 1
Coordenadas : coordenada X: 218512 m
UTM WGS-84 : coordenada Y: 8772743 m

TÉCNICO : LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
ING° RESP. : JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
FECHA : HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025
N° ENSAYO : 063-2025-LAB/MS-JONELTA

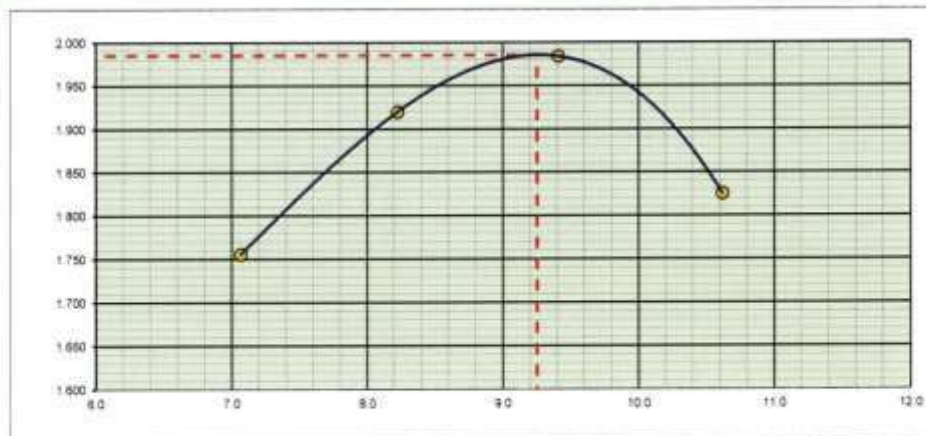
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	6"		Volumen Molde	2093	m3.	N° de capas	3
	Metodo	A	B	C	Peso Molde	7230	gr	N° de golpes	56 Gp

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	gr	11,165	11,579	11,773	11,456	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr	3,935	4,349	4,543	4,226	
Peso Volumetrico Humedo	gr	1,880	2,078	2,171	2,019	
Recipiente Numero		-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr	500	500	500	500	
Peso Suelo Seco + Tara	gr	467	452	457	452	
Peso de la Tara	gr					
Peso del agua	gr	33.0	38.0	43.0	48.0	
Peso del suelo seco	gr	467	462	457	452	
Contenido de agua	%	7.1	8.2	9.4	10.6	
Densidad Seca	gr/cc	1.796	1.920	1.984	1.825	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.985	(gr/cm3)	Humedad óptima	9.3	%
Densidad Máxima Seca Corregida		(gr/cm3)	Humedad óptima		%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



Luigui J. Grados Astuquipan
LUIGUI JEAN PIER GRADOS ASTUQUIPAN
TÉCNICO LABORATORISTA
MEC. DE SUELOS, CONCRETO Y FUNDAM.

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose L. Cañari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
INGENIERO DE SUELOS Y GEOTECNIA
R.U.C. 20800141865
DIRECCIÓN: 0117 064-8415

Av. Coronel Portillo #266 - Huaura Teléfono 656-8935 Celular 996172418
Correo: p_canari@hotmail.com



SOLICITANTES	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN		
PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024		
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA MARÍA, PROVINCIA DE HUÁURA, DEPARTAMENTO DE LIMA		
CALICATA	C-1	TÉCNICO	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
PROFUNDIDAD	0,00 - 1,50 m.	ING° RESP	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
PTO. MUESTREO	1,50 m	FECHA	HUÁURA, 15 DE ENERO DEL 2025
MUESTRA	M - 1	N° ENSAYO	054-2025-LAB/MS-JONIELTA
Coordenadas UTM	coordenada X: 218512 m		
WGS-84	coordenada Y: 8772743 m		

Molde Nº	18	19	17			
Capas Nº	5	5	5			
Grapes por capa Nº	56	25	12			
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12228	12128	11902			
Peso de molde (g)	7628	7564	7502			
Peso del suelo húmedo (g)	4600	4564	4380			
Volumen del molde (cm ³)	2120	2123	2125			
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.170	2.190	2.061			
Tara (Nº)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	300.5	300.0	300.0			
Peso suelo seco + tara (g)	274.5	274.5	274.5			
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)	25.5	25.5	25.5			
Peso de suelo seco (g)	274.5	274.5	274.5			
Contenido de humedad (%)	9.3	9.3	9.3			
Densidad seca (g/cm ³)	1.980	1.967	1.986			

[illegible][illegible]

Anillo



JOSE LUIS MARTINEZ VICHAGUR
RECEIVED JUL 1 1964
INVESTIGATIVE DIVISION
FBI - NEW YORK



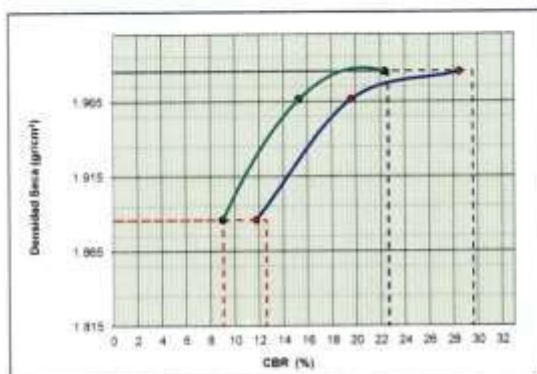
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

SOLICITANTES	:-	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN	TÉCNICO	:-	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
PROYECTO	:-	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024	ING° RESP.	:-	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	:-	DISTRITO DE SANTA MARÍA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA	FECHA	:-	HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025
CALICATA	:-	C-1	N° ENSAYO	:-	055-2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	:-	0.00 - 1.50 m.			
PTO. MUESTREO	:-	1.50 m			
MUESTRA	:-	M - 1			
Coordenadas UTM WGS-84	:-	coordenada X: 218512 m coordenada Y: 8772743 m			

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR

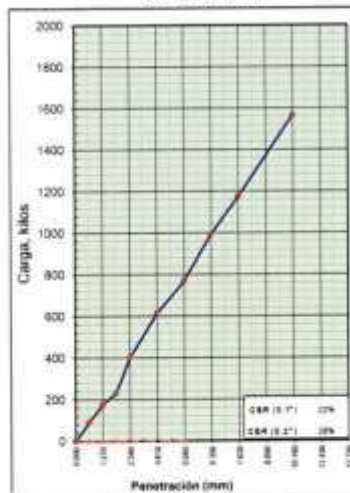


METODO DE COMPACTACION	:-	AASHTO T-190
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	:-	1.985
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:-	9.3
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	:-	1.886

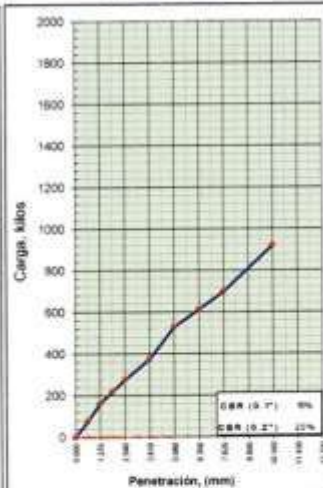
RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	= 22.6 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	= 9.1 %
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	= 29.8 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	= 12.9 %

OBSERVACIONES:

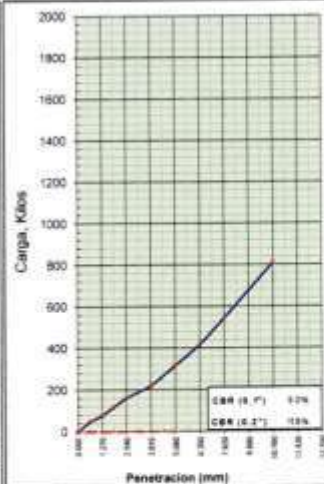
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Luigi J. Grados Astuquipan
LUIGI JEANPER GRADOS ASTUQUIPAN
TECNICO, LABORATORISTA
MEC DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose L. Cañari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
INGENIERO CIVIL, CONSULTOR
R.U.C. 20600141865
DIRECCION: 15000 C/ 15015
TEL: 011 447 3094-4475



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20800141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTG E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-99)

SOLICITANTES	1	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMI	TÉCNICO	1	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
PROYECTO	1	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024	ING° RESP.	1	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	1	DISTRITO DE SANTA MARÍA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA	FECHA	1	HUAURA, 16 DE ENERO DEL 2025
CALICATA	1	C-2	N° ENSAYO	1	057-2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	1	0.00 - 1.50 m.			
PTO. MUESTREO	1	1.50 m			
MUESTRA	1	M - 1			
Coordenadas UTM WGS-84	1	coordenada X: 218337 m coordenada Y: 8772742m			

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tazo		1	2	3	
Peso de Tazo + Suelo Humedo	gr.	32.19	35.25	33.75	
Peso de Tazo + Suelo Seco	gr.	29.61	32.23	31.09	
Peso de Tazo	gr.	20.42	20.43	20.59	
Peso de Agua	gr.	2.58	3.02	2.66	
Peso del Suelo Seco	gr.	9.19	11.80	10.50	Limite Liquido
Contenido de Humedad	%	28.07	25.59	25.33	25.60
Numero de Golpes		12	25	32	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tazo		1	2		
Peso de Tazo + Suelo Humedo	gr.	21.88	21.26		
Peso de Tazo + Suelo seco	gr.	21.43	21.14		
Peso de Tazo	gr.	20.42	20.43		
Peso de Agua	gr.	0.16	0.12		
Peso de Suelo seco	gr.	1.01	0.71		Limite Plastico
Contenido de Humedad	%	15.73	16.73		16.23



Constantes Fisicas de la Muestra	
Limite Liquido	25.9
Limite Plastico	16.2
Indice de Plasticidad	9.6
Observaciones	
Pasante Tamiz N° 40	



Luigui J. Grados Astuquipan
LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
TÉCNICO LABORATORISTA
MÉC. DE SUELOS Y CONCRETO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C
Jose L. Cañari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
ING. CIVIL N° 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 581, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648, 649, 650, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 660, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 738, 739, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 814, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 822, 823, 824, 825, 826, 827, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 835, 836, 837, 838, 839, 840, 841, 842, 843, 844, 845, 846, 847, 848, 849, 850, 851, 852, 853, 854, 855, 856, 857, 858, 859, 860, 861, 862, 863, 864, 865, 866, 867, 868, 869, 870, 871, 872, 873, 874, 875, 876, 877, 878, 879, 880, 881, 882, 883, 884, 885, 886, 887, 888, 889, 890, 891, 892, 893, 894, 895, 896, 897, 898, 899, 900, 901, 902, 903, 904, 905, 906, 907, 908, 909, 910, 911, 912, 913, 914, 915, 916, 917, 918, 919, 920, 921, 922, 923, 924, 925, 926, 927, 928, 929, 930, 931, 932, 933, 934, 935, 936, 937, 938, 939, 940, 941, 942, 943, 944, 945, 946, 947, 948, 949, 950, 951, 952, 953, 954, 955, 956, 957, 958, 959, 960, 961, 962, 963, 964, 965, 966, 967, 968, 969, 970, 971, 972, 973, 974, 975, 976, 977, 978, 979, 980, 981, 982, 983, 984, 985, 986, 987, 988, 989, 990, 991, 992, 993, 994, 995, 996, 997, 998, 999, 1000, 1001, 1002, 1003, 1004, 1005, 1006, 1007, 1008, 1009, 1010, 1011, 1012, 1013, 1014, 1015, 1016, 1017, 1018, 1019, 1020, 1021, 1022, 1023, 1024, 1025, 1026, 1027, 1028, 1029, 1030, 1031, 1032, 1033, 1034, 1035, 1036, 1037, 1038, 1039, 1040, 1041, 1042, 1043, 1044, 1045, 1046, 1047, 1048, 1049, 1050, 1051, 1052, 1053, 1054, 1055, 1056, 1057, 1058, 1059, 1060, 1061, 1062, 1063, 1064, 1065, 1066, 1067, 1068, 1069, 1070, 1071, 1072, 1073, 1074, 1075, 1076, 1077, 1078, 1079, 1080, 1081, 1082, 1083, 1084, 1085, 1086, 1087, 1088, 1089, 1090, 1091, 1092, 1093, 1094, 1095, 1096, 1097, 1098, 1099, 1100, 1101, 1102, 1103, 1104, 1105, 1106, 1107, 1108, 1109, 1110, 1111, 1112, 1113, 1114, 1115, 1116, 1117, 1118, 1119, 1120, 1121, 1122, 1123, 1124, 1125, 1126, 1127, 1128, 1129, 1130, 1131, 1132, 1133, 1134, 1135, 1136, 1137, 1138, 1139, 1140, 1141, 1142, 1143, 1144, 1145, 1146, 1147, 1148, 1149, 1150, 1151, 1152, 1153, 1154, 1155, 1156, 1157, 1158, 1159, 1160, 1161, 1162, 1163, 1164, 1165, 1166, 1167, 1168, 1169, 1170, 1171, 1172, 1173, 1174, 1175, 1176, 1177, 1178, 1179, 1180, 1181, 1182, 1183, 1184, 1185, 1186, 1187, 1188, 1189, 1190, 1191, 1192, 1193, 1194, 1195, 1196, 1197, 1198, 1199, 1200, 1201, 1202, 1203, 1204, 1205, 1206, 1207, 1208, 1209, 1210, 1211, 1212, 1213, 1214, 1215, 1216, 1217, 1218, 1219, 1220, 1221, 1222, 1223, 1224, 1225, 1226, 1227, 1228, 1229, 1230, 1231, 1232, 1233, 1234, 1235, 1236, 1237, 1238, 1239, 1240, 1241, 1242, 1243, 1244, 1245, 1246, 1247, 1248, 1249, 1250, 1251, 1252, 1253, 1254, 1255, 1256, 1257, 1258, 1259, 1260, 1261, 1262, 1263, 1264, 1265, 1266, 1267, 1268, 1269, 1270, 1271, 1272, 1273, 1274, 1275, 1276, 1277, 1278, 1279, 1280, 1281, 1282, 1283, 1284, 1285, 1286, 1287, 1288, 1289, 1290, 1291, 1292, 1293, 1294, 1295, 1296, 1297, 1298, 1299, 1300, 1301, 1302, 1303, 1304, 1305, 1306, 1307, 1308, 1309, 1310, 1311, 1312, 1313, 1314, 1315, 1316, 1317, 1318, 1319, 1320, 1321, 1322, 1323, 1324, 1325, 1326, 1327, 1328, 1329, 1330, 1331, 1332, 1333, 1334, 1335, 1336, 1337, 1338, 1339, 1340, 1341, 1342, 1343, 1344, 1345, 1346, 1347, 1348, 1349, 1350, 1351, 1352, 1353, 1354, 1355, 1356, 1357, 1358, 1359, 1360, 1361, 1362, 1363, 1364, 1365, 1366, 1367, 1368, 1369, 1370, 1371, 1372, 1373, 1374, 1375, 1376, 1377, 1378, 1379, 1380, 1381, 1382, 1383, 1384, 1385, 1386, 1387, 1388, 1389, 1390, 1391, 1392, 1393, 1394, 1395, 1396, 1397, 1398, 1399, 1400, 1401, 1402, 1403, 1404, 1405, 1406, 1407, 1408, 1409, 1410, 1411, 1412, 1413, 1414, 1415, 1416, 1417, 1418, 1419, 1420, 1421, 1422, 1423, 1424, 1425, 1426, 1427, 1428, 1429, 1430, 1431, 1432, 1433, 1434, 1435, 1436, 1437, 1438, 1439, 1440, 1441, 1442, 1443, 1444, 1445, 1446, 1447, 1448, 1449, 1450, 1451, 1452, 1453, 1454, 1455, 1456, 1457, 1458, 1459, 1460, 1461, 1462, 1463, 1464, 1465, 1466, 1467, 1468, 1469, 1470, 1471, 1472, 1473, 1474, 1475, 1476, 1477, 1478, 1479, 1480, 1481, 1482, 1483, 1484, 1485, 1486, 1487, 1488, 1489, 1490, 1491, 1492, 1493, 1494, 1495, 1496, 1497, 1498, 1499, 1500, 1501, 1502, 1503, 1504, 1505, 1506, 1507, 1508, 1509, 1510, 1511, 1512, 1513, 1514, 1515, 1516, 1517, 1518, 1519, 1520, 1521, 1522, 1523, 1524, 1525, 1526, 1527, 1528, 1529, 1530, 1531, 1532, 1533, 1534, 1535, 1536, 1537, 1538, 1539, 1540, 1541, 1542, 1543, 1544, 1545, 1546, 1547, 1548, 1549, 1550, 1551, 1552, 1553, 1554, 1555, 1556, 1557, 1558, 1559, 1560, 1561, 1562, 1563, 1564, 1565, 1566, 1567, 1568, 1569, 1570, 1571, 1572, 1573, 1574, 1575, 1576, 1577, 1578, 1579, 1580, 1581, 1582, 1583, 1584, 1585, 1586, 1587, 1588, 1589, 1590, 1591, 1592, 1593, 1594, 1595, 1596, 1597, 1598, 1599, 1600, 1601, 1602, 1603, 1604, 1605, 1606, 1607, 1608, 1609, 1610, 1611, 1612, 1613, 1614, 1615, 1616, 1617, 1618, 1619, 1620, 1621, 1622, 1623, 1624, 1625, 1626, 1627, 1628, 1629, 1630, 1631, 1632, 1633, 1634, 1635, 1636, 1637, 1638, 1639, 1640, 1641, 1642, 1643, 1644, 1645, 1646, 1647, 1648, 1649, 1650, 1651, 1652, 1653, 1654, 1655, 1656, 1657, 1658, 1659, 1660, 1661, 1662, 1663, 1664, 1665, 1666, 1667, 1668, 1669, 1670, 1671, 1672, 1673, 1674, 1675, 1676, 1677, 1678, 1679, 1680, 1681, 1682, 1683, 1684, 1685, 1686, 1687, 1688, 1689, 1690, 1691, 1692, 1693, 1694, 1695, 1696, 1697, 1698, 1699, 1700, 1701, 1702, 1703, 1704, 1705, 1706, 1707, 1708, 1709, 1710, 1711, 1712, 1713, 1714, 1715, 1716, 1717, 1718, 1719, 1720, 1721, 1722, 1723, 1724, 1725, 1726, 1727, 1728, 1729, 1730, 1731, 1732, 1733, 1734, 1735, 1736, 1737, 1738, 1739, 1740, 1741, 1742, 1743, 1744, 1745, 1746, 1747, 1748, 1749, 1750, 1751, 1752, 1753, 1754, 1755, 1756, 1757, 1758, 1759, 1760, 1761, 1762, 1763, 1764, 1765, 1766, 1767, 1768, 1769, 1770, 1771, 1772, 1773, 1774, 1775, 1776, 1777, 1778, 1779, 1780, 1781, 1782, 1783, 1784, 1785, 1786, 1787, 1788, 1789, 1790, 1791, 1792, 1793, 1794, 1795, 1796, 1797, 1798, 1799, 1800, 1801, 1802, 1803, 1804, 1805, 1806, 1807, 1808, 1809, 1810, 1811, 1812, 1813, 1814, 1815, 1816, 1817, 1818, 1819, 1820, 1821, 1822, 1823, 1824, 1825, 1826, 1827, 1828, 1829, 1830, 1831, 1832, 1833, 1834, 1835, 1836, 1837, 1838, 1839, 1840, 1841, 1842, 1843, 1844, 1845, 1846, 1847, 1848, 1849, 1850, 1851, 1852, 1853, 1854, 1855, 1856, 1857, 1858, 1859, 1860, 1861, 1862, 1863, 1864, 1865, 1866, 1867, 1868, 1869, 1870, 1871, 1872, 1873, 1874, 1875, 1876, 1877, 1878, 1879, 1880, 1881, 1882, 1883, 1884, 1885, 1886, 1887, 1888, 1889, 1890, 1891, 1892, 1893, 1894, 1895, 1896, 1897, 1898, 1899, 1900, 1901, 1902, 1903



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

SOLICITANTES	:	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN	TÉCNICO	:	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
PROYECTO	:	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024	ING° RESP.	:	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	:	DISTRITO DE SANTA MARIA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA	FECHA	:	HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025
CALICATA	:	C-2	N° ENSAYO	:	058-2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	:	0.00 - 1.50 m.			
PTO. MUESTREO	:	1.50 m			
MUESTRA	:	M - 1			
Coordenadas UTM WGS-84	:	coordenada X: 218337 m coordenada Y: 8772742m			

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	1000.0	1000.0
Peso de la tara + muestra seca (gr)	988.2	988.3
Peso del agua contenida (gr)	11.8	11.7
Peso de la muestra seca (gr)	988.2	988.3
Contenido de Humedad (%)	1.2	1.2
Contenido de Humedad Promedio (%)	1.2	



Luigui J. Grados Astuquipan
LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
TÉCNICO LABORATORISTA
MEC. DE SUELOS Y CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C
Jose L. Canari Ravichagua
JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
INGENIERO CIVIL
R.U.C. 20600141865
DIRECCIÓN: HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

SOLICITANTES	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN	TÉCNICO	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024	ING° RESP.	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA MARÍA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA	FECHA	HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025
CALICATA	C-2	N° ENSAYO	059-2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50 m.		
PTO. MUESTREO	1.50 m		
MUESTRA	M - 1		
Coordenadas	coordenada X: 218337 m		
UTM WGS-84	coordenada Y: 8772742m		

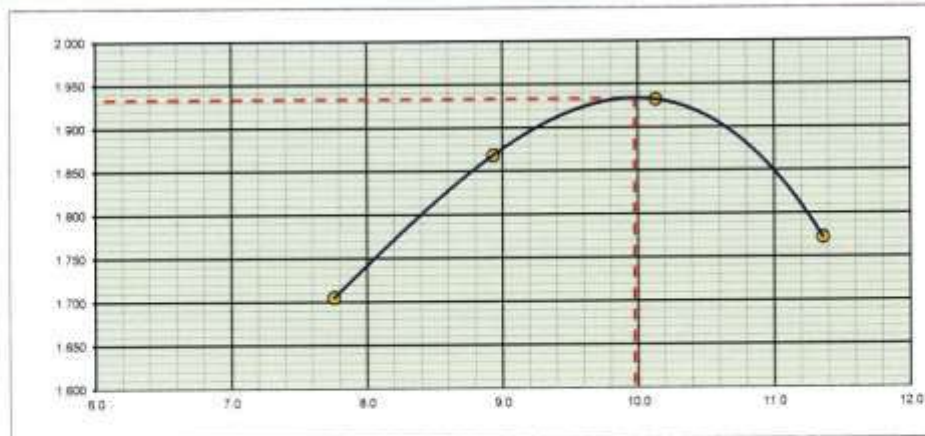
UTM WGS-84		coordenadas T: 872742m						
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	6"	Volumen Molde	2093	m3	N° de capas	5
	Método	A	B	C	Peso Molde	7230	gr	N° de golpes

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.	11,078	11,490	11,884	11,381
Peso Suelo Humedo Compactado	gr	3,848	4,260	4,454	4,131
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,838	2,035	2,128	1,974
Recipiente Numero		-	-	-	-
Peso Suelo Humedo + Tara	gr	560	500	500	500
Peso Suelo Seco + Tara	gr	484	459	454	448
Peso de la Tara	gr				
Peso del agua	gr	36.0	41.0	48.0	51.0
Peso del suelo seco	gr	464	459	454	440
Contenido de agua	%	7.8	8.9	10.1	11.4
Densidad Seca	gr/cm3	1.705	1.868	1.932	1.772

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.934	(gr/cm3)	Humedad óptima	10.0	%
Densidad Máxima Seca Corregida		(gr/cm3)	Humedad óptima		%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



Luigui J. Grados Astuquipan
TECNICO LABORATORISTA
MEC DE SUELOS Y CONCRETO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C

JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
INGENIERO DE CONSULTORIA
INGENIERO CIVIL
REG. N° 1147 147 0014 4735

Av. Coronel Portillo #266 - Huaura Teléfono 658-8935 Celular 996172418
Correo: jl_canari@hotmail.com



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1583 / AASTHO T-193)

SOLICITANTES	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN	TÉCNICO	LUGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARIA - 2024	ING° RESP.	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA MARIA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA	FECHA	HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025
CALICATA	C-2	N° ENSAYO	060-2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	0.90 - 1.50 m.		
PTO. MUESTREO	1.50 m		
MUESTRA	M - 1		
Coordenadas UTM	coordenada X: 218337 m		
WGS-84	coordenada Y: 8772742m		

CALCULO DEL CBR

Molde N°	18	19	17			
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)	12138	12038	11896			
Peso de molde (g)	7528	7564	7602			
Peso del suelo húmedo (g)	4510	4474	4294			
Volumen del molde (cm ³)	2120	2123	2125			
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.127	2.107	2.021			
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	300.0	300.0	300.0			
Peso suelo seco + tara (g)	272.7	272.7	272.7			
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)	27.3	27.3	27.3			
Peso de suelo seco (g)	272.7	272.7	272.7			
Contenido de humedad (%)	10.0	10.0	10.0			
Densidad seca (g/cm ³)	1.934	1.916	1.837			

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

NO EXPANSIVO

PENETRACION

PENETRACION		CARGA		MOLDE N°		M-18		MOLDE N°		M-19		MOLDE N°		M-17	
		STAND.	CARGA	Dial (div)	kg	CORRECCION		Dial (div)	kg	CORRECCION		Dial (div)	kg	CORRECCION	
mm	pulg.	kg/cm²				kg	%			kg	%			kg	%
0.000	0.000		0	0				0	0			0	0		
0.635	0.025		9	53				8	53			5	33		
1.270	0.050		17	124				16	114			9	53		
1.905	0.075		22	154				21	154			12	83		
2.540	0.100	70.485	38	285	-	15.5		36	194	-	10.8	18	114	-	6.3
3.810	0.150		57	436				50	265			21	154		
5.080	0.200	105.88	72	547	-	20.3		69	376	-	13.9	30	225	-	8.3
6.350	0.250		90	708				87	436			39	295		
7.620	0.300		109	838				85	497			51	386		
10.160	0.400		145	1119.3				96	657.6			75	577.2		
12.700	0.500														

OBSERVACIONES:

Anillo:



Luis G. P.
LUGUI JEANPIER GRADOS ASTUQUIPAN
TÉCNICO, ABURADORISTA
MTC DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C

Jose L. Cañari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
INGENIERO DE CONSULTORIA
MTC DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
MTC DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO



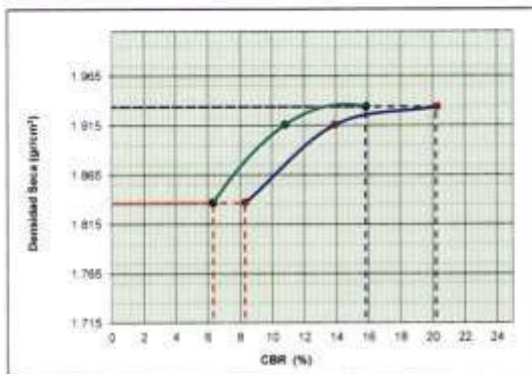
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

SOLICITANTES	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN
PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA MARÍA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA
CALICATA	C-2
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50 m.
PTO. MUESTREO	1.50 m
MUESTRA	M - 1
Coordenadas UTM WGS-84	coordenada X: 218337 m coordenada Y: 8772742m
TÉCNICO	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
ING° RESP.	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
FECHA	HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025
N° ENSAYO	061-2025-LAB/MS-JONELTA

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR

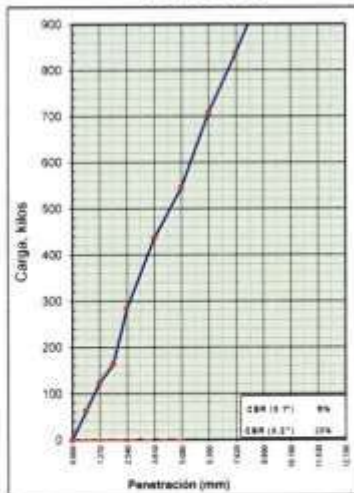


METODO DE COMPACTACION	AASHTO T-190
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.934
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.0
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.837

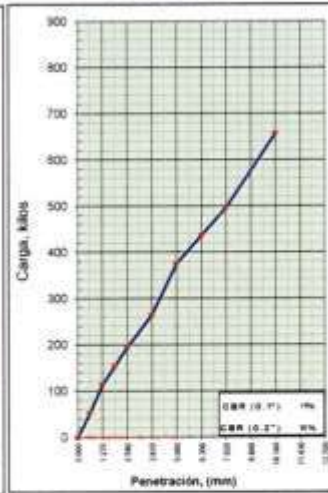
RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	= 15.8 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	= 8.3 %
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	= 20.2 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	= 9.3 %

OBSERVACIONES:

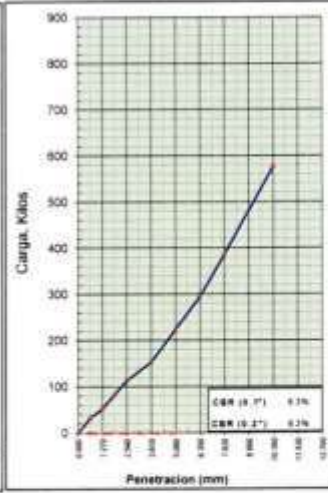
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Luigi J. Grados Astuquipan
LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
TECNICO LABORATORISTA
MEC DE SUELOS Y CONCRETO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C

Jose Luis Canari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
INGENIERO DE CONSULTOR
R.U.C. 20600141865
Mód. C-64792







LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

SOLICITANTES	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN	TÉCNICO	LUIQUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024	ING° RESP.	JOSE L. CAÑARI RAVCHAGUA
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA MARÍA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA	FECHA	HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025
CALICATA	C-2	N° ENSAYO	055-2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50 m.		
PTO. MUESTREO	1.50 m		
MUESTRA	M - 2		
Coordenadas	coordenada X: 218337 m		
UTM WGS-84	coordenada Y: 8772742m		

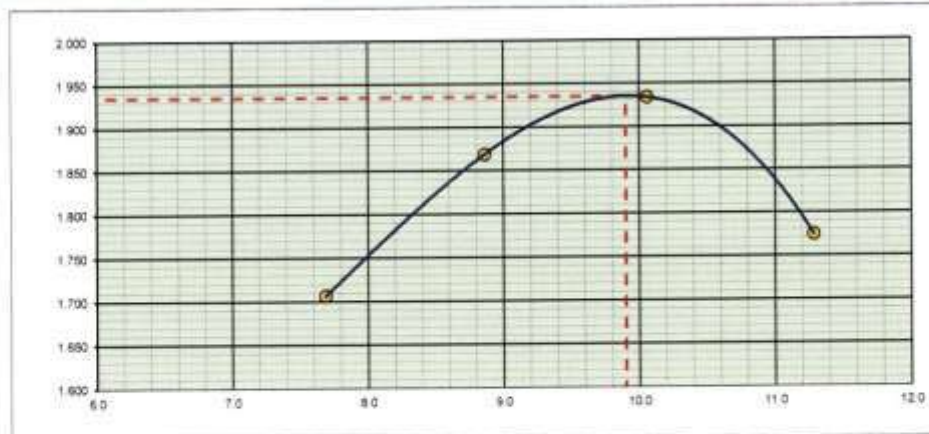
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	5"	Volumen Molde	2093	cm ³	N° de capas	5
	Metodo	A	B	Peso Molde	7230	gr	N° de golpes	56 G/p

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr	11,077	11,488	11,885	11,364
Peso Suelo Humedo Compactado	gr	3,847	4,258	4,455	4,134
Peso Volumetrico Humedo	gr	1,838	2,034	2,129	1,975
Recipiente Numero					
Peso Suelo Humedo + Tara	gr	500	500	500	500
Peso Suelo Seco + Tara	gr	484.3	459.3	454.3	449.3
Peso de la Tara	gr				
Peso del agua	gr	39.7	40.7	45.7	50.7
Peso del suelo seco	gr	464	459	454	449
Contenido de agua	%	7.7	8.9	10.1	11.3
Densidad Seca	gr/cc	1.707	1.809	1.934	1.775

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.935	(gr/cm ³)	Humedad óptima	9.9	%
Densidad Máxima Seca Corregida		(gr/cm ³)	Humedad óptima		%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



LUIQUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
TÉCNICO LABORATORISTA
MEC DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C

JOSE LUIS CAÑARI RAVCHAGUA
INGENIERO DE CONSULTORÍA
MEC DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Av. Coronel Portillo #266 - Huzura Teléfono 656-8935 Celular 996172416
Correo jl_canari@hotmail.com



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR

(MTC E-132 / ASTM D-1583 / AASTHO T-193)

SOLICITANTES	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN	TÉCNICO	LUGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024	ING° RESP.	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA MARÍA, PROVINCIA DE HUAYRA, DEPARTAMENTO DE LIMA	FECHA	HUAYRA, 15 DE ENERO DEL 2025
CALICATA	C-2	N° ENSAYO	066-2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50 m.		
PTO. MUESTREO	1.50 m		
MUESTRA	M - 2		
Coordenadas UTM	coordenada X: 218337 m		
WGS-84	coordenada Y: 8772742m		

CALCULO DEL CBR

Molde N°	18	19	17			
Capas N°	5	5	5			
Golpes por capa N°	96	26	12			
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12138	12036	11896			
Peso de molde (g)	7628	7564	7602			
Peso del suelo húmedo (g)	4510	4474	4294			
Volumen del molde (cm³)	2120	2123	2126			
Densidad húmeda (g/cm³)	2.127	2.107	2.021			
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	300.0	300.0	300.0			
Peso suelo seco + tara (g)	273.0	273.0	273.0			
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)	27.0	27.0	27.0			
Peso de suelo seco (g)	273.0	273.0	273.0			
Contenido de humedad (%)	9.9	9.9	9.9			
Densidad seca (g/cm³)	1.936	1.918	1.839			

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
				NO EXPANSIVO							

PENETRACION

PENETRACION		CARGA		MOLDE N°		M-18		MOLDE N°		M-19		MOLDE N°		M-17	
		STAND.	CARGA	STAND.	CARGA	CORRECCION		STAND.	CARGA	CORRECCION		STAND.	CARGA	CORRECCION	
mm	pulg.	kg/cm²	Dial (div)	kg	kg	%		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0	0				0	0			0	0		
0.635	0.025		9	90				7	50			5	31		
1.270	0.050		16	117				15	108			7	50		
1.905	0.075		21	156				20	146			11	79		
2.540	0.100	70.455	36	271	-	15.0		25	184	-	10.3	15	102	-	6.0
3.810	0.150		54	414				33	251			20	146		
5.080	0.200	105.68	68	519	-	19.3		47	357	-	13.2	28	213	-	7.9
6.350	0.250		88	672				54	414			37	260		
7.620	0.300		104	796				62	472			45	306		
10.160	0.400		136	1063.1				82	624.4			72	548.0		
12.700	0.500														

OBSERVACIONES:

Anillo:



Lugui J. Grados Astuquipan
LUGUI JEANPIER GRADOS ASTUQUIPAN
TÉCNICO, LABORATORISTA
MTC DE SUELOS Y CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C

Jose L. Cañari Ravichagua
JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
INGENIERO CIVIL, CONSULTOR
C.E. 10.000
C.A. 10.000
C.A. 10.000



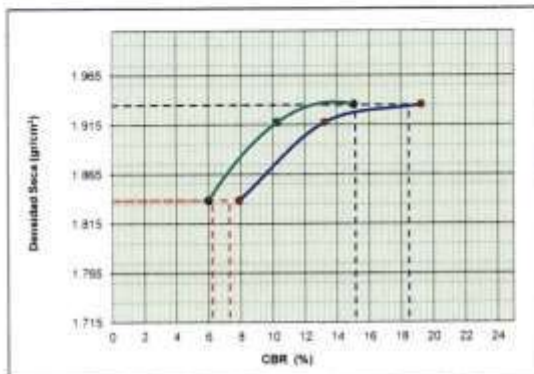
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1553 / AASTHO T-193)

SOLICITANTES	:	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN
PROYECTO	:	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024
UBICACIÓN	:	DISTRITO DE SANTA MARÍA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA
CALICATA	:	C-2
PROFUNDIDAD	:	0.00 - 1.50 m.
PTO. MUESTREO	:	1.50 m
MUESTRA	:	M - 2
Coordenadas UTM WGS-84	:	coordenada X: 218337 m coordenada Y: 8772742m
TÉCNICO	:	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
ING° RESP.	:	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
FECHA	:	HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025
N° ENSAYO	:	067-2025-LAB/MS-JONELTA

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR

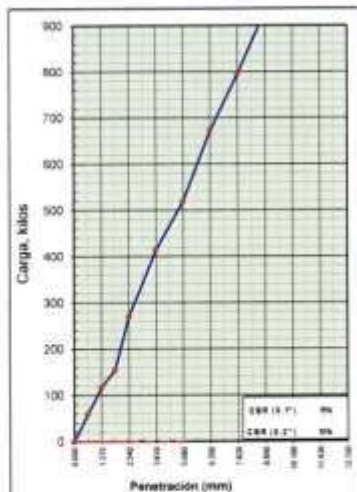


METODO DE COMPACTACION	:	AASTHO T-193
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	:	1.935
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	9.9
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	:	1.839

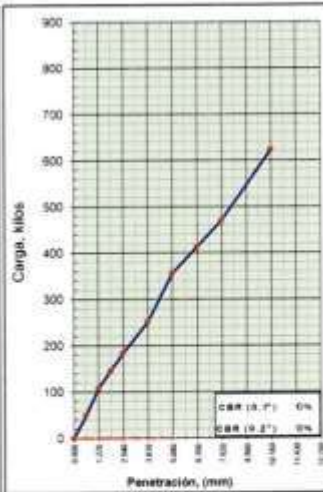
RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	= 16.2 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	= 6.2 %
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	= 16.5 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	= 7.3 %

OBSERVACIONES:

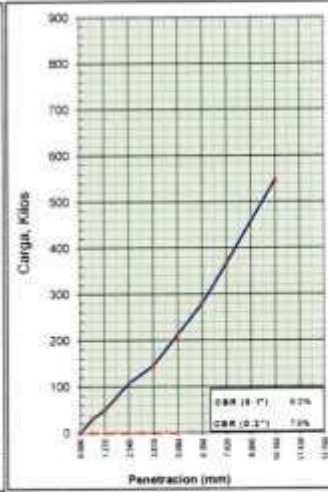
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES

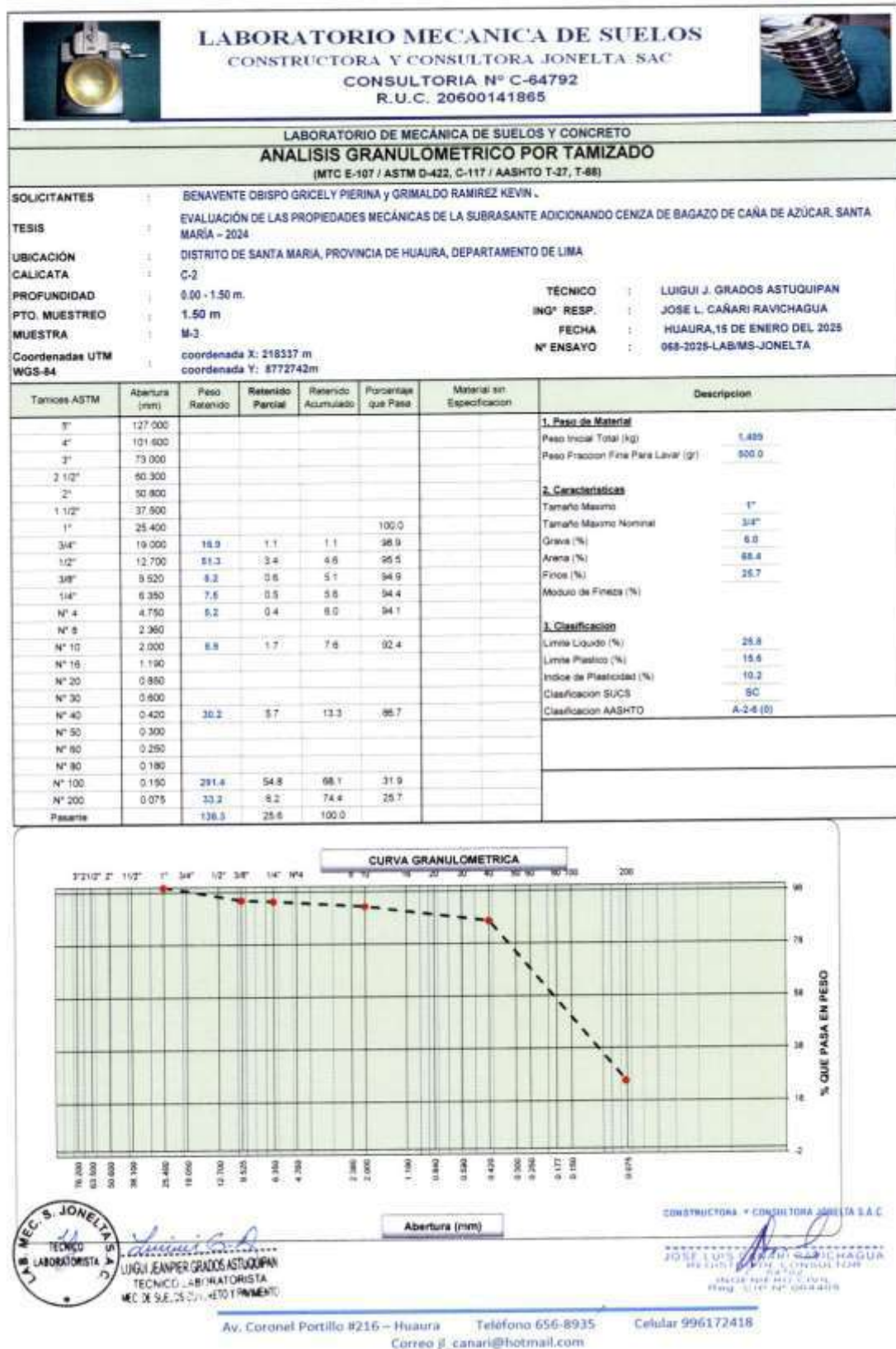


Luigi J. Grados Astuquipan
LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
TECNICO LABORATORISTA
MEC. DE SUELOS Y CONCRETO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose L. Cañari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
ING. CIVIL
R.U.C. 20600141865
DIRECCION GENERAL DE INGENIERIA

Av. Coronel Portillo #216 - Huaura Teléfono 656-8935 Celular 996172418
Correo: jl_canari@hotmail.com





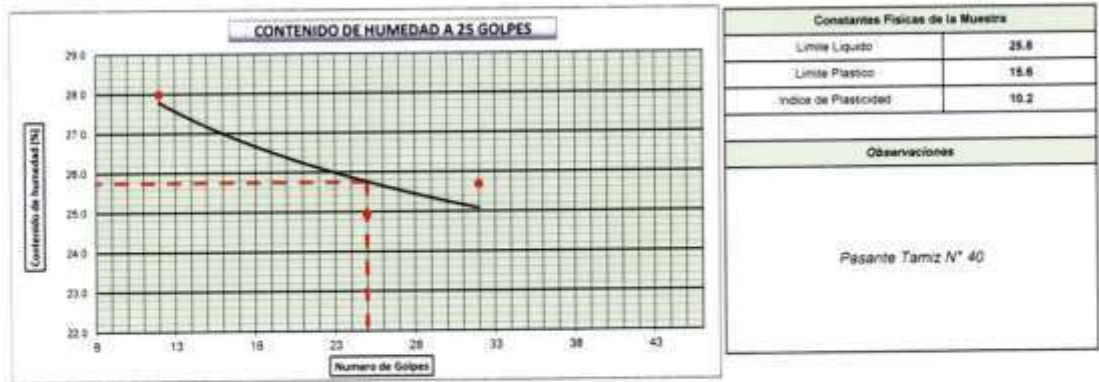
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
 CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.
 CONSULTORIA N° C-64792
 R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO					
LÍMITES DE CONSISTENCIA					
(MTC E-110, 111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-99, T-99)					
SOLICITANTES	1	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN			
PROYECTO	2	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024			
UBICACIÓN	3	DISTRITO DE SANTA MARÍA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA			
CALICATA	4	C-2			
PROFUNDIDAD	5	0.00 - 1.50 m.	TÉCNICO	6	LUIQUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
PTO. MUESTREO	7	1.50 m	ING° RESP.	8	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
MUESTRA	9	M - 3	FECHA	10	HUAURA, 16 DE ENERO DEL 2025
Coordenadas UTM	11	coordenada X: 218337 m coordenada	N° ENSAYO	12	069-2025-LAB/MS-JONELTA
WGS-84	13	Y: 8772742m			

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO					
N° de Tarro		1	2	3	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	32.17	35.16	33.75	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	29.40	32.22	31.06	
Peso de Tarro	gr.	30.42	30.43	20.59	
Peso de Agua	gr.	2.57	2.94	2.69	
Peso del Suelo Seco	gr.	9.18	11.79	10.47	Limite Liquido
Contenido de Humedad	%	28.00	24.94	25.99	25.75
Numero de Golpes		12	25	32	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD					
N° de Tarro		1	2		
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	21.89	21.28		
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	21.42	21.16		
Peso de Tarro	gr.	20.42	20.43		
Peso de Agua	gr.	0.18	0.10		
Peso de Suelo seco	gr.	0.99	0.73		Limite Plastico
Contenido de Humedad	%	17.99	13.53		15.56





TECNICO
LABORATORISTA
LUIQUI JEANPIER GRADOS ASTUQUIPAN
TECNICO LABORATORISTA
MEC DE SUELOS Y CONCRETO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
PRESIDENTE DEL CONSEJO DE ADMINISTRACIÓN
RUC: 20600141865
DIRECCION GENERAL DE OPERACIONES

 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC CONSULTORIA N° C-64792 R.U.C. 20600141865 	
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO	
CONTENIDO DE HUMEDAD (MTC E-108 / ASTM D-2216)	
SOLICITANTES	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN
PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAJO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA – 2024
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA MARIA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA
CALICATA	C-2
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50 m.
PTO. MUESTREO	1.50 m
MUESTRA	M - 1
Coordenadas UTM WGS-84	coordenada X: 218337 m coordenada Y: 8772742m
TÉCNICO	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
ING° RESP.	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
FECHA	HUAURA, 16 DE ENERO DEL 2025
N° ENSAYO	070-2025-LAB/MS-JONELTA

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	1000.0	1000.0
Peso de la tara + muestra seca (gr)	988.2	988.3
Peso del agua contenida (gr)	11.8	11.7
Peso de la muestra seca (gr)	988.2	988.3
Contenido de Humedad (%)	1.2	1.2
Contenido de Humedad Promedio (%)	1.2	




 LUIGUI JEANPER GRADOS ASTUQUIPAN
 TECNICO LABORATORISTA
 MEC DE SUELOS (C.A.) RETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

 JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 INGENIERO EN CIVIL (C.A.) RETO Y PAVIMENTO
 RUC: 20600141865



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
 CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.
 CONSULTORIA N° C-64792
 R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)
(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

SOLICITANTES	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN	
PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARIA - 2024	
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA MARIA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA	
CALICATA	C-2	TÉCNICO : LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50 m.	ING° RESP. : JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
PTO. MUESTREO	1.50 m	FECHA : HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025
MUESTRA	M - 3	N° ENSAYO : 071-2025-LAB/MS-JONELTA
Coordenadas	coordenada X: 218337 m coordenada Y: 8772742m	
UTM WGS-84		

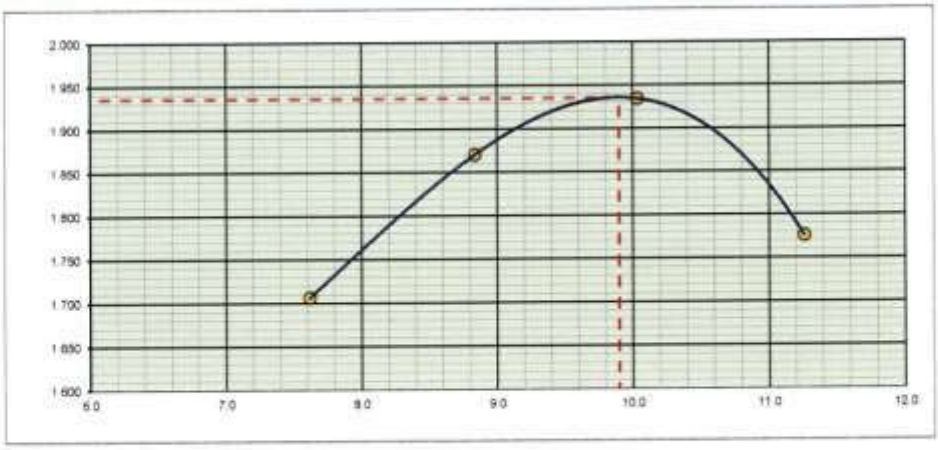
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	6"	9"	Volumen Molde	2093	m3	N° de capas	5
Metodo		A	B	C	Peso Molde	7230	gr	N° de golpes	56 G/p

NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr 11,074	11,491	11,685	11,368
Peso Suelo Humedo Compactado	gr 3,844	4,261	4,455	4,136
Peso Volumetrico Humedo	gr 1,837	2,036	2,126	1,976
Recipiente Numero	-	-	-	-
Peso Suelo Humedo + Tara	gr 500	500	500	500
Peso Suelo Seco + Tara	gr 454.8	459.4	454.4	449.4
Peso de la Tara	gr			
Peso del agua	gr 35.4	40.6	45.6	50.6
Peso del suelo seco	gr 465	459	454	449
Contenido de agua	% 7.6	8.8	10.0	11.3
Densidad Seca	gr/cm3 1.707	1.871	1.934	1.776

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.936	(gr/cm3)	Humedad optima	9.9	%
Densidad Máxima Seca Corregida		(gr/cm3)	Humedad optima		%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA





Luigui J. Grados Astuquipan

LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
 TÉCNICO LABORATORISTA
 MEC DE SUELOS, CIMENTOS Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 INGENIERO DE SUELOS
 (MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

Av. Coronel Portillo #266 - Huaura Teléfono 556-8935 Celular 996172418
 Correo jl_canari@hotmail.com



SOLICITANTES	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN		
PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024		
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA MARIA, PROVINCIA DE HUAYRA, DEPARTAMENTO DE LIMA		
CALICATA	C-2	TÉCNICO	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50 m.	ING° RESP.	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
PTO. MUESTREO	1.50 m	FECHA	HUAYRA, 15 DE ENERO DEL 2025
MUESTRA	M - 3	N° ENSAYO	072-2025-LAB/MS-JONÉLTA
Coordenadas UTM	coordenada X: 216337 m		
WGS-84	coordenada Y: 8772742m		

Molde Nº	18	19	17			
Capas Nº	5	5	5			
Golpes por capa Nº	56	25	12			
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12136	12036	11896			
Peso de molde (g)	7528	7564	7502			
Peso del suelo húmedo (g)	4510	4474	4294			
Volumen del molde (cm ³)	2120	2123	2125			
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.127	2.107	2.021			
Tara (Nº)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	300.0	300.0	300.0			
Peso suelo seco + tara (g)	273.0	273.0	273.0			
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)	27.0	27.0	27.0			
Peso de suelo seco (g)	273.0	273.0	273.0			
Contenido de humedad (%)	9.9	9.9	9.9			
Densidad seca (g/cm ³)	1.936	1.918	1.839			

[illegible][illegible]

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JOBELTA S.A.C.
JOSE LUIS CARRANZA RIVICHAGUA
DIRECTOR GENERAL DE CONSTRUCCIONES
INGENIERO CIVIL
FIRMADO: [Firma]



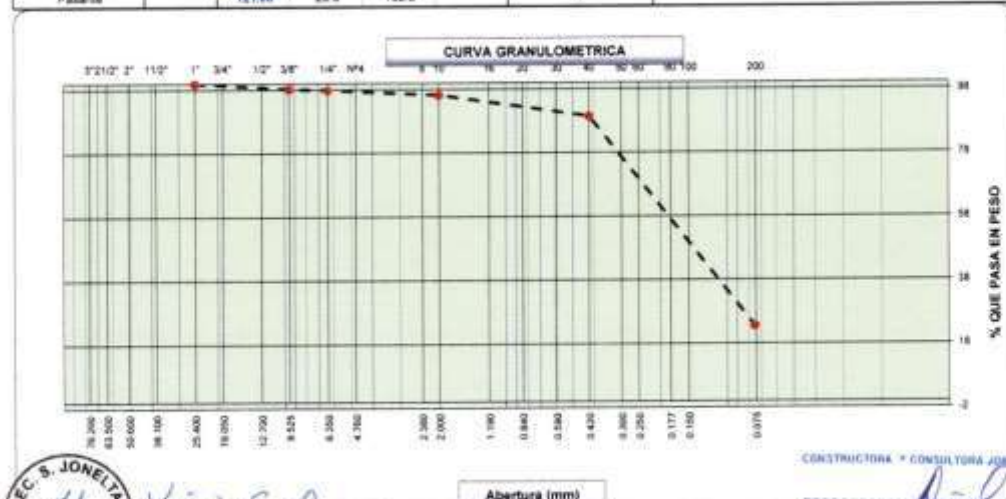
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

SOLICITANTES	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN	TÉCNICO	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
TESIS	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024	ING° RESP.	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA MARÍA, PROVINCIA DE HUAYRA, DEPARTAMENTO DE LIMA	FECHA	HUAYRA, 15 DE ENERO DEL 2025
CALICATA	C-3	N° ENSAYO	074-2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50 m.		
PTO. MUESTREO	1.50 m		
MUESTRA	M-1		
Coordenadas UTM WGS-84	coordenada X: 218125 m coordenada Y: 8772747 m		

Tamices ASTM	Apertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificación	Descripción
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) 1.837
3"	76.200						Peso Fracción Fina Para Levantar (gr) 505.0
2 1/2"	63.500						2. Características
2"	50.800						Tamaño Máximo 1"
1 1/2"	37.500						Tamaño Máximo Nominal 3/4"
1"	25.400				100.0		Grava (%) 2.4
3/4"	19.000	7.1	0.5	0.5	99.5		Arena (%) 74.0
1/2"	12.500	14.9	1.0	1.4	98.6		Finos (%) 23.6
3/8"	9.500	4.7	0.3	1.7	98.3		Modulo de Finesa (%)
1/4"	6.350	5.8	0.3	2.1	97.9		3. Clasificación
N° 4	4.750	5.0	0.3	2.4	97.6		Límite Líquido (%) 22.1
N° 8	2.360						Límite Plástico (%) 14.7
N° 10	2.000	7.8	1.4	3.8	96.2		Índice de Plasticidad (%) 8.3
N° 16	1.180						Clasificación SUCS SC
N° 20	0.850						Clasificación AASHTO A-2-4 (0)
N° 30	0.600						
N° 40	0.420	34.5	8.7	10.5	89.5		
N° 50	0.300						
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.150	218.1	52.1	72.6	27.4		
N° 200	0.075	13.4	3.8	76.4	23.6		
Pasante		121.00	23.6	100.0			



LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
TÉCNICO LABORATORISTA
MTC E-107, 25 DEC 2024, HUAYRA

Abertura (mm)

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C

JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
INGENIERO DE SUELOS Y GEOTECNIA
MTC E-107, 15 DE ENERO DEL 2025, HUAYRA

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
 CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
 CONSULTORIA N° C-64792
 R.U.C. 20600141865

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
LIMITES DE CONSISTENCIA
(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-99)

SOLICITANTES	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN	TÉCNICO	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024	ING° RESP.	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA MARÍA, PROVINCIA DE HUALA, DEPARTAMENTO DE LIMA	FECHA	HUALA, 15 DE ENERO DEL 2025
CALICATA	C-3	N° ENSAYO	075-2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50 m.		
PTO. MUESTREO	1.50 m		
MUESTRA	M - 1		
Coordenadas UTM WGS-84	coordenada X: 218125 m coordenada Y: 8772747 m		

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tamo	1	2	3	
Peso de Tamo + Suelo Humedo	gr. 32.19	36.25	33.75	
Peso de Tamo + Suelo Seco	gr. 29.60	32.51	31.41	
Peso de Tamo	gr. 20.42	20.43	20.59	
Peso de Agua	gr. 2.59	2.74	2.34	
Peso del Suelo Seco	gr. 9.18	12.08	10.82	Límite Líquido
Contenido de Humedad	% 36.21	22.88	21.63	23.05
Numero de Golpes	12	25	32	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tamo	1	2	
Peso de Tamo + Suelo Humedo	gr. 21.58	21.26	
Peso de Tamo + Suelo seco	gr. 21.44	21.15	
Peso de Tamo	gr. 20.42	20.43	
Peso de Agua	gr. 0.15	0.11	
Peso de Suelo seco	gr. 1.02	0.72	Límite Plástico
Contenido de Humedad	% 14.71	14.75	14.75

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES

Constantes Físicas de la Muestra	
Límite Líquido	23.1
Límite Plástico	14.7
Índice de Plasticidad	8.3
Observaciones	
Pasante Tamiz N° 40	

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.
 JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
 RECEPTE DE LA CONSULTORIA
 HUALA
 075-2025-LAB/MS-JONELTA
 075-2025-LAB/MS-JONELTA

 LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C CONSULTORIA N° C-64792 R.U.C.: 20600141865 	
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO CONTENIDO DE HUMEDAD (MTC E-108 / ASTM D-2216)	
SOLICITANTES	1. BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN
PROYECTO	2. EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024
UBICACIÓN	3. DISTRITO DE SANTA MARIA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA
CALICATA	4. C-3
PROFUNDIDAD	5. 0.00 - 1.50 m.
PTO. MUESTREO	6. 1.50 m
MUESTRA	7. M - 1
Coordenadas UTM WGS-84	8. coordenada X: 218125 m coordenada Y: 8772747 m
TÉCNICO	9. LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
ING° RESP.	10. JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
FECHA	11. HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025
N° ENSAYO	12. 075-2025-LAB/MS-JONELTA

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	500.0	500.0
Peso de la tara + muestra seca (gr)	470.0	475.0
Peso del agua contenida (gr)	30.0	25.0
Peso de la muestra seca (gr)	470.0	475.0
Contenido de Humedad (%)	6.4	5.3
Contenido de Humedad Promedio (%)	5.8	




LUIGUI JEAN PER GRADOS ASTUQUIPAN
 TÉCNICO LABORATORISTA
 MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 INGENIERO DE CONSULTORIA
 MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 898 / AASHTO T-190)

SOLICITANTES	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN	TÉCNICO	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024	ING° RESP.	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA MARIA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA	FECHA	HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025
CALICATA	C-3	N° ENSAYO	077-2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50 m.		
PTO. MUESTREO	1.50 m		
MUESTRA	M - 1		
Coordenadas UTM WGS-84	coordenada X: 218125 m coordenada Y: 8772747 m		

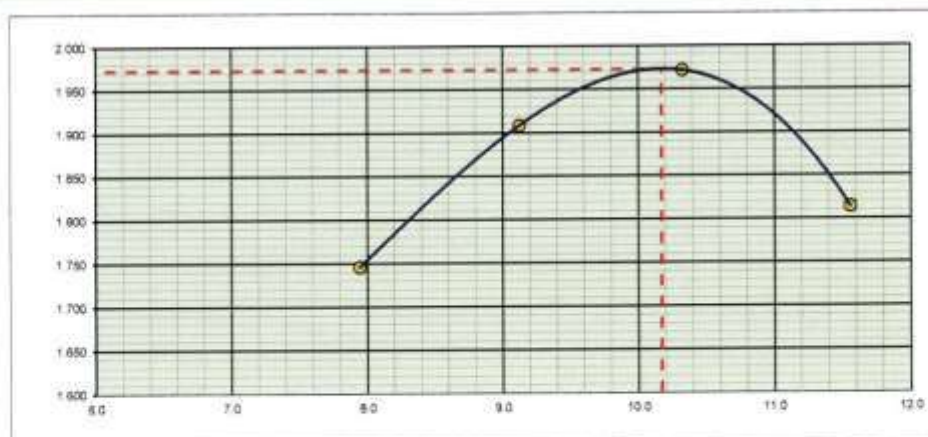
Molde N° 1	Diámetro Molde			Volumen Molde	2093	m ³ .	N° de capas	5
	Método	A	B					
		A	B	C	Peso Molde	7230	gr	N° de golpes

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.	11,175	11,589	11,783	11,468
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	3,945	4,359	4,553	4,236
Peso Volumétrico Humedo	gr.	1,885	2,043	2,175	2,024
Recipiente Numero		-	-	-	-
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	500	500	500	500
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	453.2	458.2	453.2	448.2
Peso de la Tara	gr.				
Peso del agua	gr.	36.8	41.8	46.8	51.8
Peso del suelo seco	gr.	403	458	453	448
Contenido de agua	%	7.9	9.1	10.3	11.6
Densidad Seca	gr/cc	1.746	1.909	1.972	1.814

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.973	(gr/cm ³)	Humedad óptima	10.2	%
Densidad Máxima Seca Corregida		(gr/cm ³)	Humedad óptima		%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



LUIGUI JEAN PER GRADOS ASTUQUIPAN
TECNICO LABORATORISTA
MEC. DE SUELOS CIVIL Y AMBIENTE

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C

JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
ING. CIVIL
MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 898 / AASHTO T-190



SOLICITANTES	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN		
PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024		
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA MARIA, PROVINCIA DE HUAYRA, DEPARTAMENTO DE LIMA		
CALCATA	C-3	TÉCNICO	LUGUÍ J. GRADOS ASTUQUIPAN
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50 m.	ING° RESP	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
PTO. MUESTREO	1.50 m.	FECHA	HUAYRA, 15 DE ENERO DEL 2025
MUESTRA	M - 1	N° ENSAYO	978-2025-LAB/MS-JONELTA
Coordenadas UTM	coordenada X: 218125 m		
WGS-84	coordenada Y: 8772747 m		

Molde Nº	18	19	17			
Capas Nº	5	5	5			
Golpes por capa Nº	56	25	12			
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12237		12137		11993	
Peso de molde (g)	7528		7564		7602	
Peso del suelo húmedo (g)	4609		4573		4391	
Volumen del molde (cm ³)	2120		2123		2129	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.174		2.154		2.066	
Tara (Nº)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	300.0		300.0		300.0	
Peso suelo seco + tara (g)	272.2		272.1		272.2	
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)	27.8		27.8		27.8	
Peso de suelo seco (g)	272.2		272.2		272.2	
Contenido de humedad (%)	10.2		10.2		10.2	
Densidad seca (g/cm ³)	1.873		1.966		1.879	

[illegible][illegible]

LAB. MEC. S. JONELTA S.A.C.
TÉCNICO
LABORATORISTA

Y. G. A.
LUGO JEANPER GRADOS ASTUDUIRAN
TECNICO LABORATORISTA
MEX. DE MEX. CONCEPCION Y PUNTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JOWELTA S.R.L.
 SOST. CIV. Y MONT. PATICHAGUA
 199.115.715 - TEL. 02 233.4444.1000
 CARR. AEROPUERTO 12 KM 10
 ZONA. L. 1000 SAN JUAN DE LOS RIOS



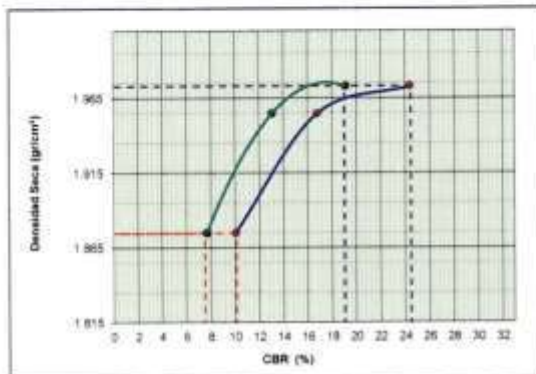
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

SOLICITANTES	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN
PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE AGICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA MARÍA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA
CALICATA	C-3
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50 m.
PTO. MUESTREO	1.50 m
MUESTRA	M - 1
Coordenadas UTM WGS-84	coordenada X: 218125 m coordenada Y: 8772747 m
TÉCNICO	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
ING° RESP.	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
FECHA	HUAURA, 18 DE ENERO DEL 2025
N° ENSAYO	079-2025-LAB/MS-JONELTA

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



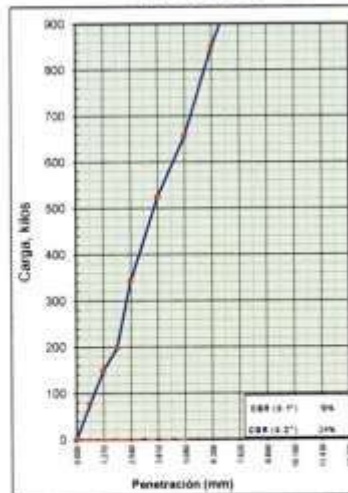
METODO DE COMPACTACION	AASHTO T-193
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.973
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.2
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.875

RESULTADOS:

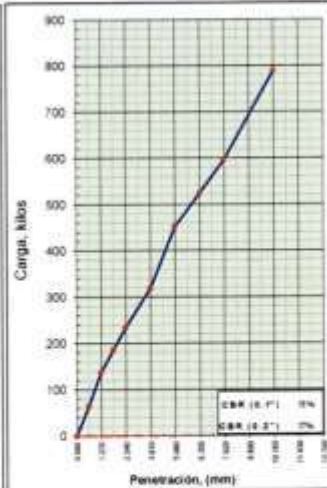
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	=	19.0	%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	=	7.5	%
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	=	24.5	%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	=	10.1	%

OBSERVACIONES:

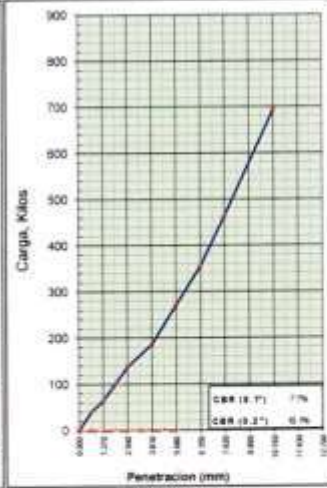
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



LUIGUI JEANPIER GRADOS ASTUQUIPAN
TECNICO LABORATORISTA
MEC. DE SUELOS Y CONCRETO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
ING. CIVIL
R.U.C. 20600141865
DIRECCION GENERAL DE VIAL
DIRECCION GENERAL DE VIAL



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-99, T-99)

SOLICITANTES	2	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN	TÉCNICO	1	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
PROYECTO	2	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024	ING° RESP.	1	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	2	DISTRITO DE SANTA MARÍA, PROVINCIA DE HUÁURA, DEPARTAMENTO DE LIMA	FECHA	1	HUÁURA, 15 DE ENERO DEL 2025
CALICATA	2	C-2	N° ENSAYO	1	081-2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	2	0.00 - 1.50 m.			
PTO. MUESTREO	2	1.50 m			
MUESTRA	2	M - 1			
ADICION DE C.B.C.A	1	7.00%			

DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tazo		1	2	3	
Peso de Tazo + Suelo Humedo	gr.	32.13	35.19	33.69	
Peso de Tazo + Suelo Seco	gr.	29.81	32.23	31.09	
Peso de Tazo	gr.	20.42	20.43	20.59	
Peso de Agua	gr.	2.52	2.96	2.60	
Peso del Suelo Seco	gr.	9.19	11.80	10.50	
Contenido de Humedad	%	27.42	25.08	24.76	25.30
Numero de Golpes		12	25	32	

DETERMINACIÓN DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tazo		1	2		
Peso de Tazo + Suelo Humedo	gr.	21.89	21.28		
Peso de Tazo + Suelo seco	gr.	21.44	21.14		
Peso de Tazo	gr.	20.42	20.43		
Peso de Agua	gr.	0.15	0.12		
Peso de Suelo seco	gr.	1.02	0.71		
Contenido de Humedad	%	15.08	16.73		15.91



Constantes Físicas de la Muestra	
Límite Líquido	25.3
Límite Plástico	15.91
Índice de Plasticidad	9.39
Observaciones	
Pasante Tamiz N° 40	



Luigi Jeanper Grados Astuquipan
LUIGI JEANPER GRADOS ASTUQUIPAN
TÉCNICO LABORATORISTA
MEC. DE SUELOS Y CONCRETO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C
Jose L. Cañari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
ING. CIVIL
R.U.C. 20600141865

 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC CONSULTORIA N° C-64792 R.U.C. 20600141865 	
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO	
CONTENIDO DE HUMEDAD (MTC E-108 / ASTM D-2216)	
SOLICITANTES	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN
PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA MARIA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA
CALICATA	C-2
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50 m.
PTO. MUESTREO	1.50 m
MUESTRA	M - 1
ADICION DE C.B.C.A	7.00%
TÉCNICO	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
ING° RESP.	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
FECHA	HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025
N° ENSAYO	082-2025-LAB/MS-JONELTA

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripcion	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	1000.0	1000.0
Peso de la tara + muestra seca (gr)	988.2	988.3
Peso del agua contenida (gr)	11.8	11.7
Peso de la muestra seca (gr)	988.2	988.3
Contenido de Humedad (%)	1.2	1.2
Contenido de Humedad Promedio (%)	1.2	




 LUIGUI JEAN PIER GRADOS ASTUQUIPAN
 TECNICO LABORATORISTA
 MEC. DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

 JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 INGENIERO CIVIL - ESPECIALIDAD EN
 PAVIMENTOS
 RUC: 20600141865
 DISTRITO DE SANTA MARIA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 598 / AASHTO T-180)

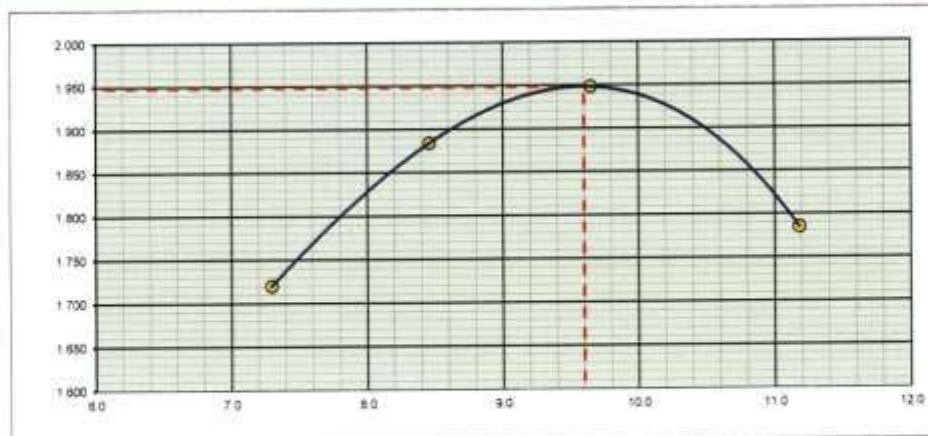
SOLICITANTES	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN	TÉCNICO	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024	ING° RESP.	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA MARÍA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA	FECHA	HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025
CALICATA	C-2	N° ENSAYO	083-2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50 m.		
PTO. MUESTREO	1.50 m		
MUESTRA	M - 1		
ADICION DE C.B.C.A	7.00%		

Molde N° 1	Diametro Molde	4"	6"	Volumen Molde	2093	m3	N° de capas	5
Metodo	A	B	C	Peso Molde	7230	gr	N° de golpes	56 Gp
NUMERO DE ENSAYOS								
Peso Suelo + Molde	gr	11,093	11,507	11,701	11,384			
Peso Suelo Humedo Compactado	gr	3,863	4,277	4,471	4,154			
Peso Volumetrico Humedo	gr	1,848	2,043	2,136	1,985			
Recipiente Numero		-	-	-	-			
Peso Suelo Humedo + Tara	gr	500	500	500	500			
Peso Suelo Seco + Tara	gr	466	461	456	456			
Peso de la Tara	gr							
Peso del agua	gr	34.0	39.0	44.0	50.3			
Peso del suelo seco	gr	406	401	406	406			
Contenido de agua	%	7.3	8.5	9.6	11.2			
Densidad Seca	gr/cm3	1.720	1.884	1.948	1.785			

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.948	(gr/cm3)	Humedad óptima	9.6	%
Densidad Máxima Seca Corregida		(gr/cm3)	Humedad óptima		%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



Luigui J. Grados Astuquipan
LUIGUI JEAN PER GRADOS ASTUQUIPAN
TÉCNICO LABORATORISTA
MTC DE SUELOS CIVIL Y AMBIENTE

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose L. Cañari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
INGENIERO DE CONSULTORIA
MTC DE SUELOS CIVIL Y AMBIENTE
Reg. 0117 1° 054-405

Av. Coronel Portillo #266 - Huaura Teléfono 656-8935 Celular 996172418
Correo jl_canari@hotmail.com



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1583 / AASTHO T-193)

SOLICITANTES	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN	TÉCNICO	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024	ING° RESP.	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA MARIA, PROVINCIA DE HUALURA, DEPARTAMENTO DE LIMA	FECHA	HUALURA, 15 DE ENERO DEL 2025
CAUCATA	C-2	N° ENSAYO	064-2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50 m.		
PTO. MUESTREO	1.50 m		
MUESTRA	M - 1		
ADICION DE C.B.C.A	7.00%		

CALCULO DEL CBR

Molde N°	18		18		17	
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)	12154		72054		11913	
Peso de molde (g)	7626		7564		7602	
Peso del suelo húmedo (g)	4528		4490		4311	
Volumen del molde (cm³)	2120		2123		2125	
Densidad húmeda (g/cm³)	2.138		2.115		2.029	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	300.0		300.0		300.0	
Peso suelo seco + tara (g)	273.7		273.7		273.7	
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)	26.3		26.3		26.3	
Peso de suelo seco (g)	273.7		273.7		273.7	
Contenido de humedad (%)	9.6		9.6		9.6	
Densidad seca (g/cm³)	1.948		1.930		1.881	

EXPANSION

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
				NO EXPANSIVO							

PENETRACION

PENETRACION		CARGA		MOLDE N°		M-18		MOLDE N°		M-19		MOLDE N°		M-17	
		STAND.	CARGA	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
mm	pulg.	kg/cm2													
0.000	0.000			0	0			0	0			0	0		
0.635	0.025			12	85			10	72			7	45		
1.270	0.050			22	164			20	151			10	72		
1.905	0.075			29	217			27	204			16	111		
2.540	0.100	70.455		48	375	-	20.9	34	257	-	14.3	20	151	-	8.4
3.810	0.150			75	573			46	349			27	204		
5.080	0.200	105.88		94	717	-	26.5	65	494	-	18.3	39	296	-	11.0
6.350	0.250			121	927			75	573			51	389		
7.620	0.300			143	1098			85	651			66	507		
10.160	0.400			190	1464.1			112	861.6			99	756.5		
12.700	0.500														

OBSERVACIONES:

Anillo:



LUIGUI JEANPIER GRADOS ASTUQUIPAN
TÉCNICO LABORATORISTA
MTC 36.36.25 CALIF. Y FIRMADO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
INGENIERO CIVIL
MTC 36.36.25 CALIF. Y FIRMADO





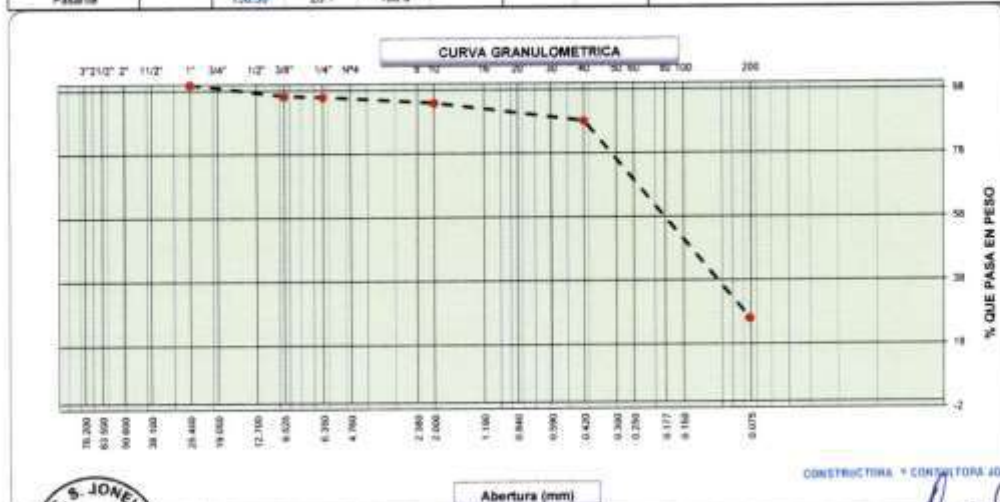
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

SOLICITANTES	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMÍREZ KEVIN JORDAN	TÉCNICO	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
TESIS	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024	ING° RESP	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA MARÍA, PROVINCIA DE HUÁURA, DEPARTAMENTO DE LIMA	FECHA	HUÁURA, 16 DE ENERO DEL 2025
CALICATA	C-2	N° ENSAYO	086-2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50 m.		
PTO. MUESTREO	1.50 m		
MUESTRA	M-2		
ADICIÓN DE C.B.C.A	7.00%		

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificación	Descripción
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) 2.089
3"	76.200						Peso Fracción Fina Para Lavar (gr) 800.0
2 1/2"	63.500						2. Características
2"	50.800						Adición C.B.C.A. (%) 7.00%
1 1/2"	37.500						Tamaño Máximo 1"
1"	25.400				100.0		Tamaño Máximo Nominal 3/4"
3/4"	19.000	17	0.8	0.8	99.2		Grava (%) 4.3
1/2"	12.700	51	2.5	3.3	96.7		Areña (%) 89.6
3/8"	9.500	8	0.4	3.7	96.3		Fina (%) 26.1
1/4"	6.350	8	0.4	4.0	96.0		Modulo de Finesa (%)
N° 4	4.750	8	0.3	4.3	95.7		3. Clasificación
N° 8	2.360						Límite Líquido (%) 29.2
N° 10	2.000	9.95	1.7	6.0	94.0		Límite Plástico (%) 15.8
N° 15	1.180						Índice de Plasticidad (%) 9.4
N° 20	0.850						Clasificación SUCS BC
N° 30	0.600						Clasificación AASHTO A-3-4 (5)
N° 40	0.425	30.20	5.8	11.8	88.2		
N° 50	0.300						
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.150	291.40	55.8	57.5	32.5		
N° 200	0.075	33.30	6.4	73.9	26.1		
Pasante		136.35	26.1	100.0			



LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
TÉCNICO LABORATORISTA
MTC DE SUELOS Y CONCRETO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
REGISTRADO DE CONSULTOR
N° 12345
HABER RECIBIDO
Reg. 12345 N° 004405

Av. Coronel Portillo #216 - Huáura Teléfono 656-8935 Celular 996172418
Correo jl_canari@hotmail.com



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
 CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
 CONSULTORIA N° C-64792
 R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
LIMITES DE CONSISTENCIA
(MTC E-110, 111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-99)

SOLICITANTES	1	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMÍREZ KEVIN JORDÁN	TÉCNICO	1	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
PROYECTO	1	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024	ING° RESP.	1	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	1	DISTRITO DE SANTA MARIA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA	FECHA	1	HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025
CALICATA	1	C-2	N° ENSAYO	1	087-2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	1	0.00 - 1.50 m.			
PTO. MUESTREO	1	1.50 m			
MUESTRA	1	M - 2			
ADICION DE C.B.C.A	1	7.00%			

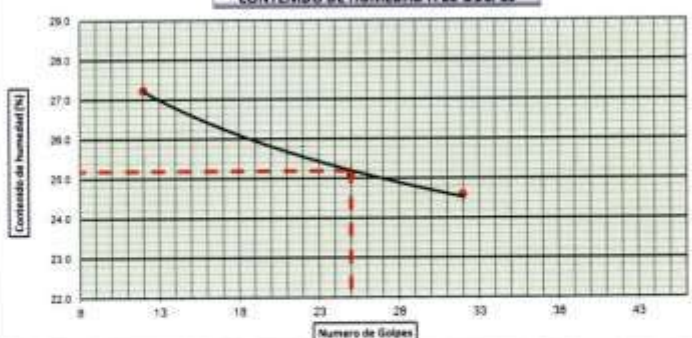
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tazo		1	2	3	
Peso de Tazo + Suelo Humedo	gr.	32.10	35.18	33.66	
Peso de Tazo + Suelo Seco	gr.	29.40	32.22	31.06	
Peso de Tazo	gr.	30.42	30.43	30.59	
Peso de Agua	gr.	2.50	2.96	2.58	
Peso del Suelo Seco	gr.	9.18	11.79	10.49	Limite Liquido
Contenido de Humedad	%	27.23	25.11	24.59	25.20
Numero de Golpes		12	25	32	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tazo		1	2	
Peso de Tazo + Suelo Humedo	gr.	21.88	21.30	
Peso de Tazo + Suelo seco	gr.	21.44	21.17	
Peso de Tazo	gr.	20.42	20.43	
Peso de Agua	gr.	0.14	0.13	
Peso de Suelo seco	gr.	1.02	0.74	Limite Plastico
Contenido de Humedad	%	14.09	17.57	15.83

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



Constantes Fisicas de la Muestra	
Limite Liquido	25.2
Limite Plastico	15.83
Indice de Plasticidad	9.37
Observaciones	
Pasante Tamiz N° 40	



CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C

JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 INGENIERO EN CIVIL
 RUC: 20101010101
 DNI: 710101010101

 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C CONSULTORIA N° C-64792 R.U.C. 20600141865 	
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO	
CONTENIDO DE HUMEDAD (MTC E-108 / ASTM D-2216)	
SOLICITANTES :	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN
PROYECTO :	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024
UBICACIÓN :	DISTRITO DE SANTA MARIA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA
CALICATA :	C-2
PROFUNDIDAD :	0.00 - 1.50 m.
PTO. MUESTREO :	1.50 m
MUESTRA :	M - 2
ADICION DE C.B.C.A :	7.00%
TÉCNICO :	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
ING° RESP. :	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
FECHA :	HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025
N° ENSAYO :	088-2025-LAB/MS-JONELTA

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	1000.0	1000.0
Peso de la tara + muestra seca (gr)	988.2	988.3
Peso del agua contenida (gr)	11.8	11.7
Peso de la muestra seca (gr)	988.2	988.3
Contenido de Humedad (%)	1.2	1.2
Contenido de Humedad Promedio (%)	1.2	



CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C
JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
ING. CIVIL
REC. DE SUELOS Y FUNDAMENTOS



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-99)

SOLICITANTES	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN	TÉCNICO	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024	ING° RESP.	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA MARIA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA	FECHA	HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025
CALICATA	C-2	N° ENSAYO	089-2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50 m.		
PTO. MUESTREO	1.50 m		
MUESTRA	M - 2		
ADICION DE C.B.C.A	7.00%		

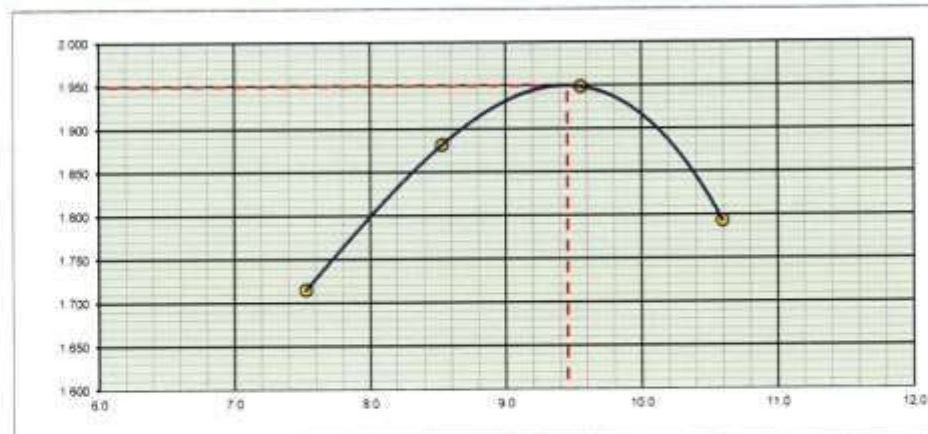
C.B.C.A.									
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	6"		Volumen Molde	2093	m3	N° de capas	5
	Metodo	A	B	C	Peso Molde	7230	gr	N° de golpes	56 Gp

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr	11,290	11,504	11,698	11,381
Peso Suelo Humedo Compactado	gr	3,890	4,274	4,468	4,151
Peso Volumetrico Humedo	gr	1,844	2,042	2,135	1,983
Recipiente Numero		-	-	-	-
Peso Suelo Humedo + Tara	gr	500	500	500	500
Peso Suelo Seco + Tara	gr	465.00	460.70	456.40	452.10
Peso de la Tara	gr				
Peso del agua	gr	35.0	39.3	43.6	47.9
Peso del suelo seco	gr	465	461	456	452
Contenido de agua	%	7.5	8.5	9.6	10.6
Densidad Seca	gr/cc	1.715	1.882	1.948	1.793

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.950	(gr/cm3)	Humedad óptima	9.5	%
Densidad Máxima Seca Corregida		(gr/cm3)	Humedad óptima		%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



LUIGUI JEANPIER GRADOS ASTUQUIPAN
TECNICO LABORATORISTA
MEC. DE SUELOS Y CONCRETO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
ING. CIVIL
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Av. Coronel Portillo #265 - Huaura Teléfono 658-8935 Celular 996172418
Correo jl_canari@hotmail.com



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1583 / AASTHO T-193)

SOLICITANTES	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN	TÉCNICO	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024	ING° RESP.	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA MARIA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA	FECHA	HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025
CALICATA	C-2	N° ENSAYO	090-2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50 m.		
PTO. MUESTREO	1.50 m		
MUESTRA	M + Z		
ADICION DE C.B.C.A	7.00%		

CALCULO DEL CBR

Molde N°	18		19		17	
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)	12154		12054		11913	
Peso de molde (g)	7528		7564		7602	
Peso del suelo húmedo (g)	4526		4490		4311	
Volumen del molde (cm³)	2120		2123		2125	
Densidad húmeda (g/cm³)	2.138		2.115		2.029	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	300.5		305.0		300.0	
Peso suelo seco + tara (g)	274.0		274.0		274.0	
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)	26.0		26.0		26.0	
Peso de suelo seco (g)	274.0		274.0		274.0	
Contenido de humedad (%)	9.5		9.5		9.5	
Densidad seca (g/cm³)	1.950		1.932		1.853	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

NO EXPANSIVO

PENETRACION

PENETRACION		CARGA		MOLDE N°		M-18		MOLDE N°		M-19		MOLDE N°		M-17	
		STAND.	CARGA	CORRECCION		CORRECCION		CORRECCION		CORRECCION		CORRECCION		CORRECCION	
mm	pulg.	kg/cm²	Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%	%	Dial (div)	kg	%	kg	%	%
0.000	0.000		0	0		0	0			0	0		0		
0.025	0.025		12	84		10	71			7	45				
1.270	0.050		32	153		20	150			10	71				
1.905	0.075		39	216		27	203			15	111				
2.540	0.100	70.455	49	373	-	20.7	34	255	-	14.2	20	150	-	6.3	
3.810	0.150		74	569			46	347			27	203			
5.080	0.200	105.88	93	713	-	26.4	64	491	-	18.2	26	254	-	10.9	
6.350	0.250		120	922			74	589			31	386			
7.620	0.300		142	1091			85	648			36	504			
10.160	0.400		189	1455.5			112	895.5			48	752.1			
12.700	0.500														

OBSERVACIONES:

Anillo:



LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
TÉCNICO LABORATORISTA
REC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
INGENIERO DE SUELOS
INSTRUMENTADO
RPM 5107-001-001-001



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



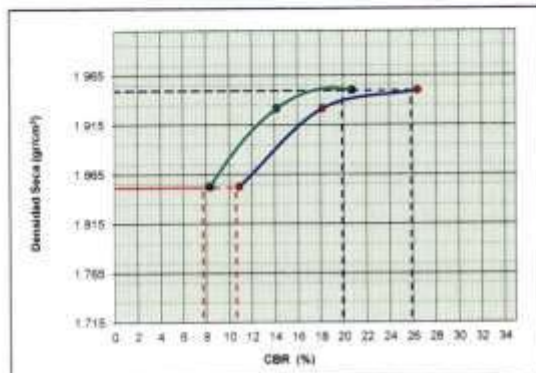
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR

(MTC E-132 / ASTM D-1583 / AASTHO T-193)

SOLICITANTES	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN	TÉCNICO	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024	ING° RESP.	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA MARÍA, PROVINCIA DE HUÁURA, DEPARTAMENTO DE LIMA	FECHA	HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025
CALICATA	C-2	N° ENSAYO	091-2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50 m.		
PTO. MUESTREO	1.50 m		
MUESTRA	M - 2		
ADICION DE C.B.C.A.	7.00%		

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



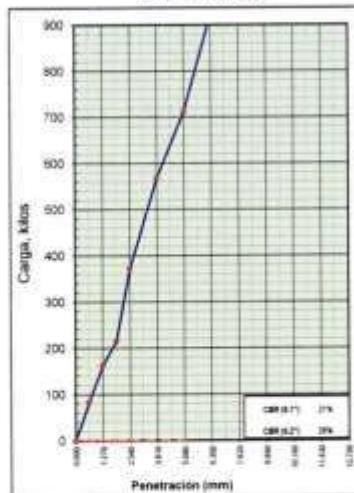
METODO DE COMPACTACION	AASHTO T-193
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.950
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.5
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.852

RESULTADOS:

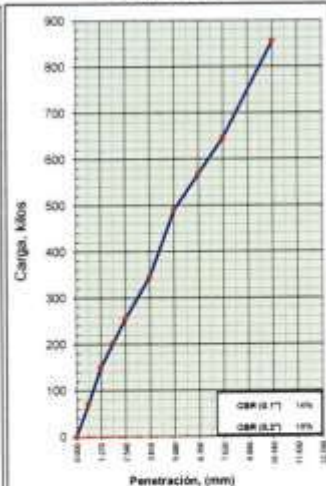
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. $\pm 0.1''$	=	19.89	%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. $\pm 0.1''$	=	7.72	%
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. $\pm 0.2''$	=	25.80	%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. $\pm 0.2''$	=	10.82	%

OBSERVACIONES:

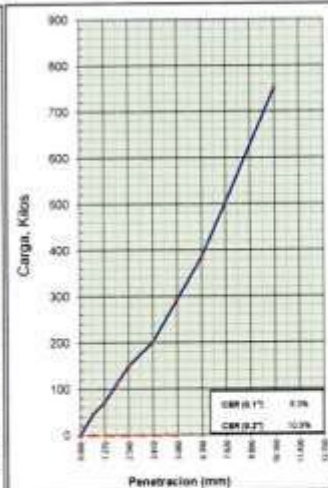
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Luigui E. P.
LUIGUI JEANPER GRADOS ASTUQUIPAN
TÉCNICO LABORATORISTA
MTC N° 5-F-25 (CON. RETO Y PRUEBA)

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C
Jose L. Canari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
INGENIERO DE CONSULTOR
MTC N° 5-F-25 (CON. RETO Y PRUEBA)



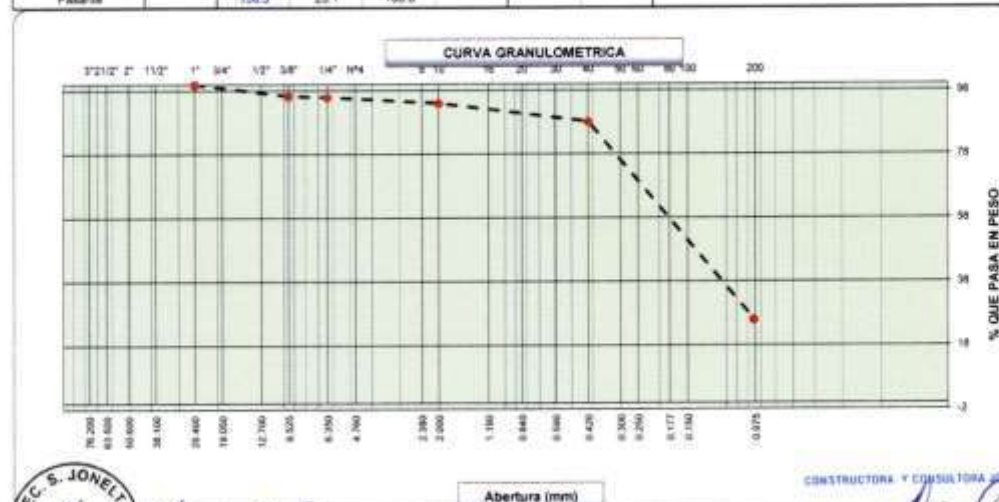
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(MTC E-107 / ASTM D-422, G-117 / AASHTO T-27, T-88)

SOLICITANTES	:	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN	TÉCNICO	:	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
TESIS	:	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024	ING° RESP.	:	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	:	DISTRITO DE SANTA MARÍA, PROVINCIA DE HUÁURA, DEPARTAMENTO DE LIMA	FECHA	:	HUÁURA, 15 DE ENERO DEL 2025
CALICATA	:	C-2	N° ENSAYO	:	092-2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	:	0.00 - 1.50 m.			
PTO. MUESTREO	:	1.50 m			
MUESTRA	:	M-3			
ADICIÓN DE C.B.C.A	:	7.00%			

Tamices ASTM	Apertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificación	Descripción
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) 2.069
3"	76.200						Peso Fracción Fina Para Levantar (gr) 800.0
2 1/2"	63.500						2. Características
2"	50.800						Adición C.B.C.A. (%) 7.00%
1 1/2"	37.500						Tamaño Máximo 1"
1"	25.400				100.0		Tamaño Máximo Nominal 3/4"
3/4"	19.000	16.9	0.8	0.8	99.2		Grava (%) 4.3
1/2"	12.700	51.3	2.5	3.3	96.7		Areña (%) 68.6
3/8"	9.520	8.2	0.4	3.7	96.3		Finos (%) 26.1
1/4"	6.350	7.5	0.4	4.0	96.0		Modulo de Finesa (%)
N° 4	4.750	5.2	0.3	4.3	95.7		3. Clasificación
N° 8	2.360						Límite Líquido (%) 25.0
N° 10	2.000	8.9	1.7	6.0	94.0		Límite Plástico (%) 15.5
N° 15	1.180						Índice de Plasticidad (%) 8.4
N° 20	0.850						Clasificación SUCS 5C
N° 30	0.600						Clasificación AASHTO A-3-4 (0)
N° 40	0.420	30.3	5.8	11.8	88.3		
N° 50	0.300						
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.150	291.4	55.8	57.5	32.5		
N° 200	0.075	33.3	6.4	73.9	26.1		
Pasante		136.3	26.1	100.0			



LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
TÉCNICO LABORATORISTA
MEC DE SUELOS Y CONCRETO

Abertura (mm)

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C

JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
INGENIERO DE CONSULTORÍA
C-64792
INSCRIPCIÓN N° 004430



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
 CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
 CONSULTORIA N° C-64792
 R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO					
LÍMITES DE CONSISTENCIA					
(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-99, T-99)					
SOLICITANTES	:	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN			
PROYECTO	:	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024			
UBICACIÓN	:	DISTRITO DE SANTA MARIA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA			
CALICATA	:	C-2			
PROFUNDIDAD	:	0.00 - 1.50 m.	TÉCNICO	:	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
PTO. MUESTREO	:	1.50 m	ING° RESP.	:	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
MUESTRA	:	M - 3	FECHA	:	HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025
ADICION DE C.B.C.A	:	7.00%	N° ENSAYO	:	093-2025-LAB/MS-JONELTA

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO					
N° de Tarro		1	2	3	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	32.13	35.15	33.65	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	29.83	32.23	31.09	
Peso de Tarro	gr.	20.42	20.43	20.39	
Peso de Agua	gr.	2.51	2.92	2.96	
Peso del Suelo Seco	gr.	9.20	11.80	10.50	Límite Líquido
Contenido de Humedad	%	27.28	24.75	24.38	24.97
Numero de Golpes		12	25	32	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD					
N° de Tarro		1	2		
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	21.80	21.80		
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	21.43	21.45		
Peso de Tarro	gr.	20.42	20.43		
Peso de Agua	gr.	0.17	0.15		
Peso de Suelo seco	gr.	1.01	1.02		Límite Plástico
Contenido de Humedad	%	15.37	14.71		15.54



Constantes Físicas de la Muestra	
Límite Líquido	25.0
Límite Plástico	15.54
Índice de Plasticidad	9.43
Observaciones	
Pasante Tamiz N° 40	


LAB. MEC. S. JONELTA S.A.C.
 TÉCNICO LABORATORISTA
 LUIGUI JEAN PIER GRADOS ASTUQUIPAN
 TÉCNICO LABORATORISTA
 MEC. DE SUELOS Y CONCRETO Y PAVIMENTOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.
 JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 INGENIERO CIVIL
 RUC-12727470000
 DPOC 12727470000

Av. Coronel Portillo #216 - Huáura Teléfono: 656-8935 Celular: 996172418
 Correo: j.canari@hotmail.com





LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
 CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
 CONSULTORIA N° C-64792
 R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)
(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-190)

SOLICITANTES	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN	
PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARIA – 2024	
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA MARIA, PROVINCIA DE HUAYRA, DEPARTAMENTO DE LIMA	
CALICATA	C-2	TÉCNICO : LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50 m.	ING° RESP. : JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
PTO. MUESTREO	1.50 m	FECHA : HUAYRA, 16 DE ENERO DEL 2025
MUESTRA	M - 3	N° ENSAYO : 095-2025-LAB/MS-JONELTA
ADICION DE C.B.C.A	: 7.00%	

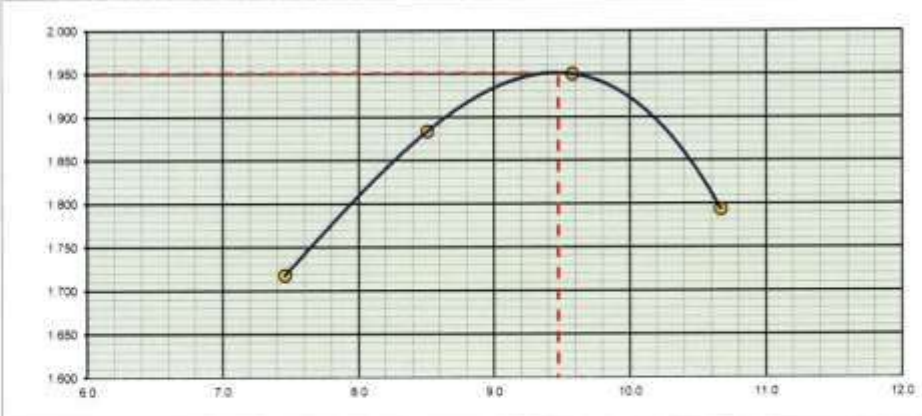
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	5"	Volumen Molde	2093	m3	N° de capas	5
	Metodo	A	B	C	Peso Molde	7230	gr	N° de golpes
								56 Gtp

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr	11,094	11,508	11,702	11,383
Peso Suelo Humedo Compactado	gr	3,864	4,278	4,472	4,155
Peso Volumetrico Humedo	gr	1,846	2,044	2,137	1,965
Recipiente Numero		-	-	-	-
Peso Suelo Humedo + Tara	gr	500	500	500	500
Peso Suelo Seco + Tara	gr	485.30	460.80	456.30	451.80
Peso de la Tara	gr				
Peso del agua	gr	34.7	39.2	43.7	48.2
Peso del suelo seco	gr	405	401	456	452
Contenido de agua	%	7.5	8.5	9.6	10.7
Densidad Seca	gr/cm3	1.718	1.884	1.950	1.794

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.951	(gr/cm3)	Humedad óptima	9.5	%
Densidad Máxima Seca Corregida		(gr/cm3)	Humedad óptima		%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA





Luigui J. Grados Astuquipan
 LUIGUI JEANPIER GRADOS ASTUQUIPAN
 TECNICO LABORATORISTA
 MEC DE SUELOS Y CONCRETO Y PAVIMENTOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose L. Cañari Ravichagua
 JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE CONTROL CON
 N° 10000000000000000000
 N° 10000000000000000000
 N° 10000000000000000000

Av. Coronel Portillo #266 - Huayra Teléfono 556-8935 Celular 896172418
 Correo jl_canari@hotmail.com



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1583 / AASTHO T-193)

SOLICITANTES	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN	TÉCNICO	LUIGUE J. GRADOS ASTUQUIPAN
PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARGA - 2024	ING° RESP.	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA MARIA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA	FECHA	HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025
CALICATA	C-2	N° ENSAYO	096-2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	0.90 - 1.50 m.		
PTO. MUESTREO	1.50 m		
MUESTRA	M - 3		
ADICIÓN DE C.B.C.A.	7.60%		

CALCULO DEL CBR

Molde N°	18		19		17	
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)	12155		12095		11918	
Peso de molde (g)	7628		7564		7502	
Peso del suelo húmedo (g)	4527		4491		4314	
Volumen del molde (cm ³)	2120		2123		2125	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.135		2.116		2.036	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	300.0		300.0		300.0	
Peso suelo seco + tara (g)	274.0		274.0		274.0	
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)	26.0		26.0		26.0	
Peso de suelo seco (g)	274.0		274.0		274.0	
Contenido de humedad (%)	9.5		9.5		9.5	
Densidad seca (g/cm ³)	1.950		1.932		1.854	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

NO EXPANSIVO

PENETRACION

PENETRACION		CARGA		MOLDE N°		M-18		MOLDE N°		M-19		MOLDE N°		M-17	
		STAND.	CARGA	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
mm	puig.	kg/cm ²													
0.000	0.000			0	0			0	0			0	0		
0.635	0.025			12	96			10	72			7	48		
1.270	0.050			22	168			21	152			10	72		
1.905	0.075			29	216			27	206			12	112		
2.540	0.100	79.455		50	377	-	21.0	34	258	-	14.4	21	152	-	8.5
3.810	0.150			78	576			46	361			27	206		
5.080	0.200	105.68		94	721	-	26.5	65	497	-	18.4	39	298	-	11.0
6.350	0.250			121	933			75	576			51	391		
7.620	0.300			144	1104			86	655			67	510		
10.160	0.400			192	1472.8			113	866.7			90	761.0		
12.700	0.500														

OBSERVACIONES :

Anillo:



Luigui J. Grados Astuquipan
LUIGUI JEANPIER GRADOS ASTUQUIPAN
TECNICO LABORATORISTA
MEC DE SUELOS Y CONCRETO E INYECTADO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C

Jose Luis Cañari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
INGENIERO EN CIVIL CONSULTOR
MTC E-132 / ASTM D-1583 / AASTHO T-193
HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025



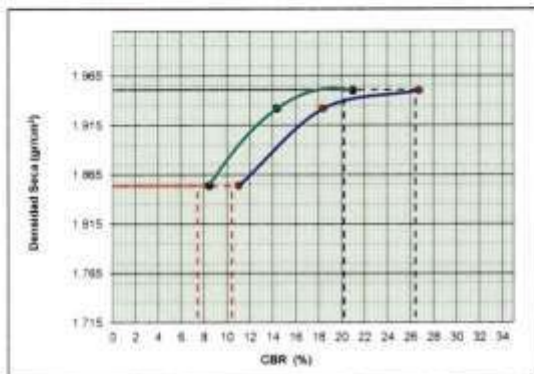
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1583 / AASTHO T-193)

SOLICITANTES	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN	TÉCNICO	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024	ING° RESP.	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA MARÍA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA	FECHA	HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025
CALICATA	C-2	N° ENSAYO	097-2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50 m.		
PTO. MUESTREO	1.50 m		
MUESTRA	M - 3		
ADICION DE C.B.C.A.	7.00%		

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



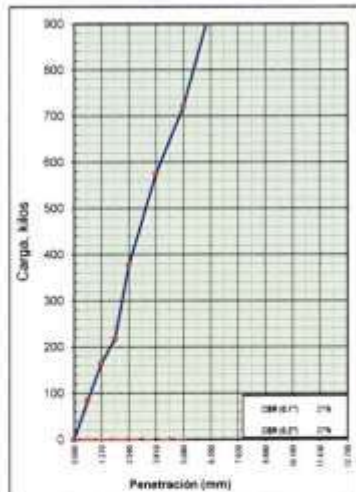
METODO DE COMPACTACION	AASHTO T-193
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.951
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.5
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.954

RESULTADOS:

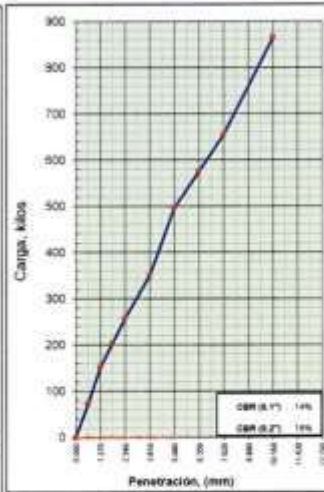
Valor de C.B.R. al 100% de la M.O.S. a 0.1"	=	20.21	%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.O.S. a 0.1"	=	7.43	%
Valor de C.B.R. al 100% de la M.O.S. a 0.2"	=	26.44	%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.O.S. a 0.2"	=	10.44	%

OBSERVACIONES:

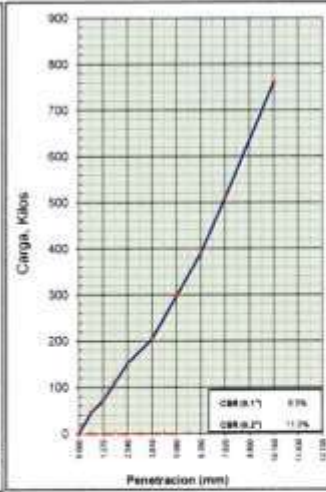
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Luigui J. Grados Astuquipan
LUIGUI JEAN PER GRADOS ASTUQUIPAN
TECNICO LABORATORISTA
MEC DE SUELOS Y CONCRETO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose L. Cañari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
INGENIERO CIVIL
REG. PROF. N° 11.126
RUC. 20600141865



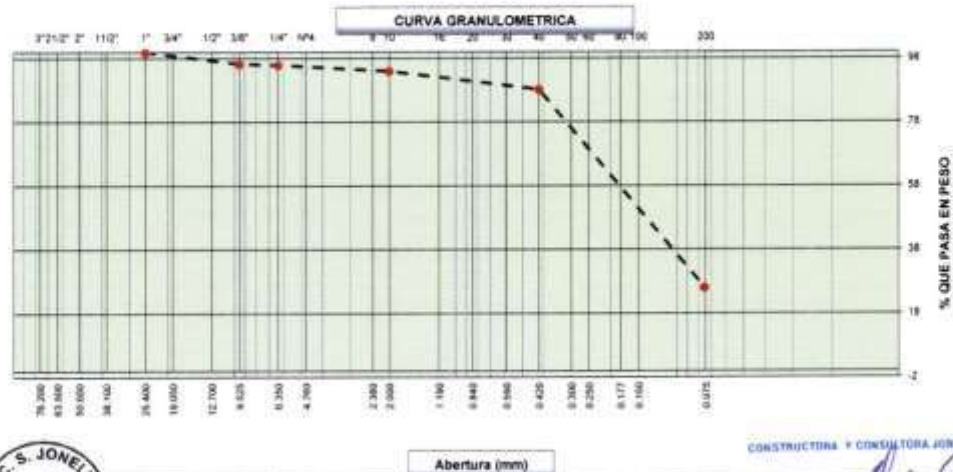
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA - SAC
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(MTC E-107 / ASTM D-422, G-117 / AASHTO T-27, T-88)

SOLICITANTES	:	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMÍREZ KEVIN	TÉCNICO	:	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
TESIS	:	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024	ING° RESP.	:	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	:	DISTRITO DE SANTA MARÍA, PROVINCIA DE HUÁURA, DEPARTAMENTO DE LIMA	FECHA	:	HUÁURA, 15 DE ENERO DEL 2025
CALICATA	:	C-2	N° ENSAYO	:	098-2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	:	0.00 - 1.50 m.			
PTO. MUESTREO	:	1.50 m			
MUESTRA	:	M-1			
ADICIÓN DE C.B.C.A	:	10.00%			

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificación	Descripción
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) 2.088
3"	76.200						Peso Fracción Fina Para Levantar (gr) 300.0
2 1/2"	63.500						2. Características
2"	50.800						Adición C.B.C.A. (%) 10.00%
1 1/2"	37.500						Tamaño Máximo 1"
1"	25.400				100.0		Tamaño Máximo Nominal 3/4"
3/4"	19.000	18.9	0.8	0.8	99.2		Grava (%) 4.3
1/2"	12.700	81.3	2.5	3.3	96.7		Areña (%) 69.8
3/8"	9.520	8.2	0.4	3.7	96.3		Finos (%) 26.1
1/4"	6.350	7.6	0.4	4.0	96.0		Modulo de Finiza (%)
N° 4	4.750	5.2	0.3	4.3	95.7		
N° 8	2.360						3. Clasificación
N° 10	2.000	5.9	1.7	6.0	94.0		Límite Líquido (%) 24.5
N° 15	1.180						Límite Plástico (%) 15.4
N° 20	0.850						Índice de Plasticidad (%) 9.1
N° 30	0.600						Clasificación SUCS SC
N° 40	0.420	10.2	5.6	11.6	88.3		Clasificación AASHTO A-3-4 (R)
N° 50	0.300						
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.150	291.4	55.8	67.5	32.5		
N° 200	0.075	13.2	6.4	73.9	26.1		
Pasante		116.35	26.1	100.0			



TECNICO LABORATORISTA
LUIGUI JEANPER GRADOS ASTUQUIPAN
TECNICO LABORATORISTA
MEC. DE SUELOS Y CONCRETO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
REGISTRO N° 10000000000000000000
PROF. N° 10000000000000000000

Av. Coronel Portillo #216 - Huaura Teléfono 556-8935 Celular 996172418
Correo jl_canari@hotmail.com



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-116,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)

SOLICITANTES	:	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN	TÉCNICO	:	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
PROYECTO	:	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARIA - 2024	ING° RESP.	:	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	:	DISTRITO DE SANTA MARIA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA	FECHA	:	HUAURA, 16 DE ENERO DEL 2025
CALICATA	:	C-2	N° ENSAYO	:	099-2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	:	0.00 - 1.50 m.			
PTQ. MUESTREO	:	1.50 m			
MUESTRA	:	M - 1			
ADICIÓN DE C.B.C.A	:	10.00%			

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tamo		1	2	3	
Peso de Tamo + Suelo Humedo	gr.	33.06	35.10	33.57	
Peso de Tamo + Suelo Seco	gr.	29.60	32.22	31.07	
Peso de Tamo	gr.	20.42	20.43	20.59	
Peso de Agua	gr.	2.45	2.88	2.50	
Peso del Suelo Seco	gr.	9.18	11.79	10.48	Limite Liquido
Contenido de Humedad	%	26.48	24.43	23.85	24.51
Numero de Golpes		12	25	32	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tamo		1	2		
Peso de Tamo + Suelo Humedo	gr.	21.60	21.27		
Peso de Tamo + Suelo seco	gr.	21.44	21.16		
Peso de Tamo	gr.	20.42	20.43		
Peso de Agua	gr.	0.16	0.11		
Peso de Suelo seco	gr.	1.02	0.73		Limite Plastico
Contenido de Humedad	%	15.69	15.07		15.38



Constantes Físicas de la Muestra	
Limite Liquido	24.5
Limite Plastico	15.38
Indice de Plasticidad	9.14
Observaciones	
Pasante Tamiz N° 40.	



TECNICO LABORATORISTA
LUIGUI JEAN PER GRADOS ASTUQUIPAN
TECNICO LABORATORISTA
MTC N° SLE-25 CV-1470 Y PAVIMENT

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
INGENIERO EN CIVIL
MTC N° SLE-25 CV-1470 Y PAVIMENT



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

SOLICITANTES	1	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN			
PROYECTO	2	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR.			
UBICACIÓN	3	SANTA MARÍA - 2024			
CALICATA	4	DISTRITO DE SANTA MARÍA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA			
PROFUNDIDAD	5	C-2			
PTO. MUESTREO	6	0.00 - 1.50 m.	TÉCNICO	7	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
MUESTRA	8	1.50 m.	ING° RESP.	9	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
ADICION DE C.B.C.A	9	M - 1	FECHA	10	HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025
	10	10.00%	N° ENSAYO	11	100-2025-LAB/MS-JONELTA

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	1000.0	1000.0
Peso de la tara + muestra seca (gr)	988.2	988.3
Peso del agua contenida (gr)	11.8	11.7
Peso de la muestra seca (gr)	988.2	988.3
Contenido de Humedad (%)	1.2	1.2
Contenido de Humedad Promedio (%)	1.2	



Luigi J. Grados Astuquipan
LUIGUI JEAN PIER GRADOS ASTUQUIPAN
TÉCNICO LABORATORISTA
MEC. DE SUELOS Y CONCRETO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C
Jose L. Cañari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
INGENIERO DE CONSULTORIA
CALLE 100 N° 100-4755
HUAURA - LIMA



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

SOLICITANTES	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN	TÉCNICO	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024	ING° RESP.	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA MARÍA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA	FECHA	HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025
CALICATA	C-2	N° ENSAYO	101-2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50 m.		
PTO. MUESTREO	1.50 m		
MUESTRA	M - 1		
ADICION DE C.B.C.A	10.00%		

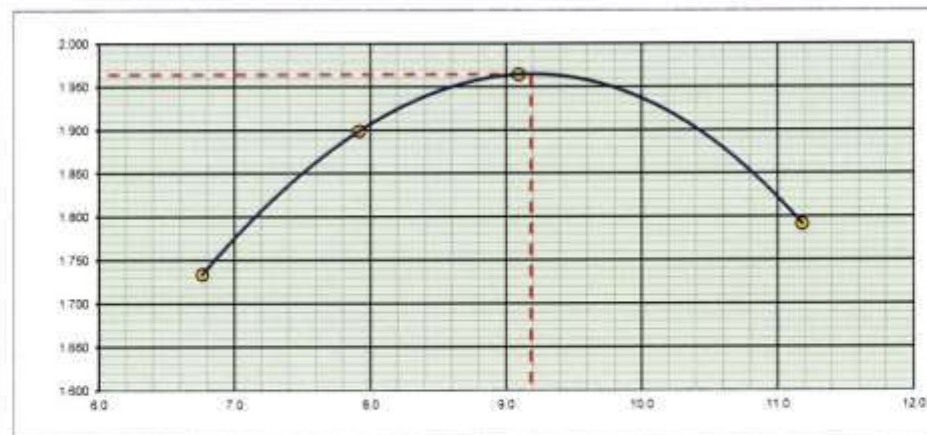
Molde N° 1	Diámetro Molde	4"	5"		Volumen Molde	2093	m3	N° de capas	5
	Método	A	B	C	Peso Molde	7230	gr	N° de golpes	56 Gp

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr	11,105	11,519	11,719	11,399
Peso Suelo Humedo Compactado	gr	3,875	4,289	4,485	4,189
Peso Volumetrico Humedo	gr	1,851	2,049	2,143	1,992
Recipiente Numero		-	-	-	-
Peso Suelo Humedo + Tara	gr	950	950	950	950
Peso Suelo Seco + Tara	gr	488.3	483.3	458.3	449.7
Peso de la Tara	gr				
Peso del agua	gr	31.7	36.7	41.7	50.3
Peso del suelo seco	gr	488	483	458	450
Contenido de agua	%	6.8	7.9	9.1	11.2
Densidad Seca	gr/cc	1.734	1.899	1.964	1.792

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.965	(gr/cm3)	Humedad óptima	9.2	%
Densidad Máxima Seca Corregida		(gr/cm3)	Humedad óptima		%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



LUIGUI JEANPER GRADOS ASTUQUIPAN
TECNICO LABORATORISTA
MTC DE SUELOS, OMA, RCTO Y PAVIMENTOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
INGENIERO DE CONSULTOR
REGISTRO PROFESIONAL
REG. N° 111700



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR

(MTC E-132 / ASTM D-1983 / AASTHO T-193)

SOLICITANTES	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN	TÉCNICO	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024	ING° RESP.	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA MARÍA, PROVINCIA DE HUAYURA, DEPARTAMENTO DE LIMA	FECHA	HUAYURA, 15 DE ENERO DEL 2025
CALICATA	C-2	N° ENSAYO	102-2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	8.00 - 1.50 m.		
PTO. MUESTREO	1.50 m		
MUESTRA	M - 1		
ADICION DE C.B.G.A	10.00%		

CALCULO DEL CBR

Molde N°	18		19		17	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	99		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12177		12077		11548	
Peso de molde (g)	7528		7564		7602	
Peso del suelo húmedo (g)	4549		4513		4346	
Volumen del molde (cm³)	2120		2123		2125	
Densidad húmeda (g/cm³)	2.146		2.126		2.045	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	300.0		300.0		300.0	
Peso suelo seco + tara (g)	274.7		273.7		273.7	
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)	25.3		26.3		26.3	
Peso de suelo seco (g)	274.7		273.7		273.7	
Contenido de humedad (%)	9.2		9.6		9.6	
Densidad seca (g/cm³)	1.966		1.940		1.886	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
				NO EXPANSIVO							

PENETRACION

PENETRACION		CARGA		MOLDE N°		M-18		MOLDE N°		M-19		MOLDE N°		M-17	
		STAND.	CARGA	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
mm	pulg.	kg/cm2													
0.000	0.000			0	0			0	0			0	0		
0.635	0.025			14	99			12	84			8	53		
1.270	0.050			25	190			23	175			12	84		
1.905	0.075			33	251			31	235			18	129		
2.540	0.100	70.455		57	432	-	24.0	36	296	-	16.5	23	175	-	9.7
3.810	0.150			86	659			53	402			31	235		
5.080	0.200	105.68		108	825	825	30.6	74	569	-	21.1	45	341	-	12.7
6.350	0.250			139	1067			90	659			59	448		
7.620	0.300			164	1263			98	750			76	584		
10.160	0.400			219	1683.6			129	991.5			113	870.8		
12.700	0.500														

OBSERVACIONES :

Anillo:



LUIGUI JEANPER GRADOS ASTUQUIPAN
TÉCNICO LABORATORISTA
MTC DE SUELOS CIVIL Y PAVIMENTOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C

JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
INGENIERO EN CIVIL
R.U.C. 20600141865



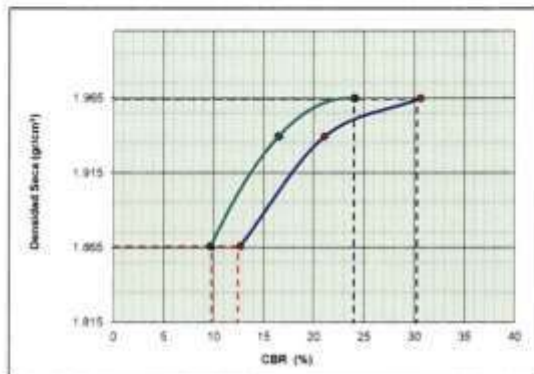
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1583 / AASTHO T-193)

SOLICITANTES	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN
PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA MARÍA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA
CALICATA	C-2
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50 m.
PTO. MUESTREO	1.50 m
MUESTRA	M - 1
ADICION DE C.B.C.A	10.00%
TÉCNICO	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
ING° RESP	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
FECHA	HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025
N° ENSAYO	103-2025-LAB/MS-JONELTA

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



METODO DE COMPACTACION	AASHTO T-190
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.965
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.2
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.866

RESULTADOS:

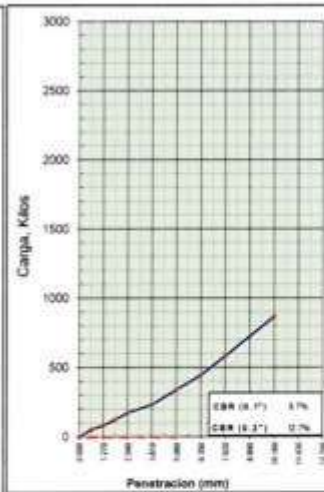
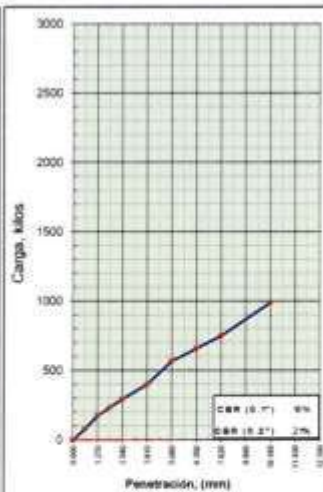
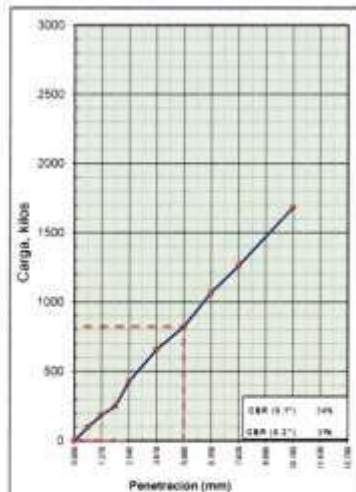
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	=	24.0	%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	=	9.77	%
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	=	30.3	%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	=	12.46	%

OBSERVACIONES:

EC = 56 GOLPES

EC = 25 GOLPES

EC = 12 GOLPES



Luigui J. Grados Astuquipan
LUIGUI JEANPIER GRADOS ASTUQUIPAN
TECNICO - LABORATORISTA
MEC DE SUELOS Y CONCRETO Y PAVIMENTOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose Luis Canari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
INGENIERO EN CIVIL
INGENIERO EN CIVIL Y PAVIMENTOS
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865



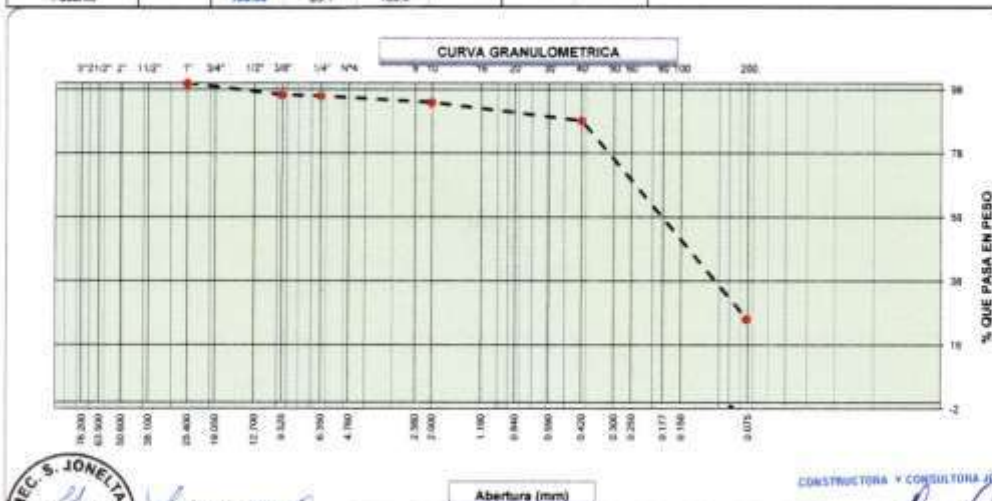
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, G-117 / AASHTO T-27, T-88)

SOLICITANTES	:	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERNA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN	TÉCNICO	:	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
TESIS	:	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024	ING° RESP.	:	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	:	DISTRITO DE SANTA MARÍA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA	FECHA	:	HUAURA, 16 DE ENERO DEL 2025
CALICATA	:	C-2	N° ENSAYO	:	104-2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	:	0.00 - 1.50 m.			
PTO. MUESTREO	:	1.50 m			
MUESTRA	:	M-2			
ADICIÓN DE C.B.C.A	:	10.00%			

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificación	Descripción
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) 2.088
3"	73.000						Peso Fracción Fina Para Lavar (gr) 500.0
2 1/2"	60.300						2. Características
2"	50.800						Adición C.B.C.A. (%) 10.00%
1 1/2"	37.500						Tamaño Máximo 1"
1"	25.400				100.0		Tamaño Máximo Nominal 3/4"
3/4"	19.000	17	0.8	0.8	99.2		Grava (%) 4.3
1/2"	12.700	51	2.5	3.3	96.7		Areña (%) 89.6
3/8"	9.520	8	0.4	3.7	96.3		Finos (%) 26.1
1/4"	6.350	8	0.4	4.0	96.0		Modulo de Finesa (%)
N° 4	4.750	6	0.3	4.3	95.7		3. Clasificación
N° 8	2.360						Límite Líquido (%) 24.5
N° 10	2.000	8.90	1.7	6.0	94.0		Límite Plástico (%) 15.3
N° 18	1.180						Índice de Plasticidad (%) 3.2
N° 20	0.850						Clasificación SUCS SC
N° 30	0.600						Clasificación AASHTO A-2-4 (0)
N° 40	0.420	30.20	9.8	11.8	89.3		
N° 50	0.300						
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.150	291.40	55.8	67.5	32.5		
N° 200	0.075	33.20	5.4	73.9	26.1		
Pasante		136.30	26.1	100.0			



LUIGUI JEANPER GRADOS ASTUQUIPAN
TÉCNICO LABORATORISTA
MEC DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C

JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
INGENIERO DE CONSULTORIA
INGENIERO DE SUELOS
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
 CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C
 CONSULTORIA N° C-64792
 R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
LIMITES DE CONSISTENCIA
(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-99)

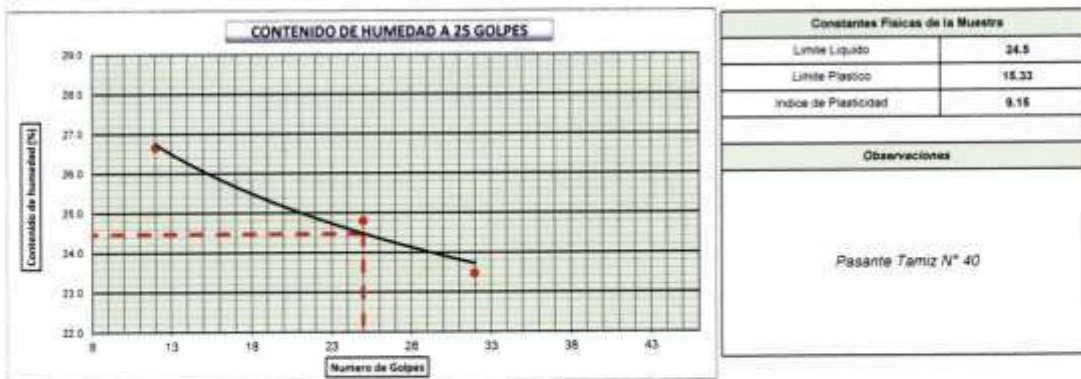
SOLICITANTES	2	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN	TÉCNICO	1	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
PROYECTO	2	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024	ING° RESP.	1	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	2	DISTRITO DE SANTA MARÍA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA	FECHA	1	HUAURA, 16 DE ENERO DEL 2025
CALCATA	2	C-2	N° ENSAYO	1	105-2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	2	0.00 - 1.50 m.			
PTO. MUESTREO	2	1.50 m			
MUESTRA	2	M - 2			
ADICION DE C.B.C.A	2	10.00%			

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tamo		1	2	3	
Peso de Tamo + Suelo Humedo	gr.	32.06	35.13	33.93	
Peso de Tamo + Suelo Seco	gr.	29.81	32.20	31.97	
Peso de Tamo	gr.	20.42	20.43	20.59	
Peso de Agua	gr.	2.45	2.92	2.46	
Peso del Suelo Seco	gr.	9.19	11.77	10.48	Limite Liquido
Contenido de Humedad	%	26.66	24.81	23.47	24.48
Numero de Golpes		12	25	32	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tamo		1	2		
Peso de Tamo + Suelo Humedo	gr.	21.60	21.27		
Peso de Tamo + Suelo seco	gr.	21.43	21.17		
Peso de Tamo	gr.	20.42	20.43		
Peso de Agua	gr.	0.17	0.10		
Peso de Suelo seco	gr.	1.01	0.74		Limite Plastico
Contenido de Humedad	%	16.63	13.82		15.33





TECNICO
LABORATORISTA



LUIQUI JEANPIER GRADOS ASTUQUIPAN
TECNICO LABORATORISTA
MEC DE SUELOS Y CONCRETO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C



JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
INGENIERO CONSULTOR
R.U.C. 20600141865

 LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC CONSULTORIA N° C-64792 R.U.C. 20600141865 	
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO	
CONTENIDO DE HUMEDAD (MTC E-108 / ASTM D-2216)	
SOLICITANTES	1. BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN
PROYECTO	2. EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024
UBICACIÓN	3. DISTRITO DE SANTA MARIA, PROVINCIA DE HUALURA, DEPARTAMENTO DE LIMA
CALICATA	4. C-2
PROFUNDIDAD	5. 0.00 - 1.50 m.
PTO. MUESTREO	6. 1.50 m
MUESTRA	7. M - 2
ADICION DE C.B.C.A	8. 10.00%
TÉCNICO	9. LUIS J. GRADOS ASTUQUIPAN
ING° RESP.	10. JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
FECHA	11. HUALURA, 15 DE ENERO DEL 2025
N° ENSAYO	12. 106-2025-LABIMS-JONELTA

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	1000.0	1000.0
Peso de la tara + muestra seca (gr)	988.2	988.3
Peso del agua contenida (gr)	11.8	11.7
Peso de la muestra seca (gr)	988.2	988.3
Contenido de humedad (%)	1.2	1.2
Contenido de Humedad Promedio (%)	1.2	





LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

SOLICITANTES	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN			TÉCNICO	LUIQUI J. GRADOS ASTUQUIPAN		
PROYECTO	EVALUACION DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARIA - 2024			ING° RESP.	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA		
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA MARIA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA			FECHA	HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025		
CALICATA	C-2			N° ENSAYO	107-2025-LABIMS-JONELTA		
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50 m.						
PTO. MUESTREO	1.50 m						
MUESTRA	M - 2						
ADICION DE C.B.C.A.	10.00%						

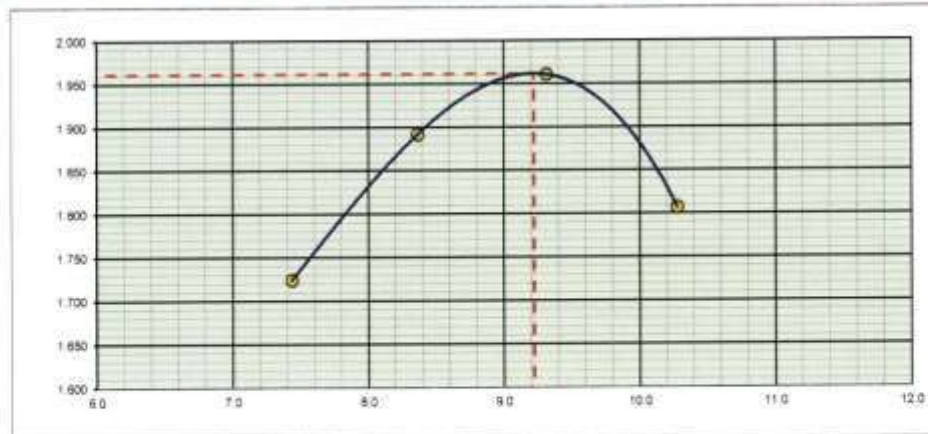
Moldes N° 1	Diametro Molde	4"	6"		Volumen Molde	2003	m3.	N° de capas	5
	Método	A	B	C	Peso Molde	7230	gr.	N° de golpes	56 Gls

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr	11,107	11,521	11,715	11,401
Peso Suelo Humedo Compactado	gr	3,877	4,291	4,486	4,171
Peso Volumetrico Humedo	gr	1,852	2,050	2,143	1,993
Recipiente Numero		-	-	-	-
Peso Suelo Humedo + Tara	gr	500	500	500	500
Peso Suelo Seco + Tara	gr	455.4	451.4	457.4	453.4
Peso de la Tara	gr				
Peso del agua	gr	34.6	38.6	42.6	46.6
Peso del suelo seco	gr	465	461	457	453
Contenido de agua	%	7.4	8.4	9.3	10.3
Densidad Seca	gr/cc	1.724	1.892	1.961	1.907

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.962	(gr/cm3)	Humedad óptima	9.22	%
Densidad Máxima Seca Corregida		(gr/cm3)	Humedad óptima		%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



Luiqui C. D.
LUIQUI JEANPER GRADOS ASTUQUIPAN
TECNICO LABORATORISTA
MTC DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose L. Canari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
REGISTRO PROF. Y CONSULT. 1038
C. 64792
HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025
Firma: C. 107-2025-LABIMS-JONELTA





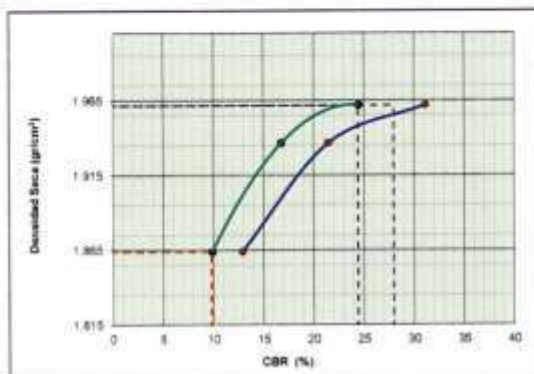
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1557 / AASTHO T-193)

SOLICITANTES	: BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN
PROYECTO	: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SANTA MARÍA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA
CALICATA	: C-2
PROFUNDIDAD	: 0.00 - 1.50 m.
PTO. MUESTREO	: 1.50 m
MUESTRA	: M - 2
ADICION DE C.B.C.A	: 10.00%
TÉCNICO	: LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
ING° RESP.	: JOSÉ L. CAÑARI RAVICHAGUA
FECHA	: HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025
N° ENSAYO	: 109-2025-LAB/MS-JONELTA

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



METODO DE COMPACTACION	: AASTHO T-190
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.962
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 9.2
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.954

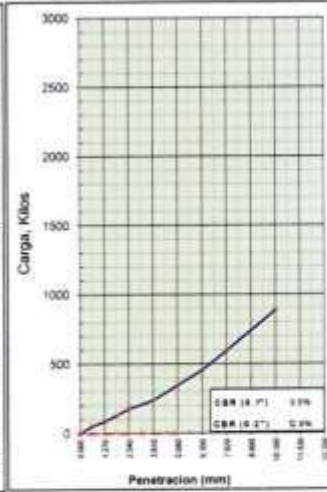
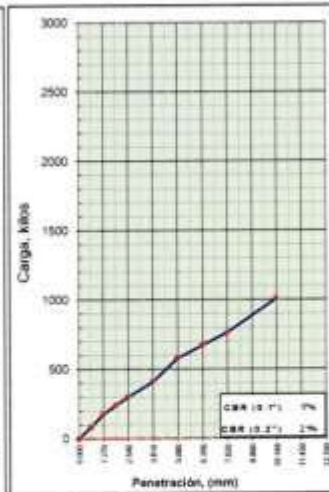
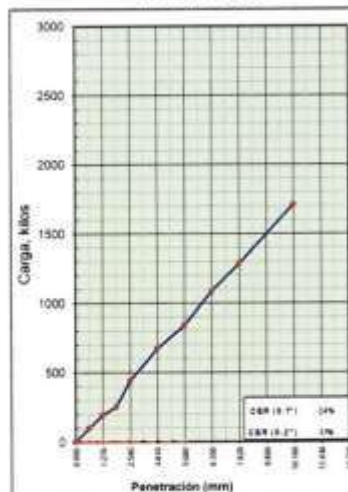
RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	= 24.4 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	= 9.55 %
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	= 28.0 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	= 9.51 %

OBSERVACIONES:

EC = 96 GOLPES

EC = 25 GOLPES

EC = 12 GOLPES



LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
TÉCNICO LABORATORISTA
MEC DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

JOSÉ LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
INGENIERO CIVIL, CONSULTOR
R.U.C. 20600141865
Email: j_l.canari@hotmail.com



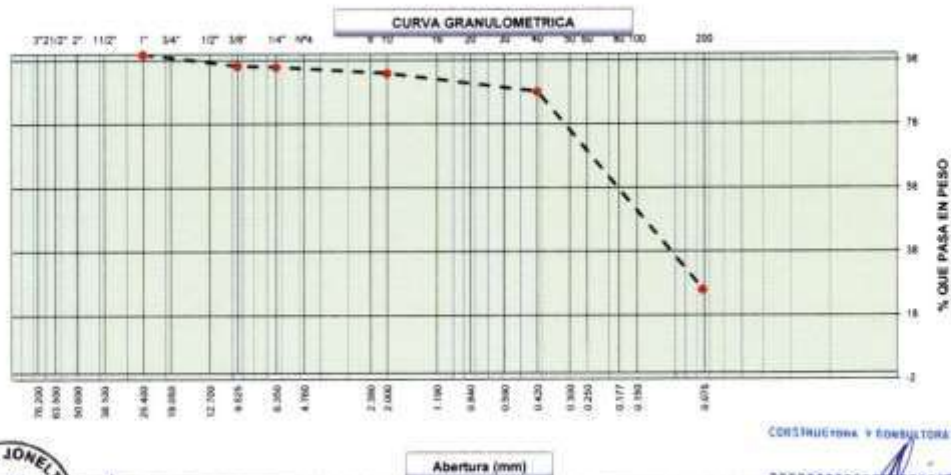
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

SOLICITANTES	:	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN	TÉCNICO	:	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
TESIS	:	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024	ING° RESP.	:	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	:	DISTRITO DE SANTA MARÍA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA	FECHA	:	HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025
CALICATA	:	C-2	N° ENSAYO	:	110-2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	:	0.00 - 1.50 m.			
PTO. MUESTREO	:	1.50 m			
MUESTRA	:	M-3			
ADICIÓN DE C.B.C.A.	:	10.00%			

Tamices ASTM	Apertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificación	Descripción
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) 2.089
3"	76.200						Peso Fracción Fina Para Lavar (gr) 900.0
2 1/2"	63.500						2. Características
2"	50.800						Adición C.B.C.A. (%) 10.00%
1 1/2"	37.500						Tamaño Máximo 1"
1"	25.400				100.0		Tamaño Máximo Nominal 3/4"
3/4"	19.000	18.9	0.8	0.8	99.2		Grava (%) 4.3
1/2"	12.700	81.3	2.5	3.3	96.7		Arena (%) 69.6
3/8"	9.520	8.2	0.4	3.7	96.3		Finos (%) 26.1
1/8"	6.350	7.5	0.4	4.0	96.0		Modulo de Finesa (%)
N° 4	4.750	5.2	0.3	4.3	95.7		3. Clasificación
N° 8	2.360						Límite Líquido (%) 24.5
N° 10	2.000	8.9	1.7	6.0	94.0		Límite Plástico (%) 15.7
N° 16	1.190						Índice de Plasticidad (%) 8.1
N° 20	0.850						Clasificación SUCS SC
N° 30	0.600						Clasificación AASHTO A-2-4 (0)
N° 40	0.420	30.2	5.8	11.8	88.3		
N° 50	0.300						
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.150	291.4	55.8	67.5	32.5		
N° 200	0.075	33.2	6.4	73.9	26.1		
Pasante		136.30	26.1	100.0			



LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
TECNICO LABORATORISTA
MEC DE SUELOS Y CONCRETO Y PAVIMENTOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C

JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
INGENIERO CIVIL
R.U.C. 20600141865
DIRECCIÓN: HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025
Firma: [Firma]

Av. Coronel Portillo #216 - Huaura Teléfono 656-8935 Celular 996172418
Correo: jl_canari@hotmail.com



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-99, T-99)

SOLICITANTES	:	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN	TÉCNICO	:	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
PROYECTO	:	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024	ING° RESP.	:	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	:	DISTRITO DE SANTA MARÍA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA	FECHA	:	HUAURA, 16 DE ENERO DEL 2025
CALICATA	:	C-2	N° ENSAYO	:	111-2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	:	0.00 - 1.50 m.			
PTO. MUESTREO	:	1.50 m			
MUESTRA	:	M - 3			
ADICION DE C.B.C.A	:	10.00%			

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tazo		1	2	3	
Peso de Tazo + Suelo Humedo	gr.	32.06	35.12	33.63	
Peso de Tazo + Suelo Seco	gr.	29.60	32.10	31.06	
Peso de Tazo	gr.	20.42	20.43	20.59	
Peso de Agua	gr.	2.46	3.02	2.45	
Peso del Suelo Seco	gr.	9.18	11.67	10.49	Limite Liquido
Contenido de Humedad	%	26.80	25.88	23.36	24.96
Numero de Golpes		12	25	32	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tazo		1	2		
Peso de Tazo + Suelo Humedo	gr.	21.70	21.66		
Peso de Tazo + Suelo seco	gr.	21.50	21.51		
Peso de Tazo	gr.	20.42	20.43		
Peso de Agua	gr.	0.20	0.14		
Peso de Suelo seco	gr.	1.08	1.06		Limite Plastico
Contenido de Humedad	%	18.52	12.96		15.74



Constantes Fisicas de la Muestra

Limite Liquido	24.9
Limite Plastico	15.74
Indice de Plasticidad	9.12

Observaciones

Pasante Tamiz N° 40



TECNICO
LABORATORISTA
LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
TECNICO LABORATORISTA
MTC DE SUELOS Y CONCRETO Y PAVIMENTOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
ING. CIVIL
R.U.C. 20600141865
DIRECCION: HUAURA, 16 DE ENERO DEL 2025
TEL: 011 444 1111 / 011 444 1112

 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC CONSULTORIA N° C-64792 R.U.C. 20600141865 	
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO CONTENIDO DE HUMEDAD (MTC E-108 / ASTM D-2216)	
SOLICITANTES	1. BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN
PROYECTO	2. EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024
UBICACIÓN	3. DISTRITO DE SANTA MARIA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA
CALICATA	4. C-2
PROFUNDIDAD	5. 0.00 - 1.50 m.
PTO. MUESTREO	6. 1.50 m
MUESTRA	7. M - 3
ADICION DE C.B.C.A	8. 10.00%
TÉCNICO	1. LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
ING° RESP.	2. JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
FECHA	3. HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025
N° ENSAYO	4. 112-2025-LAB/MS-JONELTA

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	1000.0	1000.0
Peso de la tara + muestra seca (gr)	988.2	988.3
Peso del agua contenida (gr)	11.8	11.7
Peso de la muestra seca (gr)	988.2	988.3
Contenido de Humedad (%)	1.2	1.2
Contenido de Humedad Promedio (%)	1.2	



LUIGUI JEANPER GRADOS ASTUQUIPAN
TECNICO LABORATORISTA
MTC N° 15 CONCRETO Y PAVIMENTOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
INGENIERO DE CONSULTORIA
MTC N° 15 CONCRETO Y PAVIMENTOS



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-190)

SOLICITANTES	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN	TÉCNICO	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024	ING° RESP.	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA MARÍA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA	FECHA	HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025
CALICATA	C-2	N° ENSAYO	113-2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50 m.		
PTO. MUESTREO	1.50 m		
MUESTRA	M - 3		
ADICION DE C.B.C.A	10.00%		

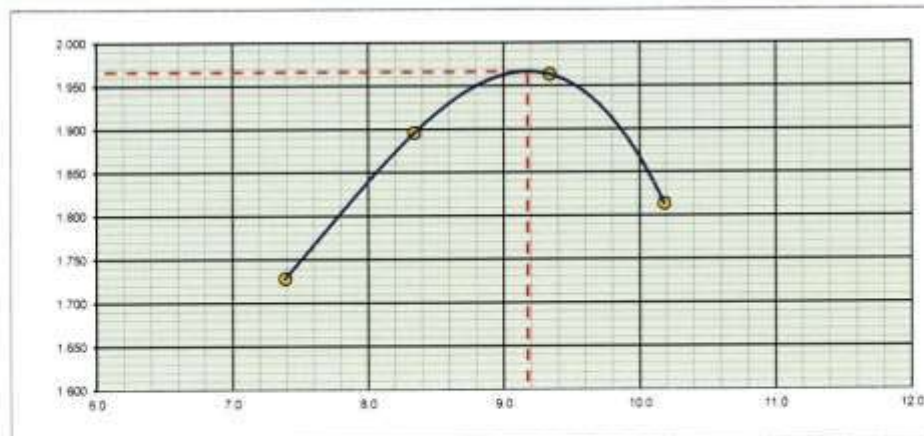
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	6"	Volumen Molde	2093	m3	N° de capas	5
	Método	A	B	C	Peso Molde	7230	gr	N° de golpes
								56 Gip

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr	11,115	11,329	11,723	11,413
Peso Suelo Humedo Compactado	gr	3,865	4,299	4,493	4,183
Peso Volumetrico Humedo	gr	1,858	2,054	2,147	1,990
Recipiente Numero		-	-	-	-
Peso Suelo Humedo + Tara	gr	500	500	500	500
Peso Suelo Seco + Tara	gr	485.8	481.5	457.3	453.8
Peso de la Tara	gr				
Peso del agua	gr	34.4	38.5	42.7	46.2
Peso del suelo seco	gr	486	462	457	454
Contenido de agua	%	7.4	8.3	9.3	10.2
Densidad Seca	gr/cc	1.728	1.896	1.963	1.814

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.967	(gr/cm3)	Humedad óptima	9.18	%
Densidad Máxima Seca Corregida		(gr/cm3)	Humedad óptima		%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



LUIGUI JEAN PIER GRADOS ASTUQUIPAN
TECNICO - INGENIERO
R.U.C. 20.555.250.1 - 4201 PUNTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
INGENIERO DE CONSULTOR
R.U.C. 20.555.250.1 - 4201 PUNTO

Av. Coronel Portillo #266 - Huaura Teléfono 656-8935 Celular 996172418
Correo jl_canari@hotmail.com



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C.: 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR

(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

SOLICITANTES

PROYECTO

UBICACIÓN

CALICATA

PROFUNDIDAD

PTO. MUESTREO

MUESTRA

ADICION DE C.B.C.A

BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARIA - 2924

DISTRITO DE SANTA MARIA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA

C-2

0.90 - 1.50 m.

1.50 m

M - 3

10.00%

TÉCNICO

ING° RESP

FECHA

N° ENSAYO

LUGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN

JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA

HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025

114-2025-LAB/MS-JONELTA

CALCULO DEL CBR

Molde N°	18	19	17			
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)	12181	12081	11906			
Peso de molde (g)	7628	7564	7602			
Peso del suelo húmedo (g)	4553	4517	4334			
Volumen del molde (cm³)	2120	2123	2125			
Densidad húmeda (g/cm³)	2.148	2.128	2.038			
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	300.0	300.0	300.0			
Peso suelo seco + tara (g)	274.8	274.8	274.8			
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)	25.2	25.2	25.2			
Peso de suelo seco (g)	274.8	274.8	274.8			
Contenido de humedad (%)	9.18	9.2	9.2			
Densidad seca (g/cm³)	1.967	1.949	1.888			

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
				NO EXPANSIVO							

PENETRACION

PENETRACION		CARGA	MOLDE N°	M-18		MOLDE N°		M-19		MOLDE N°		M-17		
		STAND.	CARGA	CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		
mm	pulg.	kg/cm2	Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	
0.000	0.000		0	0		0	0			0	0			
0.635	0.025		14	104		12	88			8	56			
1.270	0.050		27	198		24	183			12	88			
1.905	0.075		35	262		33	246			18	135			
2.540	0.100	70.455	59	451	-	35.1	41	309	-	17.2	24	183	-	10.2
3.810	0.150		90	688			55	420			33	246		
5.080	0.200	105.88	112	862	-	31.9	78	594	-	22.0	47	357	-	13.2
6.350	0.250		145	1113			90	688			61	467		
7.620	0.300		171	1318			102	783			80	600		
10.160	0.400		228	1756.6			135	1034.8			118	908.8		
12.700	0.500													

OBSERVACIONES:

Anillo:

LAB. MEC. S. JONELTA S.A.C

TÉCNICO

LABORATORISTA

LUGUI JEANPIER GRADOS ASTUQUIPAN

TÉCNICO LABORATORISTA

REC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C

JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA

INGENIERO EN CIVIL

REC. DE SUELOS Y PAVIMENTO

15/01/2025

15:00

15/01/2025

15:00



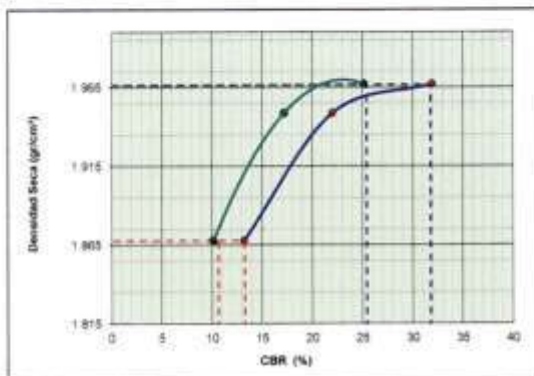
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

SOLICITANTES	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN
PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA MARÍA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA
CALICATA	C-2
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50 m.
PTO. MUESTREO	1.50 m
MUESTRA	M - 3
ADICION DE C.B.C.A	10.00%
TÉCNICO	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
ING° RESP.	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
FECHA	HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025
N° ENSAYO	115-2025-LAB/MS-JONELTA

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR

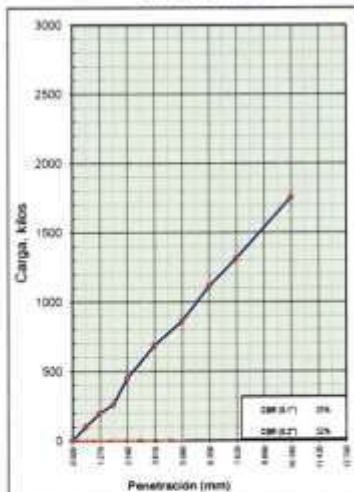


METODO DE COMPACTACION	AASHTO T-190
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.967
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.2
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.898

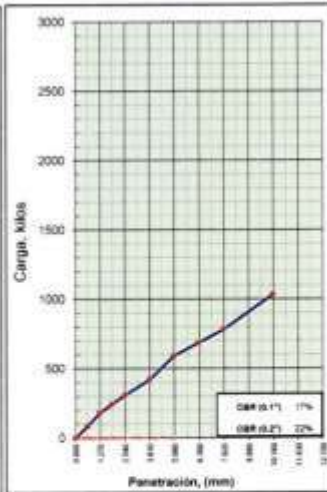
RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	= 25.4 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	= 10.64 %
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	= 31.8 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	= 13.28 %

OBSERVACIONES:

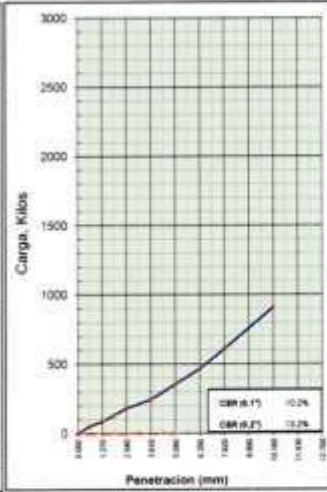
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Luigui J. Grados Astuquipan
LUIGUI JEANPER GRADOS ASTUQUIPAN
TÉCNICO, LABORATORISTA
MTC DE SUELOS CALIFICADO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C

Jose L. Cañari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
INGENIERO DE CIVIL, CALIFICADO
MTC DE SUELOS CALIFICADO



 LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC CONSULTORIA N° C-64792 R.U.C. 20600141865 	
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO CONTENIDO DE HUMEDAD (MTC E-108 / ASTM D-2216)	
SOLICITANTES	± BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN
PROYECTO	± EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024
UBICACIÓN	± DISTRITO DE SANTA MARIA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA
CALICATA	± C-2
PROFUNDIDAD	± 0.00 - 1.50 m.
PTO. MUESTREO	± 1.50 m
MUESTRA	± M - 1
ADICION DE C.B.C.A	± 13.00%
TÉCNICO	± LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
ING° RESP.	± JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
FECHA	± HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025
N° ENSAYO	± 118-2025-LAB/MS-JONELTA

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	1000.0	1000.0
Peso de la tara + muestra seca (gr)	988.2	988.3
Peso del agua contenida (gr)	11.8	11.7
Peso de la muestra seca (gr)	988.2	988.3
Contenido de Humedad (%)	1.2	1.2
Contenido de Humedad Promedio (%)	1.2	



CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C

JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA

INGENIERO EN CONSULTORIA

DEPARTAMENTO DE HUAURA

PROF. 1547 N° 1064716



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
 CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
 CONSULTORIA N° C-64792
 R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)
(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

SOLICITANTES	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN	TÉCNICO	LUGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024	ING° RESP.	JOSE L. CAÑARI RAMCHAGUA
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA MARIA, PROVINCIA DE HUAYRA, DEPARTAMENTO DE LIMA	FECHA	HUAYRA, 15 DE ENERO DEL 2025
CALICATA	C-2	N° ENSAYO	119-2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	0.90 - 1.50 m.		
PTO. MUESTREO	1.50 m		
MUESTRA	M - 1		
ADICION DE C.B.C.A	13.00%		

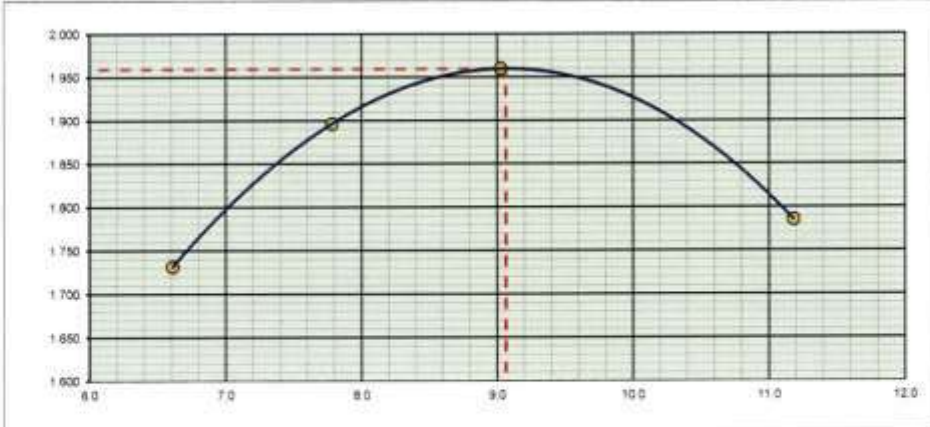
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	6"	Volumen Molde	2093	m3	N° de capas	5
	Metodo	A	B	C	Peso Molde	7230	gr	N° de golpes
								56 Gp

NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr 11,094	11,508	11,702	11,385
Peso Suelo Humedo Compactado	gr 3,864	4,278	4,472	4,155
Peso Volumetrico Humedo	gr 1,848	2,044	2,137	1,985
Recipiente Numero	-	-	-	-
Peso Suelo Humedo + Tara	gr 500	500	500	500
Peso Suelo Seco + Tara	gr 469.8	463.9	458.6	448.7
Peso de la Tara	gr			
Peso del agua	gr 31.0	36.1	41.4	50.3
Peso del suelo seco	gr 460	464	459	450
Contenido de agua	% 6.6	7.8	9.0	11.2
Densidad Seca	gr/cc 1.732	1.896	1.980	1.786

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.960	(gr/cm3)	Humedad óptima	9.07	%
Densidad Máxima Seca Corregida		(gr/cm3)	Humedad óptima		%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



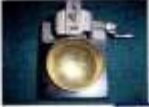


Lugui J. Grados Astuquipan
 LUGUI JEANPIER GRADOS ASTUQUIPAN
 TECNICO LABORATORISTA
 MEC DE SUELOS Y CONCRETO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C

Jose L. Canari Ramchagua
 JOSE LUIS CAÑARI RAMCHAGUA
 REGISTRO DE CONSULTORES
 N° 00000000000000000000
 RUC 20600141865

Av. Coronel Portillo #266 - Huayra Teléfono 656-8935 Celular 996172418
 Correo jl_canari@hotmail.com



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
 CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
 CONSULTORIA N° C-64792
 R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

SOLICITANTES	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERNA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN	TÉCNICO	LUIQUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024	ING° RESP.	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA MARÍA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA	FECHA	HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025
CALICATA	C-2	N° ENSAYO	120-2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	0.90 - 1.50 m.		
PTO. MUESTREO	1.50 m		
MUESTRA	M - 1		
ADICION DE C.B.C.A	13.00%		

CALCULO DEL CBR

Molde N°	18		19		17	
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)	12157		12057		11913	
Peso de molde (g)	7628		7564		7602	
Peso del suelo húmedo (g)	4529		4493		4311	
Volumen del molde (cm³)	2120		2123		2125	
Densidad húmeda (g/cm³)	2.136		2.119		2.029	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	300.0		300.0		300.0	
Peso suelo seco + tara (g)	275.2		275.2		275.2	
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)	24.8		24.8		24.8	
Peso de suelo seco (g)	275.2		275.2		275.2	
Contenido de humedad (%)	9.0		9.0		9.0	
Densidad seca (g/cm³)	1.960		1.942		1.881	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
				NO EXPANSIVO							

PENETRACION

PENETRACION		CARGA		MOLDE N°		M-18		MOLDE N°		M-19		MOLDE N°		M-17	
		STAND.	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION					
mm	pulg.	kg/cm²	Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%	
0.000	0.000		0	0		0	0		0	0		0	0		
0.635	0.025		11	90		10	66		6	43					
1.270	0.050		21	156		18	143		10	68					
1.905	0.075		27	206		26	193		15	105					
2.540	0.100	76.485	47	356	-	19.8	32	243	-	13.5	19	143	-	8.0	
3.810	0.150		71	544			44	351		26	193				
5.080	0.200	105.48	89	661	-	25.3	61	469	-	17.4	37	281	-	10.4	
6.350	0.250		115	881			71	544		48	369				
7.620	0.300		136	1043			81	619		53	481				
10.160	0.400		181	1390.9			107	818.3		64	718.4				
12.700	0.500														

OBSERVACIONES :


Anillo:

 LUIS JEANPIER GRADOS ASTUQUIPAN
 TECNICO LABORATORISTA
 REC. DE SUELOS Y CONCRETO Y PAVIMENTOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

 JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 INGENIERO CIVIL
 INGENIERO EN SUELOS Y FUNDACIONES
 REC. DE SUELOS Y CONCRETO Y PAVIMENTOS



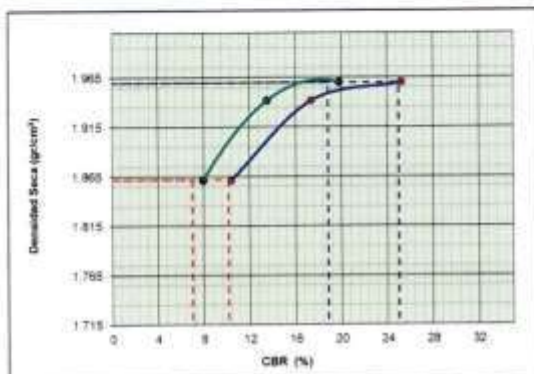
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1553 / AASTHO T-193)

SOLICITANTES	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN
PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA MARÍA, PROVINCIA DE HUAYRA, DEPARTAMENTO DE LIMA
CALICATA	C-2
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50 m.
PTO. MUESTREO	1.50 m
MUESTRA	M - 1
ADICIÓN DE C.B.C.A	13.00%
TÉCNICO	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
ING° RESP.	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
FECHA	HUAYRA, 15 DE ENERO DEL 2025
N° ENSAYO	121-2025-LAB/MS-JONELTA

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



METODO DE COMPACTACION	AASHTO T-190
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.960
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.07
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.862

RESULTADOS:

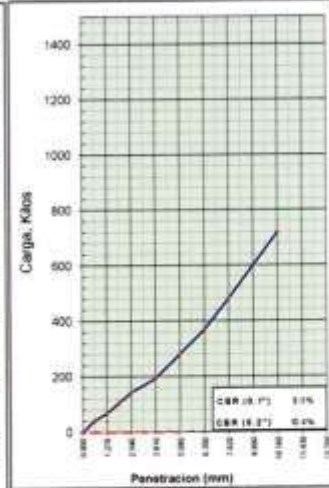
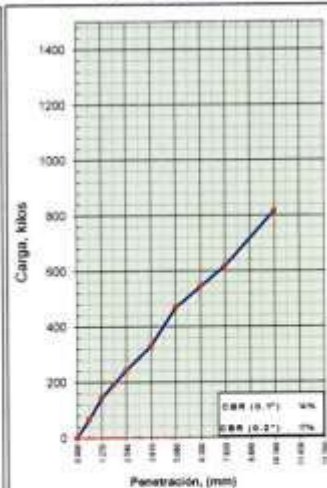
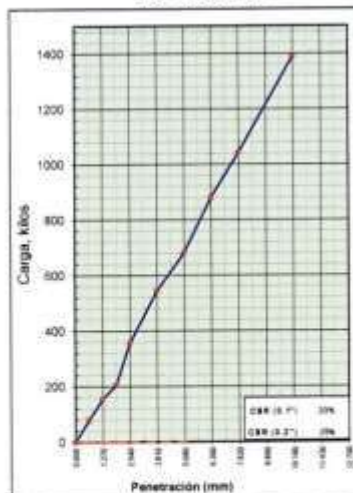
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	18.8 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	7.02 %
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	25.0 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	10.15 %

OBSERVACIONES:

EC = 56 GOLPES

EC = 25 GOLPES

EC = 12 GOLPES



Luigi J. Grados Astuquipan
LUIGUI JEAN PER GRADOS ASTUQUIPAN
TÉCNICO LABORATORISTA
MEC. DE SUELOS CON METO E INUMENTE

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose L. Canari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
INGENIERO EN GEOTECNIA
R.U.C. 20600141865



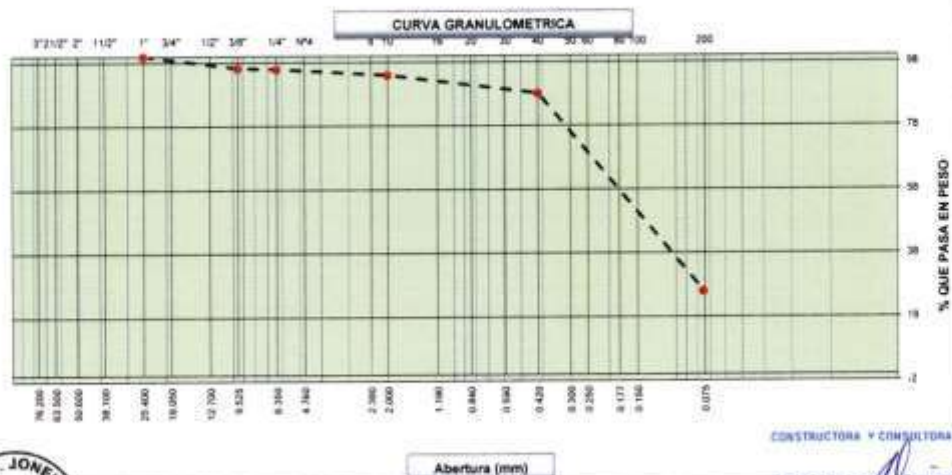
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(MTC E-107 / ASTM D-422, G-117 / AASHTO T-27, T-88)

SOLICITANTES	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN	TÉCNICO	LUGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
TESIS	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024	ING° RESP.	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA MARÍA, PROVINCIA DE HUÁURA, DEPARTAMENTO DE LIMA	FECHA	HUÁURA, 15 DE ENERO DEL 2025
CALICATA	C-2	N° ENSAYO	122-2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	0.05 - 1.50 m.		
PTO. MUESTREO	1.50 m		
MUESTRA	M-2		
ADICIÓN DE C.B.C.A	13.00%		

Tamizos ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificación	Descripción
5"	127.000						1. <u>Peso de Material</u>
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) 2.689
3"	76.200						Peso Fracción Fina Para Lavar (gr) 500.0
2 1/2"	63.500						2. <u>Características</u>
2"	50.800						Adición C.B.C.A. (%) 13.00%
1 1/2"	37.500						Tamaño Máximo 1"
1"	25.400				100.0		Tamaño Máximo Nominal 2 1/4"
3/4"	19.000	17	0.8	0.8	99.2		Grava (%) 4.3
1/2"	12.500	81	2.5	3.3	96.7		Areña (%) 85.6
3/8"	9.500	8	0.4	3.7	96.3		Finos (%) 26.1
1/4"	6.350	8	0.4	4.0	96.0		Modulo de Finiza (%)
N° 4	4.750	5	0.3	4.3	95.7		3. <u>Clasificación</u>
N° 8	2.360						Límite Líquido (%) 24.5
N° 10	2.000	8.90	1.7	6.0	94.0		Límite Plástico (%) 15.5
N° 16	1.190						Índice de Plasticidad (%) 9.0
N° 20	0.850						Clasificación SUCS SC
N° 30	0.600						Clasificación AASHTO A-2-4 (0)
N° 40	0.425	30.29	5.8	11.8	88.3		
N° 50	0.300						
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.150	291.40	55.8	67.5	32.5		
N° 200	0.075	33.20	8.4	73.9	26.1		
Pasante		136.30	26.1	100.0			



Lugui J. Grados Astuquipan
LUGUI JEAN PIER GRADOS ASTUQUIPAN
TÉCNICO LABORATORISTA
MTC DE SUELOS Y CONCRETO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose L. Cañari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
INGENIERO DE CONSULTORIA
MTC DE SUELOS Y CONCRETO
R.U.C. 20600141865

Av. Coronel Portillo #216 - Huáura Teléfono 656-8935 Celular 996172418
Correo jl_canari@hotmail.com



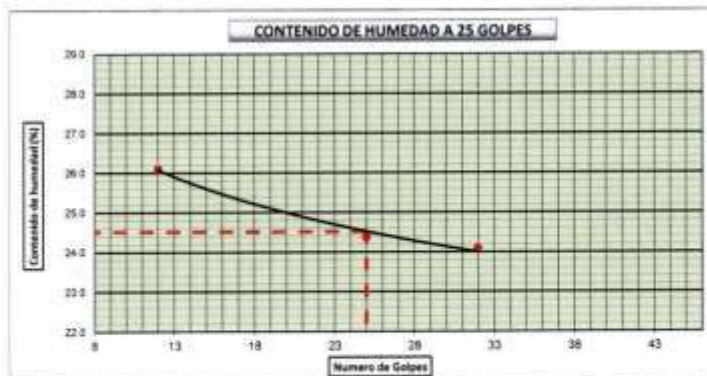
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
 CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
 CONSULTORIA N° C-64792
 R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO					
LIMITES DE CONSISTENCIA					
(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-99)					
SOLICITANTES	:	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN			
PROYECTO	:	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024			
UBICACIÓN	:	DISTRITO DE SANTA MARIA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA			
CALICATA	:	C-2			
PROFUNDIDAD	:	0.00 - 1.50 m.	TÉCNICO	:	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
PTO. MUESTREO	:	1.50 m	ING° RESP.	:	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
MUESTRA	:	M - 2	FECHA	:	HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025
ADICIÓN DE C.B.C.A	:	13.00%	N° ENSAYO	:	123-2025-LAB/MS-JONELTA

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO					
N° de Tamo		1	2	3	
Peso de Tamo + Suelo Humedo	gr.	32.11	35.17	33.87	
Peso de Tamo + Suelo Seco	gr.	29.69	32.28	31.13	
Peso de Tamo	gr.	20.42	20.43	20.59	
Peso de Agua	gr.	2.42	2.89	2.14	
Peso del Suelo Seco	gr.	9.27	11.85	10.54	Limite Liquido
Contenido de Humedad	%	26.11	24.39	24.10	24.52
Numero de Golpes		12	25	32	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD					
N° de Tamo		1	2		
Peso de Tamo + Suelo Humedo	gr.	21.88	21.88		
Peso de Tamo + Suelo seco	gr.	21.45	21.44		
Peso de Tamo	gr.	20.42	20.43		
Peso de Agua	gr.	0.18	0.18		
Peso de Suelo seco	gr.	1.03	1.01		Limite Plastico
Contenido de Humedad	%	15.12	15.96		15.54



Constantes Fisicas de la Muestra	
Limite Liquido	24.5
Limite Plastico	15.54
Indice de Plasticidad	8.96
Observaciones	
Pasante Tamiz N° 40	


 TÉCNICO
 LABORATORISTA
 LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
 TÉCNICO LABORATORISTA
 MEC. DE SUELOS Y CONCRETO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.
 JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 INGENIERO DE CONSULTORÍA
 INGENIERO DE SUELOS Y CONCRETO
 RUC: 20600141865



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

SOLICITANTES	:	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN	TÉCNICO	:	LUIQUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
PROYECTO	:	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR,	ING° RESP.	:	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	:	SANTA MARÍA - 2024	FECHA	:	HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025
CALICATA	:	DISTRITO DE SANTA MARIA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA	N° ENSAYO	:	124-2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	:	C-2			
PTO. MUESTREO	:	0.00 - 1.50 m.			
MUESTRA	:	1.50 m			
ADICION DE C.B.C.A	:	M - 2			
	:	13.00%			

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	1000.0	1000.0
Peso de la tara + muestra seca (gr)	988.2	988.3
Peso del agua contenida (gr)	11.8	11.7
Peso de la muestra seca (gr)	988.2	988.3
Contenido de Humedad (%)	1.2	1.2
Contenido de Humedad Promedio (%)	1.2	



Luiqui J. Grados Astuquipan
LUIQUI JEANPER GRADOS ASTUQUIPAN
TÉCNICO LABORATORISTA
MEC. DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENT.

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose L. Canari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
INGENIERO DE CONSULTORÍA
R.U.C. 20600141865
Reg. U.T. N° 0044805



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

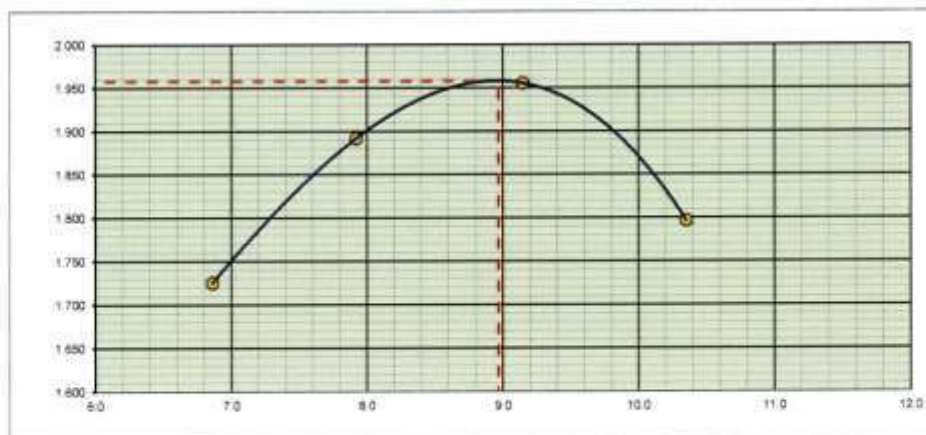
SOLICITANTES	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN	TÉCNICO	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024	ING° RESP	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA MARIA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA	FECHA	HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025
CALICATA	C-2	N° ENSAYO	125-2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50 m.		
PTO. MUESTREO	1.50 m		
MUESTRA	M - 2		
ADICION DE C.B.C.A	13.00%		

C.B.C.A.									
Moide N° 1	Diametro Moide	4"	6"		Volumen Moide	2093	m3	N° de capas	5
	Metodo	A	B	C	Peso Moide	7230	gr	N° de golpes	56 Glp
NUMERO DE ENSAYOS									
					1	2	3	4	
Peso Suelo + Moide	gr				11,089	11,503	11,697	11,380	
Peso Suelo Humido Compactado	gr				3,859	4,273	4,467	4,150	
Peso Volumetrico Humido	gr				1,844	2,042	2,134	1,983	
Recipiente Numero									
Peso Suelo Humido + Tara	gr				500	500	500	500	
Peso Suelo Seco + Tara	gr				467.9	463.3	458.1	452.1	
Peso de la Tara	gr								
Peso del agua	gr				32.1	36.7	41.9	46.9	
Peso del suelo seco	gr				468	463	458	453	
Contenido de agua	%				9.9	7.9	9.1	10.4	
Densidad Seca	gr/cc				1.725	1.882	1.955	1.797	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.958	(gr/cm3)	Humedad óptima	8.97	%
Densidad Máxima Seca Corregida		(gr/cm3)	Humedad óptima		%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



LUIGUI JEANPIER GRADOS ASTUQUIPAN
TECNICO LABORATORISTA
MEC. DE SUELOS CIVIL Y AMBIENTE

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C

JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
REGISTRO DE CONSULTORIA
C-64792
HUAURA 15 DE ENERO DEL 2025
Firma: [Firma]

Av. Coronel Portillo #266 - Huaura Teléfono 556-8935 Celular 996172418
Correo jl_canari@hotmail.com



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
 CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
 CONSULTORIA N° C-64792
 R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
 (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

SOLICITANTES	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN			TÉCNICO	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024			ING° RESP.	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA MARÍA, PROVINCIA DE HUAYRA, DEPARTAMENTO DE LIMA			FECHA	HUAYRA, 15 DE ENERO DEL 2025
CALICATA	C-2			N° ENSAYO	126-2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50 m.				
PTO. MUESTREO	1.50 m				
MUESTRA	M - 2				
ADICION DE C.B.C.A	13.00%				

CALCULO DEL CBR

Molde N°	18	18	17
Capas N°	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12163	12063	11900
Peso de molde (g)	7628	7664	7602
Peso del suelo húmedo (g)	4535	4499	4307
Volumen del molde (cm³)	2120	2123	2125
Densidad húmeda (g/cm³)	2.138	2.119	2.027
Tara (N°)			
Peso suelo húmedo + tara (g)	300.0	300.0	300.0
Peso suelo seco + tara (g)	275.3	275.3	275.3
Peso de tara (g)			
Peso de agua (g)	24.7	24.7	24.7
Peso de suelo seco (g)	275.3	275.3	275.3
Contenido de humedad (%)	9.0	9.0	9.0
Densidad seca (g/cm³)	1.963	1.945	1.860

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

PENETRACION

PENETRACION	CARGA	MOLDE N°	M-18		MOLDE N°		M-19		MOLDE N°		M-17	
			STAND.	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION			
mm	pulg.	kg/cm²	Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%	
0.000	0.000		0	0		0	0		0	0		
0.635	0.025		12	86		10	72		7	45		
1.270	0.050		32	164		20	151		10	72		
1.905	0.075		20	217		27	204		18	111		
2.540	0.100	79.485	49	375	-	34	257	-	20	151	-	
3.810	0.150		75	573		48	349		27	204		
5.080	0.200	106.68	94	717	-	56	454	-	35	296	-	
6.350	0.250		121	927		75	573		51	388		
7.620	0.300		143	1098		86	651		58	507		
10.160	0.400		190	1464.1		112	861.5		69	756.5		
12.700	0.500											

OBSERVACIONES : Anillo:



TECNICO
 LABORATORISTA
 LUIGUI JEANPIER GRADOS ASTUQUIPAN
 TECNICO LABORATORISTA
 REC. DE S.F. 25/01/2025

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.
 JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 INGENIERO CIVIL Y CONSULTOR TECNICO
 REC. DE S.F. 15/01/2025
 REC. DE S.F. 15/01/2025



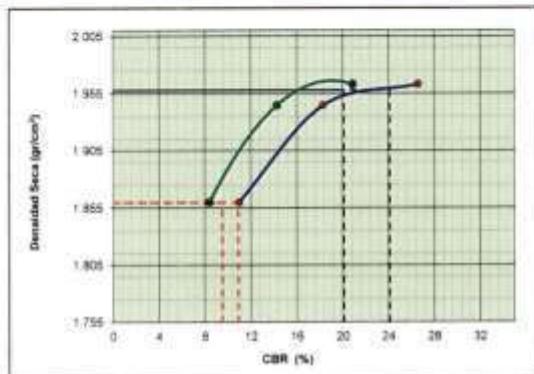
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1583 / AASHTO T-193)

SOLICITANTES	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN
PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARIA - 2024
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA MARIA, PROVINCIA DE HUAYRA, DEPARTAMENTO DE LIMA
CALICATA	C-2
PROFUNDIDAD	0.30 - 1.50 m.
PTO. MUESTREO	1.60 m
MUESTRA	M - 2
ADICIÓN DE C.B.C.A	13.00%
TÉCNICO	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
ING° RESP.	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
FECHA	HUAYRA, 15 DE ENERO DEL 2025
N° ENSAYO	127-2025-LAB/MS-JONELTA

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR

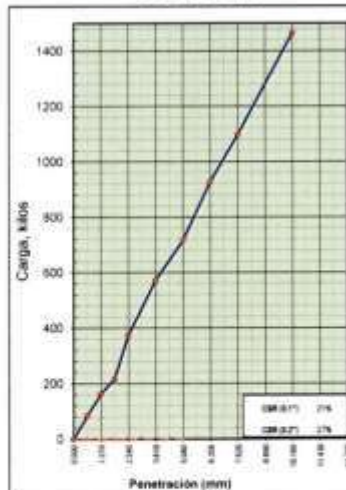


METODO DE COMPACTACION	AASHTO T-193
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.958
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.9
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.860

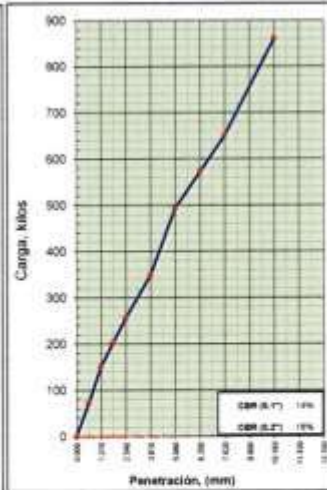
RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	20.1 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	9.91 %
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	24.1 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	10.88 %

OBSERVACIONES:

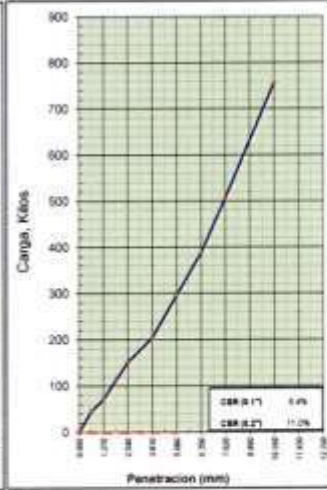
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Luigi J. Grados Astuquipan
LUIGI JEAN PER GRADOS ASTUQUIPAN
TÉCNICO LABORATORISTA
MTC DE SUELOS Y CONCRETO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.
Jose L. Cañari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
INGENIERO DE CONSULTORIA
MTC DE SUELOS Y CONCRETO
R.U.C. 20600141865



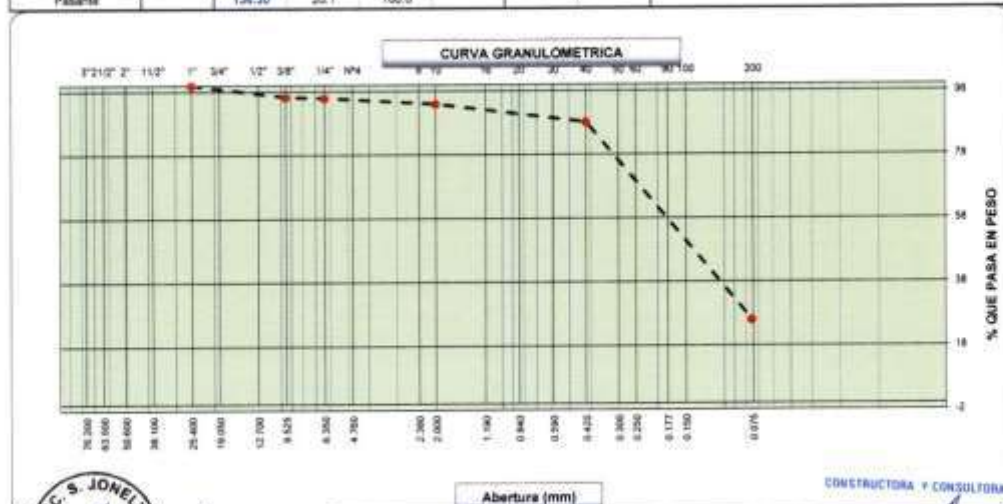
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
 CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C
 CONSULTORIA N° C-64792
 R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

SOLICITANTES	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN	TÉCNICO	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
TESIS	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024	ING° RESP.	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA MARÍA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA	FECHA	HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025
CALICATA	C-2	N° ENSAYO	128-2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50 m.		
PTO. MUESTREO	1.50 m		
MUESTRA	M-3		
ADICIÓN DE C.B.C.A	13.00%		

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificación	Descripción
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) 2.088
3"	75.000						Peso Fracción Fina Para Lavir (gr) 500.0
2 1/2"	60.300						2. Características
2"	50.800						Adición C.B.C.A. (%) 13.00%
1 1/2"	37.500						Tamaño Máximo 1"
1"	25.400				100.0		Tamaño Máximo Nominal 3/4"
3/4"	19.000	16.90	0.8	0.8	99.2		Grava (%) 4.3
1/2"	12.700	81.30	2.5	3.3	96.7		Arena (%) 69.8
3/8"	9.520	8.30	0.4	3.7	96.3		Fines (%) 26.1
1/4"	6.350	7.80	0.4	4.0	96.0		Modulo de Finesa (%)
N° 4	4.750	8.20	0.3	4.3	95.7		3. Clasificación
N° 8	2.360						Limite Líquido (%) 24.5
N° 10	2.000	8.90	1.7	6.0	94.0		Limite Plástico (%) 15.8
N° 18	1.190						Indice de Plasticidad (%) 8.8
N° 20	0.850						Clasificación SUCS SC
N° 30	0.600						Clasificación AASHTO A-3-4 (0)
N° 40	0.425	30.20	5.8	11.8	88.2		
N° 50	0.300						
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.150	291.40	55.8	67.5	32.5		
N° 200	0.075	33.20	6.4	73.9	26.1		
Pasante		136.30	26.1	100.0			




LUIGUI JEANPER GRADOS ASTUQUIPAN
 TECNICO LABORATORISTA
 MEC DE SUELOS Y CONCRETO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE CONSULTORES
 N° 04702
 INGE. PROF. M.C. CIVIL
 PREC. 11/10/2018-2025

Av. Coronel Portillo #216 - Huaura Teléfono 656-8935 Celular 996172418
 Correo jl_canari@hotmail.com



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
 CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
 CONSULTORIA N° C-64792
 R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
LIMITES DE CONSISTENCIA
(MTC E-110, 111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-99)

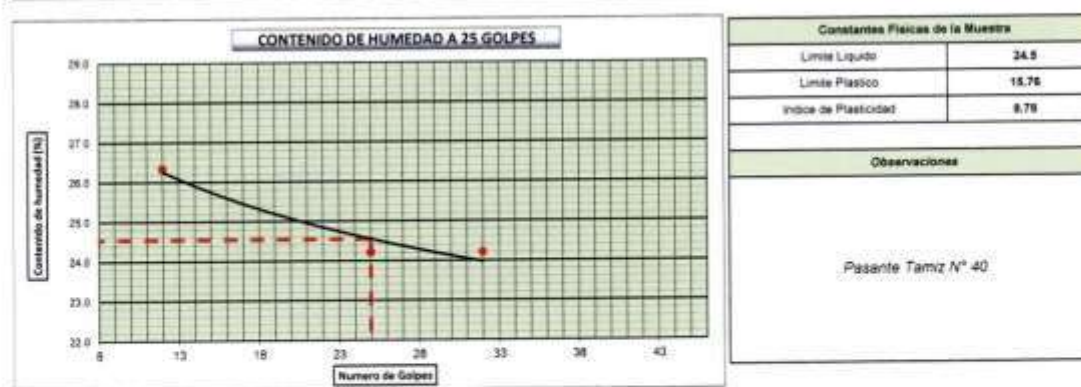
SOLICITANTES	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN	TÉCNICO	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024	ING° RESP.	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA MARIA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA	FECHA	HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025
CALICATA	C-2	N° ENSAYO	129-2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50 m.		
PTO. MUESTREO	1.50 m		
MUESTRA	M - 3		
ADICION DE C.B.C.A	13.00%		

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tamo		1	2	3	
Peso de Tamo + Suelo Humedo	gr.	32.12	36.15	33.67	
Peso de Tamo + Suelo Seco	gr.	29.68	32.28	31.12	
Peso de Tamo	gr.	20.42	20.43	20.59	
Peso de Agua	gr.	2.44	2.87	2.55	
Peso del Suelo Seco	gr.	9.26	11.85	10.53	
Contenido de Humedad	%	26.35	24.22	24.22	Límite Líquido
Número de Golpes		12	25	32	24.55

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tamo		1	2	
Peso de Tamo + Suelo Humedo	gr.	21.60	21.60	
Peso de Tamo + Suelo seco	gr.	21.44	21.44	
Peso de Tamo	gr.	20.42	20.43	
Peso de Agua	gr.	0.16	0.16	
Peso de Suelo seco	gr.	1.02	1.01	
Contenido de Humedad	%	15.57	15.96	Límite Plástico
				15.76





CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 INGENIERO DE CONSULTORIA
 REG. N° 129-2025-LAB/MS-JONELTA
 PRESENTE POR ENCARGO

 LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC CONSULTORIA N° C-64792 R.U.C. 20600141865 	
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO CONTENIDO DE HUMEDAD (MTC E-108 / ASTM D-2216)	
SOLICITANTES :	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN
PROYECTO :	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAJO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARIA - 2024
UBICACIÓN :	DISTRITO DE SANTA MARIA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA
CALICATA :	C-2
PROFUNDIDAD :	0.00 - 1.50 m.
PTO. MUESTREO :	1.50 m
MUESTRA :	M - 3
ADICION DE C.B.C.A :	13.00%
TECNICO :	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
ING° RESP. :	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
FECHA :	HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025
N° ENSAYO :	130-2025-LAB/MS-JONELTA

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripcion	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	1000.0	1000.0
Peso de la tara + muestra seca (gr)	988.2	988.3
Peso del agua contenida (gr)	11.8	11.7
Peso de la muestra seca (gr)	988.2	988.3
Contenido de Humedad (%)	1.2	1.2
Contenido de Humedad Promedio (%)	1.2	



Luigi J. G. A.
 LUIGUI JEANPER GRADOS ASTUQUIPAN
 TECNICO LABORATORISTA
 MTC X 9.1.1.25.0 - 4701 Y 4702

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.
Jose L. Canari Ravichagua
 JOSE LUIS CANARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE INGENIEROS
 N° 34702
 INGENIERO EN CIVIL
 R.U.C. 20600141865



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-99)

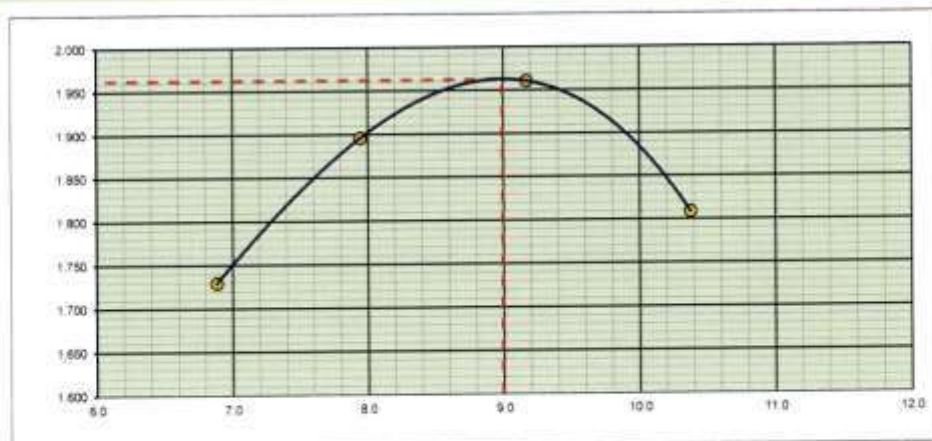
SOLICITANTES	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN	TÉCNICO	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024	ING° RESP.	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA MARÍA, PROVINCIA DE HUAYRA, DEPARTAMENTO DE LIMA	FECHA	HUAYRA, 15 DE ENERO DEL 2025
CAUCATA	C-2	N° ENSAYO	131-2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50 m.		
PTO. MUESTREO	1.50 m		
MUESTRA	M - 3		
ADICION DE C.B.C.A	13.00%		

Molde N° 1	Diametro Molde	4"	6"	Volumen Molde	2000	m3	N° de capas	5
Metodo	A	B	C	Peso Molde	7230	gr	N° de golpes	56 Glp
NUMERO DE ENSAYOS								
Peso Suelo + Molde	gr	11,099	11,513	11,710	11,409			
Peso Suelo Humedo Compactado	gr	3,809	4,283	4,480	4,179			
Peso Volumetrico Humedo	gr	1,849	2,046	2,140	1,997			
Recapeta Numero		-	-	-	-			
Peso Suelo Humedo + Tara	gr	500	500	500	500			
Peso Suelo Seco + Tara	gr	467.8	463.2	458.0	453.0			
Peso de la Tara	gr							
Peso del agua	gr	32.2	36.8	42.0	47.0			
Peso del suelo seco	gr	408	463	458	453			
Contenido de agua	%	5.9	7.9	9.2	10.4			
Densidad Seca	gr/cc	1.729	1.896	1.961	1.809			

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.963	(gr/cm3)	Humedad Óptima	9.0	%
Densidad Máxima Seca Corregida		(gr/cm3)	Humedad Óptima		%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



TECNICO
LABORATORISTA
LUIGUI JEAN PER GRADOS ASTUQUIPAN
TECNICO LABORATORISTA
MEC. DE SUELOS Y CONCRETO Y PAVIMENTOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
REGISTRADO CONSULTOR
N° 13177
PROM. 13177-747-0000000

Av. Coronel Portillo #265 - Huayra Teléfono 656-8935 Celular 996172418
Correo jl_canari@hotmail.com

	LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC CONSULTORIA N° C-64792 R.U.C. 20600141865												
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO													
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)													
SOLICITANTES	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN												
PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024												
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA MARÍA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA												
CALICATA	C-2	TÉCNICO : LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN											
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50 m.	ING° RESP. : JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA											
PTO. MUESTREO	1.50 m	FECHA : HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025											
MUESTRA	M - 3	N° ENSAYO : 132-2025-LAB/MS-JONELTA											
ADICION DE C.B.C.A	132-2025-LAB/MS-JONELTA												
CALCULO DEL CBR													
Molde N°	18	19	17										
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)	12163		12063		11502								
Peso de molde (g)	7628		7564		7602								
Peso del suelo húmedo (g)	4535		4499		4320								
Volumen del molde (cm³)	2120		2123		2125								
Densidad húmeda (g/cm³)	2.139		2.119		2.033								
Tara (N°)													
Peso suelo húmedo + tara (g)	300.0		300.0		300.0								
Peso suelo seco + tara (g)	275.2		275.2		275.2								
Peso de tara (g)													
Peso de agua (g)	24.8		24.8		24.8								
Peso de suelo seco (g)	275.2		275.2		275.2								
Contenido de humedad (%)	9.0		9.0		9.0								
Densidad seca (g/cm³)	1.962		1.944		1.865								
EXPANSION													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
NO EXPANSIVO													
PENETRACION													
PENETRACION		CARGA	MOLDE N°	M-18		MOLDE N°		M-19		MOLDE N°		M-17	
		STAND.	CARGA	CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
mm	pulg.	kg/cm2	Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0	0		0	0			0	0		
0.635	0.025		11	80		10	68			6	43		
1.270	0.050		21	156		19	143			10	68		
1.905	0.075		27	206		26	193			15	105		
2.540	0.100	70.455	47	356	19.8	32	243	13.5		19	143	8.0	
3.810	0.150		71	544		44	331			26	193		
5.080	0.200	105.88	89	661	25.3	61	489	17.4		37	281	10.4	
6.350	0.250		115	881		71	544			48	369		
7.620	0.300		136	1043		81	619			63	481		
10.160	0.400		181	1390.9		107	819.3			94	718.4		
12.700	0.500												
OBSERVACIONES :		Anillo:											
													
LAB. MEC. S. JONELTA SAC		CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.											
TECNICO LABORATORISTA		JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA											
LABORATORISTA		REGISTRADO NACIONAL											
MTC DE SUELOS Y CONCRETO		Firma: [Firma]											



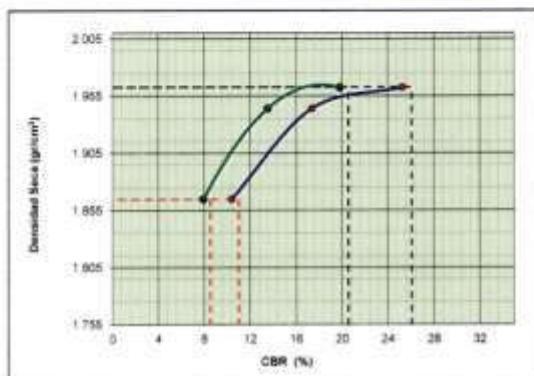
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1583 / AASTHO T-193)

SOLICITANTES	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN	TÉCNICO	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR,	ING° RESP.	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	SANTA MARIA - 2024	FECHA	HUAURA, 16 DE ENERO DEL 2025
CALICATA	DISTRITO DE SANTA MARIA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA	N° ENSAYO	133-2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	C-2		
PTO. MUESTREO	0.00 - 1.50 m.		
MUESTRA	1.50 m		
ADICIÓN DE C.B.C.A	M - 3		
	13.00%		

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



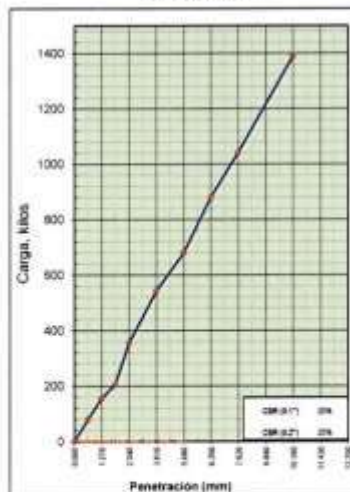
METODO DE COMPACTACION	AASHTO T-155
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.963
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.0
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.885

RESULTADOS:

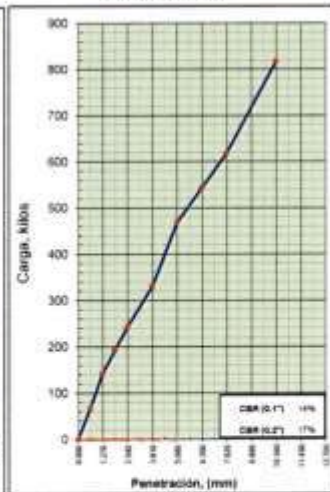
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	=	20.6	%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	=	8.54	%
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	=	25.1	%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	=	11.00	%

OBSERVACIONES:

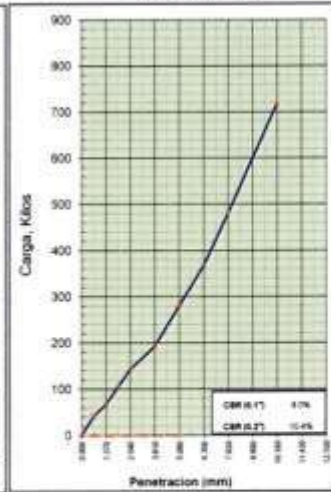
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Luigui J. Grados Astuquipan
LUIGUI JEANPER GRADOS ASTUQUIPAN
TÉCNICO LABORATORISTA
MTC E-132, 25.01.10 y 19.01.10

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose L. Canari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
INGENIERO DE CONSULTOR
MTC E-132, 25.01.10 y 19.01.10
RUC: 20600141865



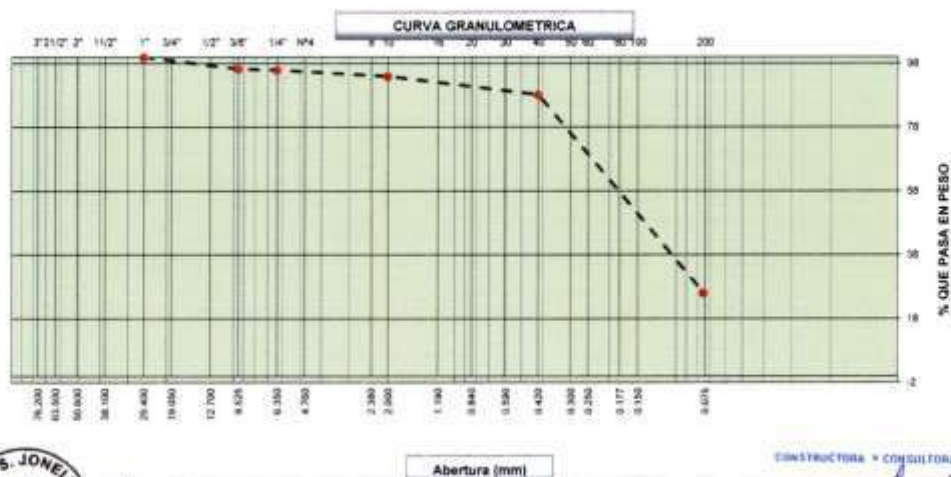
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(MTC E-167 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

SOLICITANTES	:	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN	TÉCNICO	:	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
TESIS	:	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024	ING° RESP.	:	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	:	DISTRITO DE SANTA MARÍA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA	FECHA	:	HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025
CALICATA	:	C-2	N° ENSAYO	:	134-2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	:	0.00 - 1.50 m.			
PTO. MUESTREO	:	1.50 m			
MUESTRA	:	M-1			
ADICION DE C.B.C.A	:	16.00%			

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material en Especificación	Descripción
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) 2.083
3"	76.200						Peso Fracción Fina Para Lavar (gr) 600.0
2 1/2"	63.500						2. Características
2"	50.800						Adición C.B.C.A. (%) 16.00%
1 1/2"	37.500						Tamaño Máximo 1"
1"	25.400				100.0		Tamaño Máximo Nominal 3/4"
3/4"	19.000	16.9	0.8	0.8	99.2		Grava (%) 4.3
1/2"	12.700	81.3	2.5	3.3	96.7		Arena (%) 69.6
3/8"	9.500	8.2	0.4	3.7	96.3		Finos (%) 26.1
1/4"	6.350	7.8	0.4	4.0	96.0		Modulo de Fineza (%)
N° 4	4.750	8.2	0.3	4.3	95.7		3. Clasificación
N° 8	2.360						Limite Líquido (%) 23.9
N° 10	2.000	8.8	1.7	6.0	94.0		Limite Plástico (%) 15.3
N° 16	1.190						Índice de Plasticidad (%) 8.6
N° 20	0.850						Clasificación SUCS SC
N° 30	0.600						Clasificación AASHTO A-2-4 (F)
N° 40	0.420	35.2	3.8	11.8	88.2		
N° 50	0.300						
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.150	291.4	55.8	57.5	32.5		
N° 200	0.075	33.2	6.4	73.9	26.1		
Pasante		136.30	26.1	100.0			



Luigi G. A.
LUIGI JEAN PIER GRADOS ASTUQUIPAN
TÉCNICO LABORATORISTA
MTC DE SUELOS Y CONCRETO

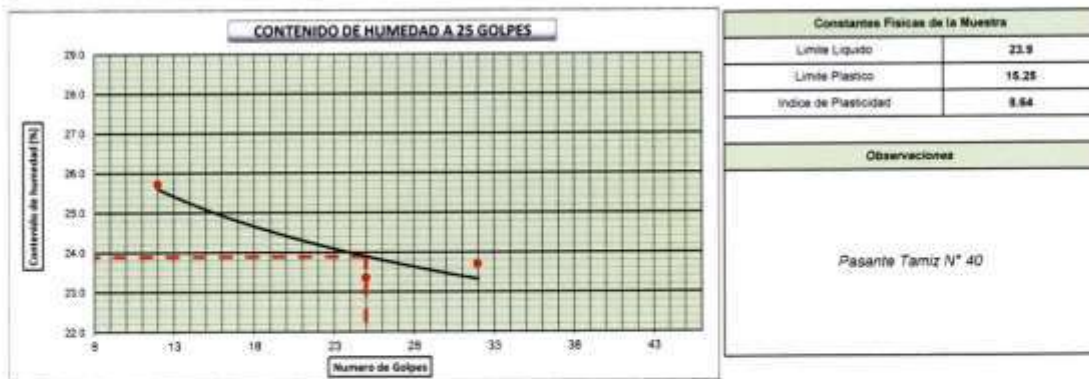
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
INGENIERO DE SUELOS Y FUNDACIONES
R.U.C. 20600141865

Av. Coronel Portillo #216 - Huaura Teléfono 556-8935 Celular 996172418
Correo jl_canari@hotmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO					
LÍMITES DE CONSISTENCIA					
(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-99, T-89)					
SOLICITANTES	:	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN			
PROYECTO	:	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024.			
UBICACIÓN	:	DISTRITO DE SANTA MARIA, PROVINCIA DE HUALURA, DEPARTAMENTO DE LIMA			
CALICATA	:	C-2			
PROFUNDIDAD	:	0.00 - 1.50 m.	TÉCNICO	:	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
PTO. MUESTREO	:	1.50 m	ING° RESP.	:	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
MUESTRA	:	M - 1	FECHA	:	HUALURA, 15 DE ENERO DEL 2025
ADICION DE C.B.C.A	:	16.00%	N° ENSAYO	:	135-2025-LAB/MS-JONELTA

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO					
N° de Tarro		1	2	3	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	32.00	36.00	33.68	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	29.83	32.34	31.09	
Peso de Tarro	gr.	20.42	20.43	20.99	
Peso de Agua	gr.	2.37	2.76	2.49	
Peso del Suelo Seco	gr.	9.21	11.81	10.90	Límite Líquido
Contenido de Humedad	%	25.75	23.37	23.71	23.90
Numero de Golpes		12	25	32	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD					
N° de Tarro		1	2		
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	21.68	21.27		
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	21.44	21.16		
Peso de Tarro	gr.	20.42	20.43		
Peso de Agua	gr.	0.16	0.11		
Peso de Suelo seco	gr.	1.02	0.73		Límite Plástico
Contenido de Humedad	%	14.71	15.80		15.25



 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C CONSULTORIA N° C-64792 R.U.C. 20600141865 	
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO CONTENIDO DE HUMEDAD (MTC E-108 / ASTM D-2216)	
SOLICITANTES	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN
PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA MARÍA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA
CALICATA	C-2
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50 m.
PTO. MUESTREO	1.50 m
MUESTRA	M - 1
ADICIÓN DE C.B.C.A	16.00%
TÉCNICO	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
ING° RESP.	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
FECHA	HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025
N° ENSAYO	138-2025-LAB/MS-JONELTA

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	1000.0	1000.0
Peso de la tara + muestra seca (gr)	988.2	988.3
Peso del agua contenida (gr)	11.8	11.7
Peso de la muestra seca (gr)	988.2	988.3
Contenido de humedad (%)	1.2	1.2
Contenido de Humedad Promedio (%)	1.2	



Luigi J. Grados Astuquipan
LUIGUI JEAN PIER GRADOS ASTUQUIPAN
 TÉCNICO LABORATORISTA
 MEC. DE SUELOS Y CONCRETO Y PAVIMENTOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C
Jose L. Cañari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 INGENIERO CIVIL Y CONSULTOR TÉCNICO
 RUC: 20470201000
 DISTRITO DE SANTA MARÍA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA
 RUC: 20600141865



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 696 / AASHTO T-150)

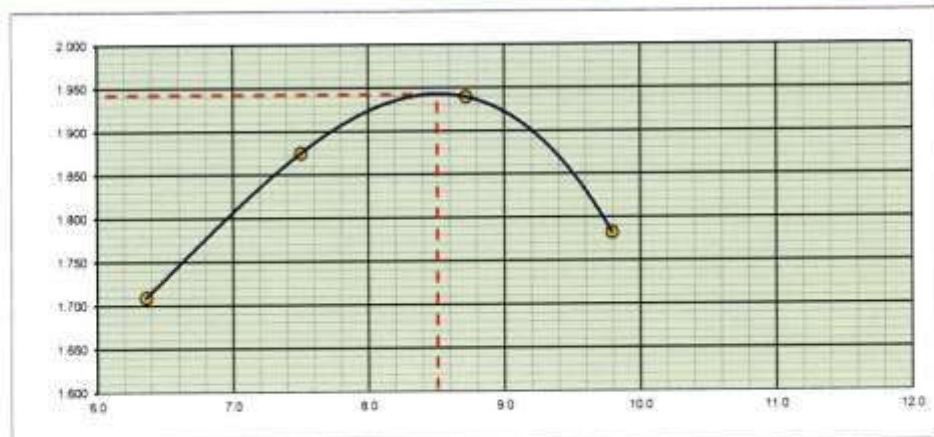
SOLICITANTES	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN	TÉCNICO	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024	ING° RESP.	JOSE L. CAÑARI RAYCHAGUA
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA MARÍA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA	FECHA	HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025
CALCATA	C-2	N° ENSAYO	137-2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50 m.		
PTO. MUESTREO	1.50 m		
MUESTRA	M - 1		
ADICION DE C.B.C.A	16.00%		

Molde N° 1	Diametro Molde	4"	6"		Volumen Molde	2093	m3	N° de capas	5
Metodo	A	B	C	Peso Molde	7230	gr	N° de golpes	56 Gp.	
NUMERO DE ENSAYOS									
Peso Suelo + Molde	gr	11.035	11.449	11.643	11.326				
Peso Suelo Humedo Compactado	gr	3.805	4.219	4.413	4.096				
Peso Volumetrico Humedo	gr	1.818	2.016	2.108	1.957				
Recipiente Numero									
Peso Suelo Humedo + Tara	gr	590	500	500	500				
Peso Suelo Seco + Tara	gr	479.1	485.1	485.9	455.4				
Peso de la Tara	gr								
Peso del agua	gr	29.9	34.9	40.1	44.6				
Peso del suelo seco	gr	470	485	490	455				
Contenido de agua	%	6.4	7.5	8.7	9.8				
Densidad Seca	gr/cm3	1.709	1.875	1.939	1.782				

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.943	(gr/cm3)	Humedad óptima	8.5	%
Densidad Máxima Seca Corregida		(gr/cm3)	Humedad óptima		%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



Luis J. Grados Astuquipan
LUIGUI JEANPIER GRADOS ASTUQUIPAN
TECNICO LABORATORISTA
MTC E-115, E-116 / ASTM D-1557, D-696 / AASHTO T-150

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose L. Canari Raychagua
JOSE LUIS CAÑARI RAYCHAGUA
PRESIDENTE DE CONSULTORIA
C-64792
PROYECTO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR
SANTA MARÍA - 2024

Av. Coronel Portillo #266 - Huaura Teléfono 656-8935 Celular 996172418
Correo jl_canari@hotmail.com



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-122 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

SOLICITANTES	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN	TÉCNICO	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARIA - 2024	ING° RESP.	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA MARIA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA	FECHA	HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025
CALCATA	C-2	N° ENSAYO	136-2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	0.60 - 1.50 m.		
PTO. MUESTREO	1.50 m		
MUESTRA	M - 1		
ADICIÓN DE C.B.C.A	16.02%		

CALCULO DEL CBR

Molde N°	18		19		17	
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)	12097		11974		11858	
Peso de molde (g)	7628		7564		7602	
Peso del suelo húmedo (g)	4469		4410		4256	
Volumen del molde (cm³)	2120		2123		2125	
Densidad húmeda (g/cm³)	2.108		2.077		2.003	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	300.0		300.0		300.0	
Peso suelo seco + tara (g)	276.5		276.5		276.5	
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)	23.5		23.5		23.5	
Peso de suelo seco (g)	276.5		276.5		276.5	
Contenido de humedad (%)	8.5		8.5		8.5	
Densidad seca (g/cm³)	1.943		1.915		1.846	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

NO EXPANSIVO

PENETRACION

PENETRACION		CARGA	MOLDE N°		M-18		MOLDE N°		M-19		MOLDE N°		M-17	
		STAND.	CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION				
mm	pulg.	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0.636	0.025		8	62			8	52			8	52		
1.270	0.050		17	121			15	111			8	52		
1.905	0.075		22	160			20	150			11	81		
2.540	0.100	79.455	37	279	-	15.5	25	190	-	10.5	15	111	-	6.2
3.810	0.150		56	426			34	269			20	150		
5.080	0.200	105.68	70	535	-	19.8	48	367	-	13.5	26	219	-	8.1
6.350	0.250		90	692			56	426			38	288		
7.620	0.300		107	819			64	485			50	377		
10.160	0.400		142	1094.0			84	642.7			74	564.0		
12.700	0.500													

OBSERVACIONES : Anillo:



LUIGUI JEAN PER GRADOS ASTUQUIPAN
TÉCNICO LABORATORISTA
MTC DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C

JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
INGENIERO DE CONSULTORIA
R.U.C. 20600141865
MTC DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO



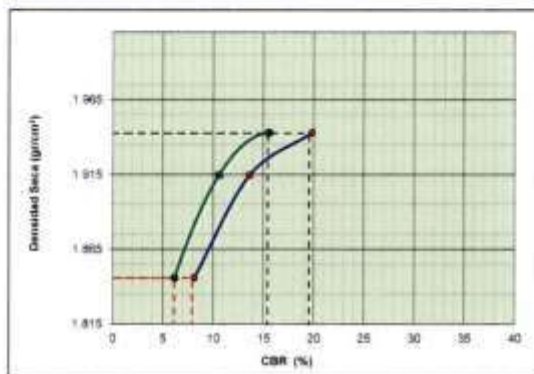
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1583 / AASTHO T-193)

SOLICITANTES	: BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN
PROYECTO	: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SANTA MARÍA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA
CALICATA	: C-2
PROFUNDIDAD	: 0.00 - 1.50 m.
PTO. MUESTREO	: 1.50 m
MUESTRA	: M - 1
ADICION DE C.B.C.A	: 16.00%
TÉCNICO	: LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
ING° RESP.	: JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
FECHA	: HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025
N° ENSAYO	: 139-2025-LAB/MS-JONELTA

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



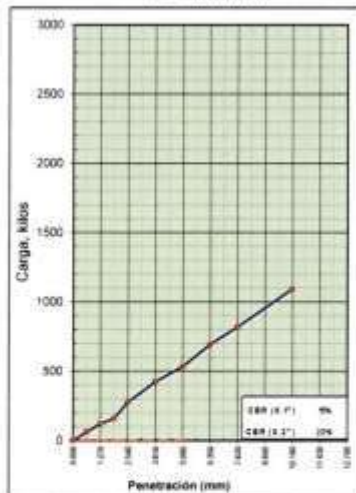
METODO DE COMPACTACION	: AASTHO T-193
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.943
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 8.5
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.846

RESULTADOS:

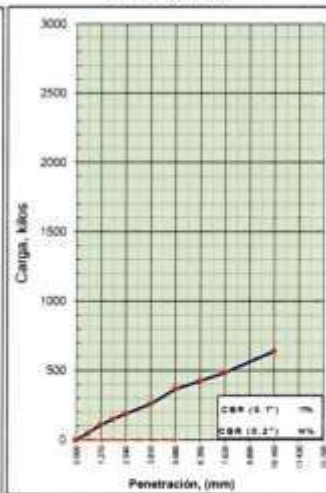
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	=	15.4	%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	=	8.14	%
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	=	19.5	%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	=	7.92	%

OBSERVACIONES:

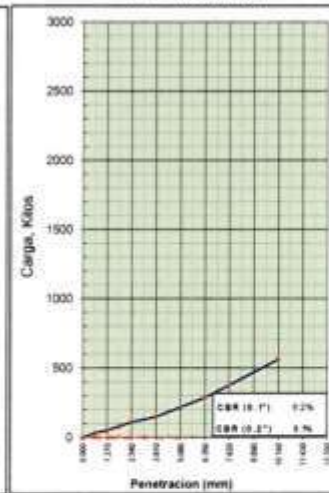
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Luigui J. Grados Astuquipan
LUIGUI JEAN PIER GRADOS ASTUQUIPAN
TÉCNICO LABORATORISTA
MEC. DE SUELOS Y CONCRETO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C

Jose L. Cañari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
INGENIERO CIVIL
REG. PROF. N° 0004879



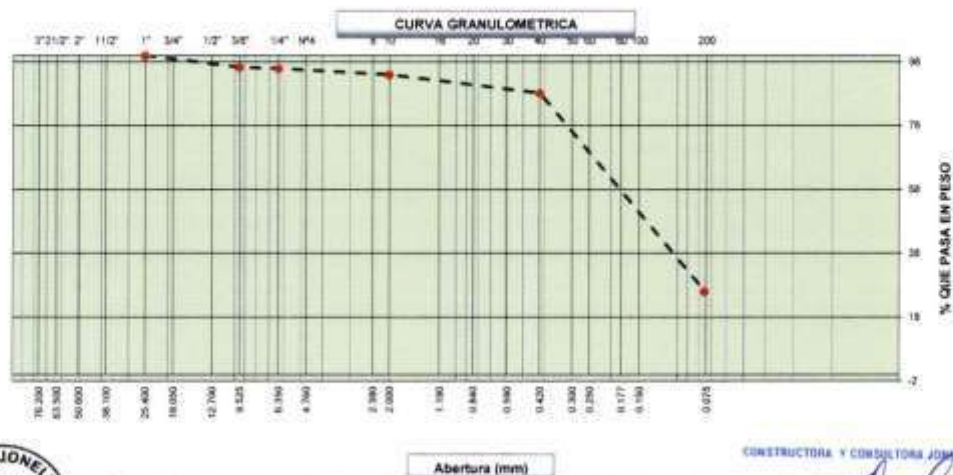
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

SOLICITANTES	:	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMÍREZ KEVIN.	TÉCNICO	:	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
TESIS	:	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024	ING° RESP.	:	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	:	DISTRITO DE SANTA MARÍA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA	FECHA	:	HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025
CAICATA	:	C-2	N° ENSAYO	:	140-2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	:	0.00 - 1.50 m.			
PTO. MUESTREO	:	1.50 m			
MUESTRA	:	M-2			
ADICIÓN DE C.B.C.A.	:	16.00%			

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificación	Descripción
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) 2.083
3"	76.200						Peso Fracción Fina Para Lavado (gr) 500.0
2 1/2"	63.500						2. Características
2"	50.800						Adición C.B.C.A. (%) 16.00%
1 1/2"	37.500						Tamaño Máximo 1"
1"	25.400				100.0		Tamaño Máximo Nominal 3/4"
3/4"	19.000	16.9	0.8	0.8	99.2		Grava (%) 4.3
1/2"	12.700	81.3	2.5	3.3	96.7		Areña (%) 69.8
3/8"	9.500	8.2	0.4	3.7	96.3		Finos (%) 26.1
1/4"	6.350	7.8	0.4	4.0	96.0		Modulo de Fineza (%)
N° 4	4.750	6.2	0.3	4.3	95.7		3. Clasificación
N° 8	2.360						Límite Líquido (%) 23.8
N° 10	2.000	6.8	1.7	6.0	94.0		Límite Plástico (%) 15.3
N° 16	1.190						Índice de Plasticidad (%) 8.5
N° 20	0.850						Clasificación SUCS SC
N° 30	0.600						Clasificación AASHTO A-2-4 (F)
N° 40	0.420	35.2	5.8	11.8	88.2		
N° 50	0.300						
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.150	251.4	55.8	67.5	32.5		
N° 200	0.075	33.3	6.4	73.9	26.1		
Pasante		126.30	26.1	100.0			



TECNICO LABORATORISTA
Luigi J. Grados Astuquipan
LUIGI JEANPER GRADOS ASTUQUIPAN
TECNICO LABORATORISTA
MTC N° 11.15 4070 YAMENIT

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
INGENIERO CIVIL
INSCRITO EN EL C.O.V. N° 2064405

Av. Coronel Portillo #216 - Huaura Teléfono 656-8935 Celular 996172418
Correo jl_canari@hotmail.com



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
 CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
 CONSULTORIA N° C-64792
 R.U.C. 20600141865

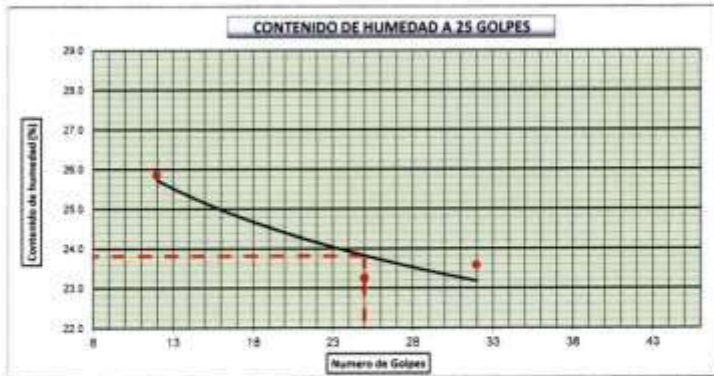


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
LÍMITES DE CONSISTENCIA
(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-99)

SOLICITANTES	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN	TÉCNICO	LUIQUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024	ING° RESP.	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA MARIA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA	FECHA	HUAURA, 16 DE ENERO DEL 2025
CALICATA	C-2	N° ENSAYO	141-2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50 m.		
PTO. MUESTREO	1.50 m		
MUESTRA	M - 2		
ADICION DE C.B.C.A	16.00%		

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO					
N° de Tarro		1	2	3	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	32.00	38.00	33.98	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	29.82	32.26	31.10	
Peso de Tarro	gr.	20.42	20.43	20.99	
Peso de Agua	gr.	2.38	2.75	2.48	
Peso del Suelo Seco	gr.	9.20	11.82	10.51	Limite Liquido
Contenido de Humedad	%	25.87	23.27	23.60	23.82
Numero de Golpes		12	25	32	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD					
N° de Tarro		1	2		
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	21.89	21.27		
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	21.48	21.18		
Peso de Tarro	gr.	20.42	20.43		
Peso de Agua	gr.	0.14	0.12		
Peso de Suelo seco	gr.	1.03	0.72		Limite Plastico
Contenido de Humedad	%	13.48	17.08		15.28



Constantes Fisicas de la Muestra	
Limite Liquido	23.8
Limite Plastico	15.28
Indice de Plasticidad	8.54
Observaciones	
Pasante Tamiz N° 40	

LAB. MEC. S. JONELTA SAC

TECNICO LABORATORISTA

LUIQUI JEAN PER GRADOS ASTUQUIPAN

TECNICO LABORATORISTA

REC. X. S. E. C. S. C. - H. T. O. P. N. M. T. C.

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA

REGISTRADO DE CONSULTOR

REC. X. S. E. C. S. C. - H. T. O. P. N. M. T. C.

 LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC CONSULTORIA N° C-64792 R.U.C. 20600141865 	
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO CONTENIDO DE HUMEDAD (MTC E-108 / ASTM D-2216)	
SOLICITANTES	: BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN
PROYECTO	: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR,
UBICACIÓN	: SANTA MARÍA - 2024
CALICATA	: DISTRITO DE SANTA MARIA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA
PROFUNDIDAD	: C-2
PTO. MUESTREO	: 0.00 - 1.50 m.
MUESTRA	: TÉCNICO : LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
ADICION DE C.B.C.A	: 1.50 m
	: ING° RESP. : JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
	: M - 2
	: FECHA : HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025
	: N° ENSAYO : 142-2025-LAB/MS-JONELTA

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	1000.0	1000.0
Peso de la tara + muestra seca (gr)	988.2	988.3
Peso del agua contenida (gr)	11.8	11.7
Peso de la muestra seca (gr)	988.2	988.3
Contenido de Humedad (%)	1.2	1.2
Contenido de Humedad Promedio (%)	1.2	



Luigi J. Grados Astuquipan

LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN

TECNICO LABORATORISTA

REC. A 9.1.25 PUNTO Y FIRMADO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.

Jose L. Cañari Ravichagua

JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA

INGENIERO DE CONSTRUCCION

REC. A 9.1.25 PUNTO Y FIRMADO



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
 CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.
 CONSULTORIA N° C-64792
 R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)
(MTC E-118, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

SOLICITANTES	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN	
PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024	
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA MARÍA, PROVINCIA DE HUAYRA, DEPARTAMENTO DE LIMA	
CALCATA	C-2	TÉCNICO : LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50 m.	ING° RESP. : JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
PTO. MUESTREO	1.50 m	FECHA : HUAYRA, 15 DE ENERO DEL 2025
MUESTRA	M - 2	N° ENSAYO : 143-2025-LAB/MS-JONELTA
ADICION DE C.B.C.A	16.00%	

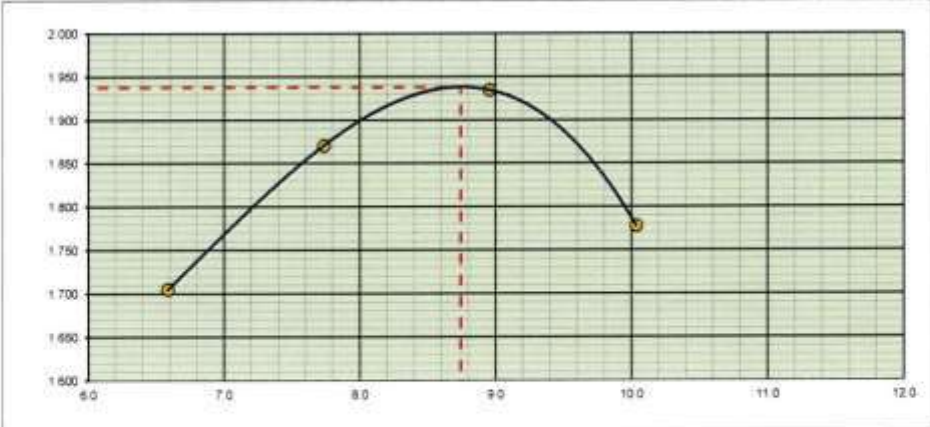
Molde N° 1	Diámetro Molde	4"	6"	Volumen Molde	2093	m3	N° de capas	5
Metodo		A	B	C	Peso Molde	7230	gr.	N° de golpes
								56 g/p

NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr. 11,034	11,448	11,642	11,325
Peso Suelo Humedo Compactado	gr. 3,804	4,218	4,412	4,095
Peso Volumetrico Humedo	gr. 1,817	2,015	2,108	1,957
Recipiente Numero	-	-	-	-
Peso Suelo Humedo + Tara	gr. 500	500	500	500
Peso Suelo Seco + Tara	gr. 469.1	484.1	458.9	454.4
Peso de la Tara	gr.			
Peso del agua	gr. 30.9	35.9	41.1	45.6
Peso del suelo seco	gr. 469	464	459	454
Contenido de agua	% 6.6	7.7	9.0	10.0
Densidad Seca	gr/m3 1.705	1.871	1.935	1.778

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.938	(gr/m3)	Humedad óptima	8.7	%
Densidad Máxima Seca Corregida		(gr/m3)	Humedad óptima		%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA





Luigui J. Grados Astuquipan
 LUIGUI JEAN PIER GRADOS ASTUQUIPAN
 TÉCNICO LABORATORISTA
 MEC. Y SUELOS CON. METO Y PAVIMENT.

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.
Jose Luis Cañari Ravichagua
 JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE CONSULTOR
 C.E. 04-102
 (PRESTA SERVICIO DE CONSULTOR)
 R.M. 01174 N° 00000000

Av. Coronel Portillo #266 - Huayra Teléfono 656-8935 Celular 996172418
 Correo jl_canari@hotmail.com



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-122 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

SOLICITANTES	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN	TÉCNICO	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024	ING° RESP.	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA MARÍA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA	FECHA	HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025
CALCATA	C-2	N° ENSAYO	144-2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50 m.		
PTO. MUESTREO	1.50 m		
MUESTRA	M - 2		
ADICIÓN DE C.B.C.A.	16.00%		

CALCULO DEL CBR

Molde N°	18		19		17	
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)	12094		11871		11854	
Peso de molde (g)	7628		7564		7602	
Peso del suelo húmedo (g)	4466		4407		4252	
Volumen del molde (cm³)	2120		2123		2125	
Densidad húmeda (g/cm³)	2.107		2.079		2.001	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo = tara (g)	300.0		300.0		300.0	
Peso suelo seco = tara (g)	276.0		276.0		276.0	
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)	24.0		24.0		24.0	
Peso de suelo seco (g)	276.0		276.0		276.0	
Contenido de humedad (%)	8.7		8.7		8.7	
Densidad seca (g/cm³)	1.938		1.910		1.841	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

NO EXPANSIVO

PENETRACION

PENETRACION		CARGA		MOLDE N°		M-18		MOLDE N°		M-19		MOLDE N°		M-17	
		STAND.	CARGA	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
mm	pulg.	kg/cm²													
0.000	0.000			0	0			0	0			0	0		
0.635	0.025			9	63			8	52			8	53		
1.270	0.050			17	123			15	113			8	53		
1.905	0.075			22	163			21	153			12	93		
2.540	0.100	79.455		27	203	-	15.7	26	193	-	10.7	15	113	-	6.3
3.810	0.150			37	433			36	263			21	153		
5.080	0.200	195.68		71	543	-	20.1	48	373	-	13.8	30	223	-	8.3
6.350	0.250			93	703			67	433			36	263		
7.620	0.300			128	832			68	493			50	383		
10.160	0.400			145	1110.8			85	652.6			75	572.8		
12.700	0.500														

OBSERVACIONES:

Anillo:



Luigi J. Grados Astuquipan
LUIGI JEAN PER GRADOS ASTUQUIPAN
TÉCNICO LABORATORISTA
MTC DE SUELOS Y CONCRETO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C

Jose L. Cañari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
INGENIERO CONSULTOR
MTC DE SUELOS Y CONCRETO
R.U.C. 20600141865



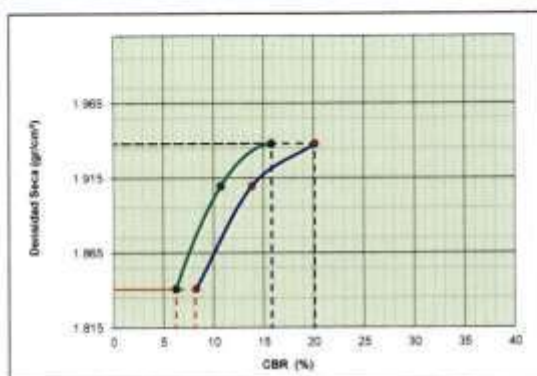
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

SOLICITANTES	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN	TÉCNICO	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024	ING° RESP.	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA MARÍA, PROVINCIA DE HUAYRA, DEPARTAMENTO DE LIMA	FECHA	HUAYRA, 16 DE ENERO DEL 2025
CALICATA	C-2	N° ENSAYO	145-2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	0.06 - 1.50 m.		
PTO. MUESTREO	1.50 m		
MUESTRA	M - 2		
ADICIÓN DE C.B.C.A	16.00%		

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



METODO DE COMPACTACION	AASHTO T-193
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.935
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.7
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.841

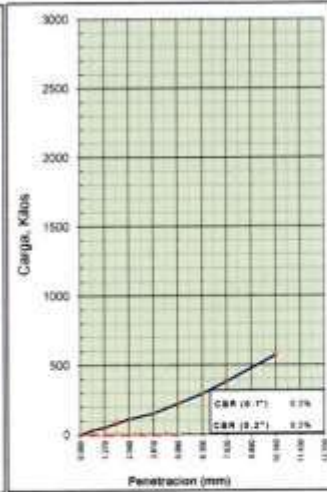
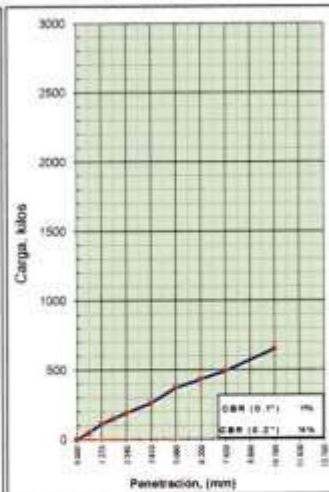
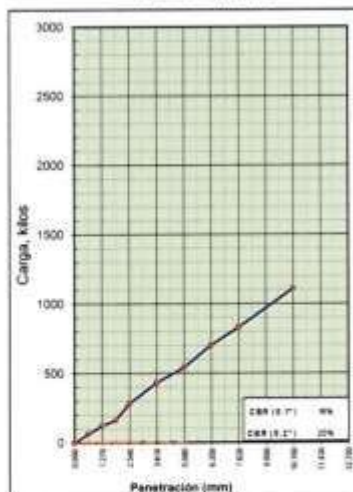
RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	19.8 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	6.29 %
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	20.1 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	8.18 %

OBSERVACIONES:

EC = 56 GOLPES

EC = 25 GOLPES

EC = 12 GOLPES



LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
TÉCNICO LABORATORISTA

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C

JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
INGENIERO DE CONSULTORIA



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
 CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
 CONSULTORIA N° C-64792
 R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO					
LÍMITES DE CONSISTENCIA					
(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-99)					
SOLICITANTES	:	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN			
PROYECTO	:	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARIA – 2024			
UBICACIÓN	:	DISTRITO DE SANTA MARIA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA			
CALICATA	:	C-2			
PROFUNDIDAD	:	0.00 - 1.50 m.	TÉCNICO	:	LUGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
PTO. MUESTREO	:	1.50 m	ING° RESP.	:	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
MUESTRA	:	M - 3	FECHA	:	HUAURA, 16 DE ENERO DEL 2025
ADICION DE C.B.C.A	:	16.00%	N° ENSAYO	:	147-2025-LAB/MS-JONELTA

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO					
N° de Tarro		1	2	3	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	32.00	35.03	33.58	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	29.61	32.28	31.10	
Peso de Tarro	gr.	20.42	20.43	20.59	
Peso de Agua	gr.	2.39	2.78	2.48	
Peso del Suelo Seco	gr.	9.19	11.82	10.51	Limite Liquido
Contenido de Humedad	%	26.01	23.32	23.60	23.94
Numero de Golpes		12	25	32	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD					
N° de Tarro		1	2		
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	21.58	21.27		
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	21.43	21.17		
Peso de Tarro	gr.	20.42	20.43		
Peso de Agua	gr.	0.16	0.11		
Peso de Suelo seco	gr.	1.01	0.74		Limite Plastico
Contenido de Humedad	%	15.84	14.38		15.11



Constantes Fisicas de la Muestra	
Limite Liquido	23.9
Limite Plastico	15.11
Indice de Plasticidad	8.83
Observaciones	
Pasante Tamiz N° 40	



CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C
 JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 INGENIERO DE CONSULTORIA
 C. 14792
 INGENIERO DE CONSULTORIA
 INGENIERO DE CONSULTORIA

 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC CONSULTORIA N° C-64792 R.U.C. 20600141865 	
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO CONTENIDO DE HUMEDAD (MTC E-108 / ASTM D-2216)	
SOLICITANTES	1. BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN
PROYECTO	2. EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024
UBICACIÓN	3. DISTRITO DE SANTA MARIA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA
CALICATA	4. C-2
PROFUNDIDAD	5. 0.00 - 1.50 m, TÉCNICO 6. LUGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
PTO. MUESTREO	7. 1.50 m, ING° RESP. 8. JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
MUESTRA	9. M - 3, FECHA 10. HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025
ADICION DE C.B.C.A	11. 16.00%, N° ENSAYO 12. 148-2025-LAB/MS-JONELTA

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripcion	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	1000.0	1000.0
Peso de la tara + muestra seca (gr)	988.2	988.3
Peso del agua contenida (gr)	11.8	11.7
Peso de la muestra seca (gr)	988.2	988.3
Contenido de Humedad (%)	1.2	1.2
Contenido de Humedad Promedio (%)	1.2	



Lugui J. Grados Astuquipan
 LUGUI JEAN PER GRADOS ASTUQUIPAN
 TÉCNICO LABORATORISTA
 MEC DE SUELOS Y CONCRETO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C
Jose L. Cañari Ravichagua
 JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 REPRESENTANTE CONSULTOR
 C. 64792
 RUC 20600141865





LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1583 / AASTHO T-193)

SOLICITANTES	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN	TÉCNICO	LUGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024	ING° RESP.	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA MARIA, PROVINCIA DE HUAURA, DEPARTAMENTO DE LIMA	FECHA	HUAURA, 15 DE ENERO DEL 2025
CALICATA	C-2	N° ENSAYO	158-2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50 m.		
PTO. MUESTREO	1.50 m		
MUESTRA	M-3		
ADICION DE C.B.C.A	16.00%		

CALCULO DEL CBR

Molde Nº	18	19	17			
Capas Nº	5	5	5			
Golpes por capa Nº	58	25	12			
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12094	11971	11808			
Peso de molde (g)	7628	7564	7602			
Peso del suelo húmedo (g)	4466	4407	4207			
Volumen del molde (cm ³)	3120	3123	3125			
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.107	2.076	2.003			
Tara (Nº)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	300.8	300.0	300.0			
Peso suelo seco + tara (g)	276.0	276.0	276.0			
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)	24.8	24.0	24.0			
Peso de suelo seco (g)	276.0	276.0	276.0			
Contenido de humedad (%)	8.9	8.7	8.7			
Densidad seca (g/cm ³)	1.934	1.919	1.843			

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

NO EXPANSIVO

PENETRACION

PENETRACION		CARGA		MOLDE N°		M-18		MOLDE N°		M-19		MOLDE N°		M-17	
		STAND.	CARGA	STAND.	CARGA	CORRECCION		STAND.	CARGA	CORRECCION		STAND.	CARGA	CORRECCION	
mm	in.	kg/cm²	kg	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0	0				0	0			0	0		
0.635	0.025		9	91				9	51			5	32		
1.270	0.050		16	119				15	109			8	51		
1.905	0.075		21	158				20	148			11	90		
2.540	0.100	70.455	36	274	-	15.3		25	187	-	10.4	15	109	-	6.1
3.810	0.150		55	420				34	255			23	148		
5.080	0.200	105.88	65	526	-	19.5		48	361	-	13.4	29	216	-	8.0
6.350	0.250		89	681				55	420			38	284		
7.620	0.300		105	807				63	478			49	371		
10.160	0.400		140	1077.1				83	632.7			73	555.3		
12.700	0.500														

OBSERVACIONES:

Anillo:



Lugui Jeanper Grados Astuquipan
LUGUI JEANPER GRADOS ASTUQUIPAN
TECNICO LABORATORISTA
MTC DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C

Jose Luis Cañari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
REGISTRO DE CONSULTOR
04102
PRESE N° 402 C-1018
Pág. 1 de 1 N° 1104-405



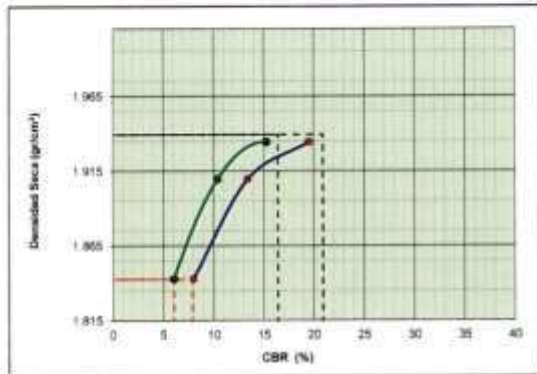
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1583 / AASTHO T-193)

SOLICITANTES	BENAVENTE OBISPO GRICELY PIERINA Y GRIMALDO RAMIREZ KEVIN JORDAN	TÉCNICO	LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
PROYECTO	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, SANTA MARÍA - 2024	ING° RESP.	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTA MARÍA, PROVINCIA DE HUAYRA, DEPARTAMENTO DE LIMA	FECHA	HUAYRA, 16 DE ENERO DEL 2025
CALCATA	C-2	N° ENSAYO	151-2025-LAB/MS-JONELTA
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50 m.		
PTO. MUESTREO	1.50 m		
MUESTRA	M-3		
ADICION DE C.B.C.A	16.00%		

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR

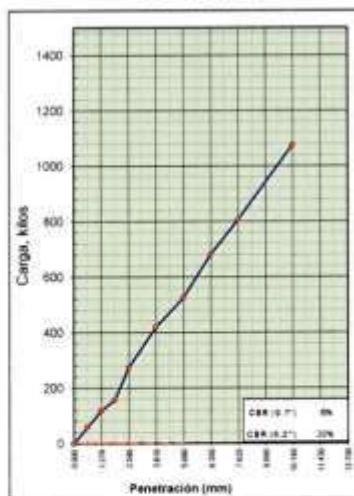


METODO DE COMPACTACION	AASTHO T-193
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.939
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.9
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.843

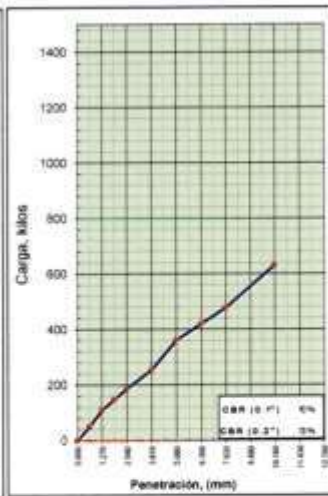
RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	16.4 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	6.57 %
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	20.9 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	7.50 %

OBSERVACIONES:

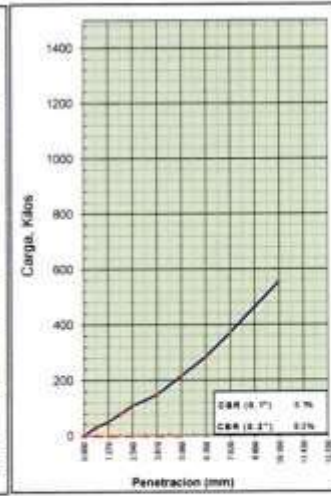
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Luigui J. Grados Astuquipan
LUIGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
TECNICO LABORATORISTA
MEC. DE SUELOS Y CONCRETO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
REGISTRADO EN CONSULTORIA
N° 151-2025-LAB/MS-JONELTA
HUAURA, 16 DE ENERO DEL 2025