



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Aplicación de ceniza de boñiga para el mejoramiento de la  
subrasante en la avenida aviación, Puno -2021

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

**AUTOR:**

Chura Dueñas, Claudio Rodolfo (ORCID: 0000-0002-1055-2509)

**ASESOR:**

Dr. Benites Zuñiga, Jose Luis (ORCID: 0000-0003-4459-494X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LIMA - PERÚ**

**2022**

## **Dedicatoria**

Principalmente dedico la presente investigación, a mi madre Honoria y mi padre Rodolfo desde el cielo guiándome el camino correcto, a mi esposa Luz Marina por sus comprensión y el amor brindando en esta etapa de mi vida y para llegar a culminar todo lo que uno se propone y a mis hijos Angie, Aracely y Fabricio que brindan con su existencia la inspiración de lograr mis metas y obtener resultados.

## **Agradecimiento**

Principalmente a mi asesor de Tesis Dr. José Luis Benites Zúñiga, por el apoyo incondicional y el conocimiento brindado durante el tiempo de desarrollo del trabajo de investigación. A la Universidad Cesar Vallejo por ser la institución que me permite lograr el objetivo académico que contribuyen en mi formación profesional

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>5</b>
<b>III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>25</b>
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	25
3.2. Variables y operacionalización.....	26
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	26
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	27
3.5. Procedimientos.....	28
3.6. Método de análisis de datos.....	31
3.7. Aspectos éticos.....	31
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>32</b>
<b>V. DISCUSIÓN.....</b>	<b>46</b>
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>50</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>51</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>52</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>59</b>

## Índice de tablas

Tabla 1: Clasificación de Suelos según formas de partículas.....	14
Tabla 2: Determinación de suelos según el método AASHTO M145.....	16
Tabla 3: Simbología de suelos de sistema SUCS.....	17
Tabla 4: Resumen de ensayo proctor estándar y modificado.....	20
Tabla 5: Clasificación del suelo en función de la subrasante.....	23
Tabla 6: Clasificación de subrasante.....	24
Tabla 7: Resumen de resultado de laboratorio.....	30
Tabla 8: Resultado de L.P. L.L. I.P. Con la adición de ceniza de boñiga.....	34
Tabla 9: Resultado del contenido de humedad óptima y densidad máxima....	36
Tabla 10: CBR incorporando ceniza de boñiga al 4% 8% y 12%.....	38
Tabla 11: Prueba de normalidad de la plasticidad.....	40
Tabla 12: Correlación de plasticidad.....	41
Tabla 13: Prueba de normalidad de compactación.....	42
Tabla 14: Correlación de compactación.....	43
Tabla 15: Prueba de normalidad de resistencia.....	44
Tabla 16: Correlación de resistencia.....	45

## Índice de figuras

Figura 1: Ceniza de boñiga.....	12
Figura 2: Boñiga (estiércol de ganado vacuno).....	13
Figura 3: Juego de tamices.....	18
Figura 4: Curva granulométrica.....	18
Figura 5: Método proctor.....	20
Figura 6: Límites de Atterberg.....	21
Figura 7: Equipo de laboratorio casa grande.....	21
Figura 8: Consistencia de suelo método rollo.....	22
Figura 9: Expresión método de CBR.....	23
Figura 10: Calicata 01+500.....	29
Figura 11: Calicata 02+500.....	30
Figura 12: Quema de ceniza e boñiga.....	30
Figura 13: Mapa de constitucional de Perú.....	32
Figura 14: Mapa de Puno constitucional.....	32
Figura 15: Mapa provincial de Puno.....	33
Figura 16: Mapa zona de trabajo.....	33
Figura 17: Ensayo granulométrico.....	34
Figura 18: Ensayo de plasticidad.....	34
Figura 19: Evaluación de índice de plasticidad.....	35
Figura 20: Ensayo de proctor modificado.....	36
Figura 21: Ensayo de compactación con adición de ceniza de boñiga.....	36
Figura 22: Máxima densidad seca incrementando C.B al 4% 8% 12%.....	37
Figura 23: Valor del contenido de humedad con C.B. al 4% 8% y 12%.....	37
Figura 24: Ensayo de CBR.....	38
Figura 25: Registro de penetración al 0.1”.....	38
Figura 26: Valores de CBR incorporando con C.B. al 4% 8% 12%.....	39

## Resumen

La presente tesis de investigación cuyo objetivo principal es Analizar la ceniza de boñiga para el mejoramiento de la subrasante en la avenida aviación, adicionando ceniza de boñiga de 4%, 8% y 12% para mejorar las propiedades físico mecánicas del suelo para mejorar la plasticidad, compactación y resistencia aplicando parámetros y normas establecidas. La tesis plantea manejar una técnica de estudio experimental cuasi experimental de tipo aplicado el nivel de investigación es explicativo con enfoque cualitativo, el ámbito de estudio de la población está conformada en las progresivas 01+500, 02+500 y 03+500.

Los resultados obtenidos son un suelo grava limo arcilla con arena SUCS GC-GM AASTHTO : A-1-a(0). El ensayo CBR para la muestra patrón es 19.2% y con el incremento de 4%, 8% y 12% el incremento es de 23.4% 29.4% y 30.2% respectivamente y como resultado es un suelo optimo, para los parámetros del (IP) los valores obtenidos son una plasticidad media, referente a la compactación el contenido de humedad disminuye en 8.07% a 7.99% y la densidad máxima seca aumenta de 1.909 g/cm<sup>3</sup> a 2.057g/cm<sup>3</sup>, por tanto la presente investigación concluye en aplicar en carreteras arcillosas porque la ceniza de boñiga es un buen estabilizador de suelos.

**Palabras clave:** Subrasante, ceniza de boñiga, plasticidad, compactación, resistencia.

## **Abstract**

The present research thesis whose main objective is to analyze the manure ash for the improvement of the subgrade in the aviation avenue, adding manure ash of 4%, 8% and 12% to improve the physical mechanical properties of the soil to improve plasticity , compaction and resistance applying established parameters and standards. The thesis proposes to manage a quasi-experimental experimental study technique of an applied type, the level of research is explanatory with a qualitative approach, the scope of study of the population is made up of the progressive 01 + 500, 02 + 500 and 03 + 500.

The results obtained are a soil gravel silt clay with sand SUCS GC-GM AASTHTO : A-1-a(0). The CBR test for the standard sample is 19.2% and with the increase of 4%, 8% and 12% the increase is 23.4% 29.4% and 30.2% respectively and as a result it is an optimal soil, for the parameters of the (IP) the values obtained are an average plasticity, referring to compaction, the moisture content decreases from 8.07% to 7.99% and the maximum dry density increases from 1.909 g/cm<sup>3</sup> to 2.057 g/cm<sup>3</sup>, therefore this research should be applied on roads clay because manure ash is a good soil stabilizer.

**Keywords:** Subgrade, manure ash, plasticity, compaction, resistance

## I. INTRODUCCIÓN

Cuba, en principio, el proceso de construcción de la subrasante para trabajos de obras viales se manifiesta en el uso de terrenos propios como un material de simple y fácil disponibilidad y menor costo, pero a veces requiere mejoras, ya que no cumplen con los requisitos mínimos de uso. Sin embargo, se logran grandes ahorros, que van del 20% al 45% de los costos de construcción, con materiales sacados de pozos prestados distantes. Los productos químicos estabilizadores es una de las técnicas que se utilizan para mejorar el sustrato, utilizando productos químicos para cambiar las propiedades del suelo, reducir la plasticidad y aumentar la cohesión y la capacidad de carga. Para compensar la escasez local de materias primas en ciertas partes del país, se desarrolló una encuesta con el resultado de que se creó un proceso de estabilización de suelos aplicando sales o químicos cuaternarios. Así el “Proceso de Estabilización e Impermeabilización de Suelos” creado tiene las principales ventajas de economía y facilidad de uso, además de obtener un incremento de resistencia y una disminución de permeabilidad del suelo donde se aplica. Este libro cubre la exploración moderna del uso de aditivos en la enmienda del suelo, a nivel internacional y cómo las sales cuaternarias inducen cambios en las arcillas, así como algunos - algunos resultados básicos del uso de esta técnica en nuestro país. Las propiedades mecánicas del suelo son estables con el sistema analizado, igualado las propiedades físicas y mecánicas del suelo en el estado nativo y una vez mejorado, como la transformación de las propiedades en el periodo del suelo estable [1].

En la región de Cajamarca de la provincia de Chota, también provoca los mismos problemas que el país, como carreteras degradadas por el cambio climático, el fenómeno de los niños, los coches turísticos y también el desorden urbanístico y la imperfección de control por parte de las autoridades local. Hacen que la población contribuya al daño del asfalto y carreteras asfaltadas. El director de Infraestructura MPCH, en entrevista con los integrantes de este proyecto, mencionó que el 70% de las vías de la provincia se encuentran en mal estado y

todo se debe a que la empresa empresario no respeta las expectativas y regulaciones emitidas por el MTC, asimismo las vías de comunicación proporcionadas por la provincia provincial de Lo Vieñ han abierto 200 km de senderos en los últimos años, ninguno de los cuales ha sido confirmado por una agencia municipal. Los distritos adonde pasa el límite de la sierra, de tal forma que Cochabamba, Huambos, Lama, Santa Cruz, existen pasos afectados durante la época de tormentas a evaluar de que Provías Nacional los mantiene. El Instituto Provincial Vial de la Ciudad de Chota, en su plan vial participativo, menciona que el trayecto Chota - Tacabamba, el trayecto Chota - Chalamarca, el trayecto Chota - Choropampa, son los caminos más dañadas por derrumbes deslizamientos y fenómeno del niño en los meses de marzo a mayo (Instituto Vial Provincial, 2018) [2].

En la región de Puno se están mejorando los caminos, el suelo no tiene las características físicas óptimas y se requieren estabilizadores de suelo, por lo que se requieren diversas tecnologías. Investigado para dar gran capacidad de carga al suelo (sub rasante) [3].

En presente investigación se plantea como problema general: ¿Cómo influye la aplicación de ceniza de boñiga para el mejoramiento de la subrasante en la avenida aviación, Puno – 2021? y como problema específico tenemos lo siguiente: ¿De qué manera influye la aplicación de ceniza de boñiga en la plasticidad para el mejoramiento de la subrasante en la avenida aviación, Puno – 2021? ¿De qué manera influye la aplicación de ceniza de boñiga en la compactación para el mejoramiento de la subrasante en la avenida aviación, Puno – 2021? ¿De qué manera influye la aplicación de ceniza de boñiga en la resistencia para el mejoramiento de la subrasante en la avenida aviación, Puno – 2021?

La presente investigación ofrece un componente que es la ceniza de boñiga para la estabilización de subrasante, la ceniza de boñiga se puede adquirir en grandes cantidades en la región de Puno, por ser productor de vacunos en la zona altiplánica y su uso es de importancia en el medio rural, En un intento por adquirir nuevos conocimientos sobre el comportamiento físico del sustrato tras la incorporación de cenizas de estiércol de boñiga, dictaran las opiniones de estabilización del suelo con materiales o reciclados, residuos orgánicos existentes, características importantes beneficiosas para los aspectos técnicos y económicos del avance de desarrollo vial. Proyectos de infraestructura, representados por cuadros itinerarios como el Índice de plasticidad y CBR.

En el Departamental de Puno, no cuentan con la referencias de subrasantes que hayan existido y superadas por este método de la estabilización de ceniza de boñiga, por lo tanto se lugar a la exploración y análisis de investigación, hay carreteras que conectan distritos, pueblos y comunidades y las mejoras viales traen desarrollo económico y social y benefician a la población, por lo que la que el estado debe contribuir con carreteras que promuevan la movilidad económica, rápido y seguro.

En la siguiente investigación como objetivo general es : Analizar la adaptación de ceniza de boñiga para el mejoramiento de la subrasante en la avenida aviación, Puno – 2021 y los objetivos específicos son: Determinar la aplicación de ceniza de boñiga para la plasticidad en el mejoramiento de la subrasante en la avenida aviación, Puno – 2021, Determinar la aplicación de ceniza de boñiga para la compactación en el mejoramiento de la subrasante en la avenida aviación, Puno – 2021 y Determinar la aplicación de ceniza de boñiga para la resistencia en el mejoramiento de la subrasante en la avenida aviación, Puno – 2021.

En la presente investigación la hipótesis general es : El mejoramiento de la subrasante se puede dar mediante la ceniza de boñiga en la avenida aviación, Puno – 2021 y los específicos son La aplicación de ceniza de boñiga para la plasticidad en el mejoramiento de la subrasante en la avenida aviación, Puno – 2021, La aplicación de ceniza de boñiga para la compactación en el mejoramiento

de la subrasante en la avenida aviación, Puno – 2021 y La aplicación de ceniza de boñiga para la resistencia en el mejoramiento de la subrasante en la avenida aviación, Puno – 2021

## II. MARCO TEÓRICO

Como precedente nacional en esta investigación, Quispe (2018). Tuvo como su objetivo fue distinguir el impacto de la adaptación de cenizas de estiércol sobre la estabilidad en sustratos plásticos. El método utilizado por los investigadores fue experimental, la población estudiada pertenecía a la zona de Torre Torre, Consorcio Tupac Amaru II, en la provincia de Huancayo, Región Junín, los instrumentos utilizados fueron la muestra estándar (PM). La muestra para el censo actual es el pozo C1 como muestra estándar (PM), que es una subclase de plástico, obtenida mediante un patrón de muestreo no probabilístico, Por conveniencia, se obtuvieron los principales resultados: la aplicación de cloruro de sodio (15%) con relación al límite de Atterberg, se observó de que el suelo plástico con la aplicación de cloruro de sodio redujo el índice de plasticidad del mismo, con proctor modificado, la densidad seca estándar del suelo fue de 1736 kg / m<sup>3</sup> y con la aplicación de 15 l de cloruro de sodio, la densidad seca alta supero a 1898 kg / m<sup>3</sup>, con un aumento de 9.33%, que está relacionado con los valores favorables de CBR. presentado en relación con la hinchazón. Con cloruro de calcio (20%) con relación al límite de Atterberg, observamos de que el suelo de plasticidad agregada ha reducido su índice de plasticidad mucho más valioso, en comparación con el proctor modificado, la densidad seca de los suelos estándar es de 1737 kg / cm<sup>3</sup> pero con el además de 20 l de cloruro cálcico la densidad alta aumenta a 95%, con referencia a CBR, valores mal presentados dan lugar a hinchazón cuando se colocan en la carretera. y conclusión. La ceniza del fertilizante es efectiva, cuanto mayor es la ceniza, mayor es la tendencia de soporte del suelo es de 5.1%, proporcional a las propiedades mecánicas de la estabilidad del suelo en plástico [4].

Guia (2021). Tuvo como objetivo general establecer la causa de la utilización de ceniza de quinua sobre las propiedades de la subclase de azúcar PE38B, agregando los porcentajes 4%, 6% y 8% como método para mejorar las propiedades de la sustancia arcilla suelos (plasticidad, compresibilidad y resistencia), de manera que puedan superar sus propiedades para su uso como cimentación. Es un estudio del tipo propuesto utilizando método de investigación

experimental (semi-empírico), de clase aplicado, la altitud de información es esclarecedor con una orientación cuantitativo, el objeto de investigación La población de estudio incluyendo las entradas 08,000 a 09,000 de la curva PE38B, el modelo de muestreo es no probabilístico. Para las pruebas realizadas en la actual investigación se tomaron espécimen de suelo del tajo C1, ubicado dentro del 08320 proa de la citada vía en la vía PE38B, provincia de Chucuito, Puno, instrumentos: Ensayo de tamaño de grano (ASTMD 22, MTC E 1092016, NTP 339.13201), prueba de límite de Atterberg (ASTM D 318, MTC E 111), prueba Proctor modificada (ASTM D 1557, MTC E 1152000) y prueba CBR (ASTM D 1883, MTC E 1322000). Las conclusiones generadas para la prueba CBR fueron 16. % para el suelo estándar y aumentaron .8%, 17.0% y 35.3% para las dosis de 4 %, 6% y 8, respectivamente [5].

Continuamos con los antecedentes internacionales, Anjani, Kumar, Roop y Suman (2017), tuvieron como objetivo general la obtención de Préstamo de suelo arcilloso utilizando subproductos agrícolas y ganaderos disponibles localmente para reducir los costos de construcción. Se utilizan tres tipos diferentes de estabilizadores, como la ceniza de cáscara de arroz (RHA), la ceniza de saco de caña (SCBA) y la ceniza de estiércol de vaca (CDA). Este estudio se llevó a cabo con los siguientes objetivos: 1. Explorar la posibilidad de utilizar residuos rurales como RHA, SCBA y CDA en la estabilización del suelo. Objetivos: 1. Explorar la posibilidad de utilizar aldeas de residuos agrícolas como RHA, SCBA y CDA en tierra. Estabilización es analizar los comportamientos químicas y físicas de los estabilizadores y su relevancia. Estudiar las propiedades técnicas y físicas de suelos naturales y estabilizados agregando 2.5%, 5%, 7.5%, 10% y 12.5% de ceniza al suelo. Compare el espesor del pavimento para el valor máximo de CBR endurecido para suelos estables con el de CBR endurecido para suelos naturales, en India. 2016, Este es un estudio piloto y aplicado, basado en la población, realizado en India mientras se aplica un trabajo de desarrollo de carreteras en Bihar, el campo del Ganges bajo la dirección de Pradhan Mantri Gram Sadak Yojna (PMGSY), la herramienta utilizada fue para comparar los tipos de suelo usando un cuadro de mando, lo que resulta en un UCS del suelo natural de 1, 8 kg / cm<sup>2</sup>. Al reemplazar el suelo con otras cenizas, el UCS del suelo aumentó

inicialmente hasta que la mezcla de suelo 92.5 ° y 7.5 ° RHA / SCBA / CDA luego disminuyó. El posterior aumento de UCS se debió a la formación de compuestos aglutinantes entre el hidróxido de calcio presente en el suelo y las cenizas y puzolanas presentes en las cenizas. La mayor disminución en los valores de UCS después de la adición de 7.5 cenizas podría deberse a que el exceso de ceniza se introduce en el suelo y por lo tanto a la formación de enlaces débiles entre el suelo y los compuestos aglutinantes. Los valores máximos de UCS registrados fueron 2,16 kg / cm<sup>2</sup>, 18,88 kg / cm<sup>2</sup> y 2,05 kg / cm<sup>2</sup> para los contenidos de RHA, SGBA y CDA, respectivamente, rápidamente apresto para preparación de la muestra. Estos valores son ligeramente superiores al UCS del suelo natural de 1, 8 kg / cm<sup>2</sup>. Conclusión 1. El suelo aluvial se identifica como arcilla plástica intermedia (IC) en el sistema de clasificación del estándar indio. Se utilizan tres desechos como RHA, SCBA y CDA para estabilizar el terreno de construcción de carreteras. Las propiedades adhesivas completas se encuentran en RHA y SCBA en lugar de CDA. Al agregar diferentes tipos de cenizas al suelo, el índice de plasticidad disminuyó a medida que el porcentaje de cenizas aumentó de 2.5 a 2.5%. La tasa de disminución en la propiedad del índice de plasticidad del suelo de 13 a 2% de 16.8 a 50% y de 13 a 52%. Para suelos estabilizados con RHA, SCBA y CDA, respectivamente. Las propiedades de compactación de los suelos estables dependen de las propiedades plásticas del suelo. Para suelos de plástico medio, la adición de un estabilizador al suelo reduce la consistencia seca superior mientras aumenta la capacidad de humedad perfecto independientemente del tipo de estabilizador. Se observó que el CBR empapado y no empapado del suelo aumentó y alcanzó un pico y luego disminuyó. Por tanto, el CBR óptimo se obtiene con una composición de suelo de 92,5 "y cenizas de 7,5". Valor de CBR0100 200300 Espesor total del pavimento, mm 0050060070010 - 30 - 30 – 60 - 60 – 100 100 200 200 300 300 600 600 1000 1000 1500 1500 2000 Carga (ESAL en miles) Suelo natural SCBA CDA RHA. Variación del espesor del pavimento 260 A. Kumar Yadav et al. / International Journal of Pavement Research and Technology 10 (2017) 25 -261, el pico cuando está estable con RHA, SCBA y CDA aumentó en 13 %, 79.81% y 8.92% respectivamente en comparación con suelo inestable. Se obtiene una tendencia similar de CBR para UCS. Los valores de UCS fueron más altos cuando se

establecieron con RHA, SCBA y CDA aumentaron en un 5,9 %, 27% y 38,51% respectivamente en comparación con el suelo inestable. Con base en los valores máximos de CBR y UCS, el contenido de cenizas para la estabilización se obtuvo como el valor óptimo es decir, 7.5%. A este valor, una densidad seca relativamente baja y un alto contenido de humedad serán útiles para controlar el cambio de volumen. Por lo tanto este valor óptimo puede considerarse como estabilizador del suelo para la construcción de cimientos. La implicación del espesor sugiere que hay una reducción significativa en el espesor cuando se usa suelo estabilizado con cenizas para la construcción de cimientos. Esto ahorrará costos de construcción. Comparativamente, se podría dar preferencia en esta secuencia a RHA, SCBA y luego CDA para la estabilización del suelo. El CDA no es un estabilizador muy bueno, pero aún puede usarse para superar las propiedades de ingeniería de los suelos aluviales [6].

Clavería, Triana y Varon (2018). Tuvo como principal objetivo general revisar el comportamiento de la cascarilla de arroz y la ceniza de bagazo sobre las propiedades del suelo volcánico. El método es experimental, en el cual se organizaron y analizaron los detalles arrojados, como resultado obtuvieron un mayor índice en las propiedades físico-mecánicas del suelo estudiado en la óptima adición de la décima ceniza de arroz de los complejos propuestos (5%, 10% y 15%) y aumento óptima de ceniza de bagazo para superar las cualidades físicas y mecánicas, respectivamente, la decimoquinta adición de CBCA en las conexiones de productos propuestas (5%, 10% y 15%) del valor por el cual el valor obtenido aporta más cualidades del suelo. También se concluye que el aplico en CCA y CBCA puede ser la opción monetaria y ecológicamente sustentable, del cual se pueden tener resultados que mejoren la estabilidad de los pisos volcánicos, sustrato y mostraron ventajas en cuanto a las condiciones del suelo [7].

Los artículos científicos internacionales de esta investigación según Ojeda, Mendoza y Baltazar (2018). Tuvieron como objetivo general estudio sobre el efecto de la ceniza de bagazo (CBCA) en reemplazo del cemento compuesto Portland (CPC) donde va a superar las propiedades del suelo arenoso. Se

realizaron ensayos de compactación estándar AASHTO, resistencia simple a compresión y CBR, comparando las propiedades de los suelos naturales estudiados y mixtos al 3%, 5% y cemento Portland como indicadores previstos de control, reemplazándolos parcialmente con CBCA en porcentajes de 0%, 25% 50% y 100% basado en la carga del suelo en estado seco. Los respuestas muestran una mejora del suelo en términos de compactación, resistencia a la compresión y propiedades CBR, reduciendo el consumo de CPC hasta en 25%. Palabras clave ceniza de bagazo, compactación, CBR, suelos subrasante [8].

Larrea y Rivas (2019). En su artículo tuvieron como objetivo la estabilización de la arcilla con una plasticidad de 17 a 19 con cloruro de sodio y cloruro de calcio donde el desempeño en carreteras. La técnica utilizado por los científicos es experimental. Resultados obtenidos: con la incorporación de cloruro de sodio (15%) con justificación al límite de Atterberg, también se observó de que el suelo plástico al agregar cloruro de sodio redujo el índice de plasticidad, en comparación con 30 en comparación con el proctor mejorado secado. la densidad del suelo estándar fue de 1736 kg / cm<sup>3</sup> y con el incremento de 15 l de cloruro de sodio, la densidad seca máxima supero a 1898 kg / cm<sup>3</sup>, arrojando un aumento de 9.33 por ciento, con relación a CBR, los valores de tratamiento favorable ha presentado con respecto a la hinchazón. Sin embargo, con cloruro de calcio (20%) según el límite de Atterberg, se observó que la plasticidad agregada redujo su índice de plasticidad al más alto, en comparación con el Proctor modificado, su densidad seca del suelo estándar fue de 1736. kg / cm<sup>3</sup> con el incremento de 20 l de cloruro cálcico la densidad máxima se incrementó a .95%, según lo referenciado por el CBR, se presentan valores pobres dando lugar a hinchamiento cuando se coloca sobre el pavimento. Se llegó a las conclusiones más llamativas, con la aplicación de cloruro de sodio redujo el límite líquido de 39% a 2 .10%, redujo el IP en 17%, se observó que la densidad seca máxima se incrementó en 9.33% y CBR, pasando de 27.27% a 2 .20% a 95, disminuyó menos significativamente, de la misma manera que el uso de cloruro de calcio al 20%, se puede observar que el L.L. se redujo en 39.05%, incluyendo el cambio en 39% a 23.77%. De la misma manera, se tiene una caída del I.P de un 17 % a un 8.48% que significa la pérdida de 50.12%, por lo tanto se da un resultado que el

cloruro de calcio reduce la plasticidad, en tanto por otro lado no contribuye en la capacidad de soporte [9].

Almeida y Hidalgo (2016). En su artículo tuvieron como objetivo "Definir los procesos de estabilización del suelo por enzimas orgánicas y suelo-cemento, empleado en suelos arcillosos ", por tanto, según la hipótesis," La estabilización del suelo por enzimas orgánicas y suelos cementosos, podrá mejorar 31 propiedades físico-mecánicas de la arcilla triturada. Este es el tipo de encuesta experimental que se está aplicando actualmente, para facilitar el tipo de censo. Los resultados obtenidos del estudio: demuestran que el LL es 60,5 y 86,00 tienen alta plasticidad; La prueba se vuelve a hacer para insertar enzimas y cemento al 5% y 10%, reiteradamente para el límite líquido en el primer momento 58.5 y en los dos últimos casos 61.2 y 58, 6, donde se puede observar cambio insignificante; Por otro lado, en la prueba de humedad, la muestra estándar tiene 30.8 y 35. %, al agregar enzimas y cemento al 5 y 10%, fluctúa 31.5, 32 y 33.8; Para la prueba CBR de la muestra estándar con resultados de 3.81 y 2.05%, rápidamente adicionando la enzima y el cemento al 5 y 10%, se observa que da resultados respectivamente, son 9.2, 6.86 y 6.9 . A partir de los hechos, concluyendo que el suelo tiene una alta plasticidad de contenido de humedad (CH), se estableció que CBR de 3.81 y 2.05 son suficientes en la estabilización, al usar 5% de enzima como estabilizador, el cambio de CBR observado con un valor de 9.2% en comparación con el valor CBR inicial de 3,81, lo que indica un aumento significativo [10].

Nnochiri (2018). En su artículo tuvieron como objetivo. "Efectos de la ceniza de mazorca de maíz en suelos lateríticos estabilizados con cal" de la Universidad Afe Babalola. Este estudio evaluó el efecto de la ceniza de mazorca (ACC) en suelos de laterita estable a la cal. De las deducciones de la investigación, se pueden dar los siguientes resultados; Los suelos de laterita se clasifican A26 según el sistema de clasificación AASHTO y GP según la USCS. La cantidad óptima de cal necesaria es del 10%, ya que a 10cal se ha registrado el valor mínimo del I.P. La adición de ceniza de mazorca (CCA) redujo aún más el valor del índice de plasticidad, optimizando así las propiedades del suelo. La densidad seca máxima

(MDD) también la densidad seca óptima (BMD) del suelo tratado con cal disminuyó y aumentaron respectivamente con la adición de CCA. Cuando se agregó CCA al suelo tratado con cal, los valores de CBR no quemado y apagado mejoraron significativamente. La adición de CCA al suelo tratado con cal mejoró los valores de resistencia de compresión no confinada (UCS) a resultados máximos al 4% de CCA. Los valores de UCS asimismo incrementaron con las etapas de curado de 7, 14 y 28 días. Según las respuestas de esta investigación, la ceniza de la mazorca de maíz califica acertadamente como material puzolánico. Además, el CCA puede servir como un buen complemento para la estabilización de la cal en suelos lateríticos. Una vez adherida la ceniza de tusa de maíz al suelo, los valores del CBR incrementan considerablemente. Según los resultados de esta investigación, la ceniza de tusa de maíz califica adecuadamente como material puzolánico. Además, la ceniza de tusa de maíz debe servir como un mejor complemento para la estabilización de suelos [11].

Li (2019). En su artículo tuvieron como objetivo principal de este estudio fue continuar la investigación de Yang (2015) sobre la estabilización del suelo con productos de biocombustibles mediante la aplicación de las pruebas de laboratorio con lignosulfonato. El segundo objetivo de este estudio fue realizar una enseñanza en situ en el condado de Buchanan, IA, y evaluar el desempeño de la enseñanza de campo. Los resultados son: Los resultados del examen de compactación Proctor indicaron que ambos tipos de suelos limosos mostraron comportamientos diversos con respecto al resultado óptimo de humedad y al peso unitario seco superior resultante de dosis específicas de lignosulfonato. Los promedios de la prueba de resistencia a la compresión no confinada determinaron que solo se requiere una dosis baja de lignosulfonato para aumentar la resistencia del suelo. Suelo 1 (limo arenoso con grava) mezcla óptima 10 La proporción fue del 5% de lignosulfonato con 11,85% del contenido real de agua, lo que llevó a un incremento del 225% en la resistencia a la presión del suelo no estabilizado en consecuencia de la resistencia a la compresión determinan que la proporción óptima para cada suelo corresponde al incremento de la solidez de compresión. La duración es determinada con la mejor proporción brindada para la resistencia [12].

Yanez (2018). En su artículo tuvieron como objetivo caracterizar las propiedades de ingeniería del suelo de la subrasante Modjo-Hawassa a lo largo del corredor de la carretera y sugerir posibles medidas de mitigación para los problemas identificados con base en la especificación ERA y otras normas. El objetivo de estudio fue especificar el contrapiso para asegurar su idoneidad general para el diseño del pavimento y tomar posibles medidas correctivas mediante métodos apropiados. Densidad seca máxima para muestras de suelo de subgrado varía entre 0,9 y 1,59 g / cc. De manera similar, el contenido de humedad varía entre el 15% y el 33% y los resultados del CBR para los materiales de subgrado varían entre el 2% y el 30%. Además, la contracción lineal se sitúa entre el 5% y el 14,28%. La densidad máxima seca para las muestras de suelo de la subrasante varía entre 0,9 y 1,59 g / cc. De la misma manera, el contenido de humedad varía entre 15% y 33% y los valores de CBR para los materiales de la subrasante varían entre 2% y 30%. Además, la merma lineal se encuentra entre 5% y 14.28% [13].

La teoría de la ceniza es el producto de un proceso de combustión que da como resultado un material, que es de color gris claro, generalmente se compone de óxidos metálicos, sílice, sales alcalinas y tierra, no se pueden utilizar biocombustibles en un sistema de combustión determinado [14].



*Figura 1. Ceniza de boñiga*

La boñiga es el excremento del ganado vacuno, en la agricultura, se utiliza como uno de los ingredientes del compost, como combustible y en la construcción, como yeso revoco por su gran compactación y duración. En las zonas de alejadas de la región de Puno la utilización es muy usada por la población como fuente de combustible, la boñiga es compacta se deja al sol por unos días obteniendo una masa compacta y seca [15].



*Figura 2.* Boñiga (estiércol de ganado vacuno)

La subrasante es la superficie culminada del terraplén al nivel de excavación y relleno (corte y relleno), donde se procede a colocar el pavimento especificado. El contrapiso es la ubicación directa del modelo del pavimento y es parte del prisma del pavimento, construido en medio de la topografía naturalmente plana de la estructura del pavimento [16]. Los suelos por debajo de la capa superior de la subcapa, dentro de al menos 0,60 m, deben ser de suelo suficiente y firme con un 6% de CBR. En el caso del suelo, más bajo que el nivel superior de la subcapa, se encuentra CBR al 6% (suelo malo o cimentación inadecuada), correspondiente a la estabilización del suelo, se analizarán soluciones alternativas en función de la calidad del suelo, como estabilidad mecánica, cambios del suelo, estabilidad química del suelo, estabilización con geo sintéticos, escalada de pendientes, modificando el recorrido eligiendo el más práctico, técnico y económico. La caracterización del suelo terrestre incluye los siguientes pasos: Evaluación topográfica, exploración del suelo, descripción transversal y zonificación homogénea, y realización de pruebas de resistencia de suelos principales homogénea [17].

**Tabla 1.** Clasificación de Suelos de acuerdo a sus formas de partículas.

Tipo de material		Tamaño de las partículas
Grava		75 mm - 4.75 mm
Arena	Gruesa	4.75 mm - 2.00 mm
	Media	2.00 mm - 0.425 mm
	Fina	2.00 mm - 0.425 mm
Material fino	Limo	0.075 mm - 0.005 mm
	Arcilla	< 0.005 mm

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicación 2014

El nivel de textura señala el contenido relativo de micro partículas en distintas formas, como limo, arena, y arcilla, en el suelo. La contextura obedece a la habilidad con la que trabaja el suelo, la cantidad agua y aire que retiene y la rapidez con lo que el agua entra y pasa a través del suelo. Para identificar la textura del suelo se debe de hacer primero separar el suelo fino todas las partículas menores a 2 mm y las partículas más grandes como grava y guijarros. El suelo fino es una combinación de arena, limo y arcilla [18].

Afirmado de carretera Este trabajo Incluye la entrega, transporte, colocación y compactación de materiales confirmados sobre el subsuelo terminado, de acuerdo con esta especificación, con la alineación, pendiente y dimensiones mostradas en el plano del proyecto. En general, los grados especificados en esta sección deben usarse en caminos sin otras subcapas de pavimento. Las atenciones ambientales se refieren al cuidado del medio ambiente durante el suministro, de transporte, colocación y compactación de los materiales declarados. Material granular natural o tratado, compactado y clasificado que aguanta claramente las cargas y tensiones del tráfico. Debe tener el importe adecuado del material aglutinante fino para así tener unidas las partículas. Actúa tal como una superficie rodante en vías / carreteras y aceras tipo: móvil correspondiente a material propio o grava traída y seleccionada por agitación, tiene un índice de plasticidad de 912, para carreteras pequeñas con menos de 50 vehículos / día. Hecho afirmativo Pertenece a material propio o seleccionado por agitación, con un índice de plasticidad de 912, para vías de tránsito medio y bajo, 50 a 100 vehículos por día. El balance de peso

corresponde a un material propio o grava seleccionada por agitación, con un índice de plasticidad de 9 a 12, en las vías de circulación frecuente y cargante de 200 a más vehículos por día [19].

Los modelos de clasificación de suelos proporcionan una comunicación común para abordar brevemente las propiedades comunes del suelo. Hay dos métodos ajustados según el tamaño de grano y la plasticidad del suelo: AASHTO existió fundamentado con la esencia de definir la beneficio de un material para su empleo en la reconstrucción de vías / carreteras de integración, y consiente en resolver la calidad relativa del relleno, sustrato, subcapa y suelo base. Este método divide los suelos inorgánicos en siete grupos, asignados de A-1 al grupo A-7, considerando al grupo A-1 como el máximo suelo para usar en la subclase, como indica buen material, calibrado para incluir arena. Grava, con bajo contenido en arcilla como cemento. Los suelos orgánicos están clasificados A-8, por lo tanto cualquier suelo que tenga finos, se pueda asemejar por lo tanto su índice de grupo (IG): a mayor IG, de baja calidad es el suelo. Entonces el modelo de clasificación se norma con los siguientes detalles: (a) dimensión del grano (% que transitan en la malla N°10, N°40 y N°200) (b) plasticidad (LL, IP) (c) sobre tamaños (no suman, pero se restan). Método USCS fue demostrado por el método de Casagrande, con el resultado de manejarlo en el mundo de la edificación de grandes obras de aeropuertos, y el sistema modelo en la selección de suelos para la construcción. Este modelo los clasifica a los modelos de suelos en 2 equipos estaría con la repartición granulométrica, las muestras de suelo es granular si más del 55% no pasa por el tamiz N°200, es fino, si el 55% a más del material, pasaría por este tamiz. El tipo de método de selección se orienta en los siguientes estándares: (a) % de grava y % de arena (b) % de finos (c) LL e IP (d) Cc y Cu. [20] Procedimiento del sistema AASHTO. Este modelo salió en el año 1929 y cambiado en el año 1945 por la carrera pública de vías de los EUA. Menciona el proceso clasifica los suelos en 7 grupos, según el tamaño de partícula, el límite de plástico y el límite de fluidez. Este método define un índice de colección específico. El valor del índice de la variable siempre debe especificarse entre paréntesis. Este técnica define: Grava: un material que se pasa a través de un

tamiz de 80 mm y se mantiene en un tamiz de 2 mm. Arena: El material desfila por un tamiz de 2 mm y se mantiene en un tamiz de 0,08 mm. Arcilla, sustancia que desfila por un tamiz de 0,08 mm. [20].

**Tabla 2.** Determinación del suelo según el método AASHTO M145.

Clasificación general	Suelos granulosos 35% máximo que pasa por tamiz de 0,08mm							Suelos finos más de 35% pasa po el tamiz de 0.08 mm				
Grupo	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7	
Simbolo	A1-a	A1-b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7				A7-5	A7-6
Analisis granulométrico												
%% que pasa por el tamiz												
2 mm	máx.50											
0.5 mm	máx.30	máx.50	máx.50									
0.08 mm	máx.15	máx.25	máx.10	máx.35	máx.35	máx.35	máx.35	mín.35	mín.35	mín.35	mín.35	mín.35
Limites Atterberg				máx.40	mín.40	máx.40	mín.40	máx.40	máx.40	máx.40	mín.40	mín.40
Límite de liquidez índice de plasticidad	máx.6	máx.6		máx.10	máx.10	mín.10	mín.10	máx.10	máx.10	mín.10	mín.10	mín.10
Índice de grupo	0	0	0	0	0	máx.4	máx.4	máx.8	máx.12	máx.16	máx.20	máx.20
Tipo de material	Piedras, gravas y arena		Arena Fina	Gravas y arenas limosas y arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcilloso		
Estimación general del suelo como subrasante	De excedente a bueno						De pasable a malo					

Fuente: MTC 2014.

Clasificación de suelos según el sistema SUCS este ordenamiento se iguala al mapa de plasticidad, esta se orienta en grano fino y grano grueso. De igual forma, “En los secundarios se encuentran grava y arena”. Este método fue elaborado Casagrande, Arthur en 1942, para dar conocimiento para la construcción de grandes aeropuertos en el espacio ocurrido de la II guerra mundial, y clasifica los suelos en: 1) Espacio de grano corpulento es de tipo cascajo arcilloso menores del 50% pasan la red N.ª 200. Los específicos del conjunto comienzan con G o S. 17. 2) espacios de grano fino con 50% o superiores, ingresa la red N°. 200. Los

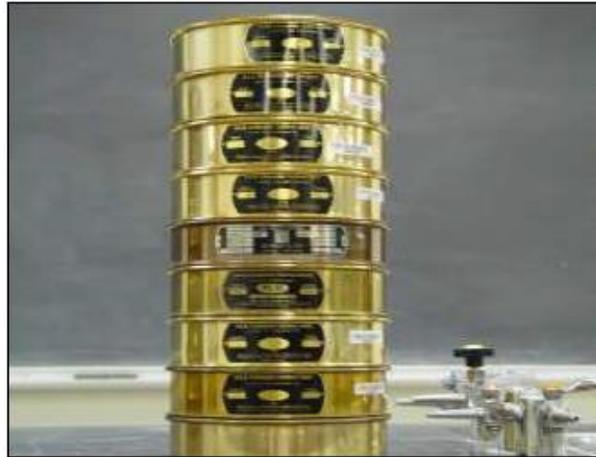
adjudicados del espacio son M, C, O y Pt. En la investigación de Casagrande Arthur se identificó que invaden los suelos en una organización preparada que poseen una conclusión líquido en la reacción a las abscisas y el I.P. de las estructuradas, su agrupación no es en representación fortuita, de carácter para la nómina de presentación se relacionen entre suelos variados conformaciones (propiedades mecánicas e hidráulicas, elasticidad) localizar [21].

**Tabla 3.** Simbología del suelo sistema SUCS

TIPO DE SUELO	PREFIJO	SUBGRUPO	SUFIJO
Grava	G	Bien graduado	W
Arena	S	Pobrementemente graduado	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Orgánico	O	Límite líquido alto (>50)	H
Turba	Pt	Límite líquido bajo (<50)	L

Fuente: UEES 2001

Granulometría es la selección de tamaño del suelo, este establece comprobar la proporción donde actúan las partículas de los suelos por tamaños. La separación se logra separando el suelo, dependiendo del tamaño, lo cual es importante porque la competencia y la eficiencia se determinan a partir del enfoque geosintético. Se caracteriza dos campos de ensayos de laboratorio, por tamizado para partículas gruesas (grava y arena) y por caídas de partículas finas del suelo como limo y arcilla, que no se pueden distinguir por tamizado porque tiene propiedad dúctil, mallas o tamices con orificios de diferentes tamaños, cada uno con un porcentaje de mallas retenidas, calculado teniendo en cuenta el material retenido en cada agujero [22].



*Figura 3. Juego de tamices*

Fuente: propia

Un análisis granulométrico tiene como finalidad obtener una repartición de las partículas del suelo, dependiendo del tamaño, pueden variar desde algunas que se pueden recoger con la mano hasta otras que se deben observar con un microscopio. El análisis del tamaño de partículas es de gran importancia para la ingeniería civil ya que se utiliza para diseñar carreteras, presas, canales, diques, alcantarillas o simplemente para determinar las propiedades del suelo, la información adicional obtenida se utiliza para completar estudios de permeabilidad del suelo y así predecir el movimiento del agua a través de este [23].

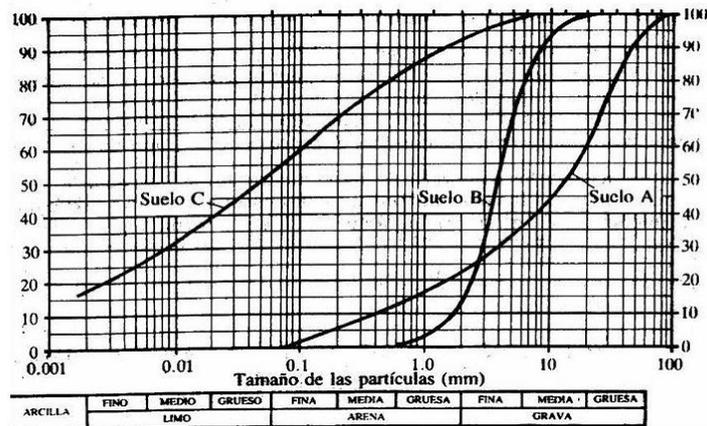


Figura 4. La Curva granulométrica

Fuente: El Manual suelos y pavimentos

El contenido de humedad de un suelo es la enumeración, difundida como un tanto por ciento, desde el peso del agua en un volumen dado del suelo, hasta el peso en la variedad de partículas sólidas. Esta función identifica el peso del agua extraída, evaporando el suelo húmedo a peso variable en un horno controlado a  $110 \pm 5$  °C. La muestra del peso del suelo sobrante del horneado se usa para el peso y muestra de las partículas sólidas. La masa perdida por evaporación se considera el peso del agua. El secado en el horno por este método (a 110 ° C) no menciona resultados validos cuando los suelos que contienen yeso u otros minerales contienen grandes proporciones de agua para absorción o cuando los suelos contienen grandes variedades de materia orgánica. Los valores fiables del contenido de humedad del suelo se obtienen secando en un horno a 60 ° C o en un deshidratador a temperatura de ambiente [24].

Ensayo Proctor modificado, la compactación es uno divisor clave para una resistencia óptima del suelo, asimismo se tienen en cuenta la humedad y densidad. Además, la prueba de proctor es equivalente a una mejor compactación a ciertos niveles de fuerza. La compresión es un evolución que se hace con métodos mecánicos en el que las partículas del suelo se ven impuestas a adherirse entre sí, eliminando el oxígeno y cambiando la solidez de la masa del suelo, incluida una acción rápida disminución en la densidad del suelo. “El cambio fundamental para este es el volumen del aire” [25]

Tabla 4. Resumen de ensayo proctor modificado.

TIPO DE ENSAYO	PROCTOR ESTÁNDAR ASTM D698 - 91(98)			PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557 - 91(98)		
	A	B	C	A	B	C
METODO						
CONDICIONES PARA ELECCION DEL METODO	% RET. ACUM. N° 4 <= 20%	% RET. ACUM. N° 3/8 <= 20%	% RET. ACUM. N° 3/4 <= 30%	% RET. ACUM. N° 4 <= 20%	% RET. ACUM. N° 3/8 <= 20%	% RET. ACUM. N° 3/4 <= 30%
TIPO DE MATERIAL A UTILIZARCE	Tamiz por la malla N° 4	Tamiz por la malla N° 3/8	Tamiz por la malla N° 3/4	Tamiz por la malla N° 4	Tamiz por la malla N° 3/8	Tamiz por la malla N° 3/4
N° DE CAPAS (n)	3	3	3	5	5	5
N° DE GOLPES (N)	25	25	56	25	25	56
DIAMETRO DEL MOLDE (cm)	10.16 (+/-)0.04	10.16 (+/-)0.04	15.24 (+/-)0.07	10.16 (+/-)0.04	10.16 (+/-)0.04	15.24 (+/-)0.07
ALTURA DEL MOLDE (cm)	11.64(+/-)0.05	11.64(+/-)0.05	11.64(+/-)0.05	11.64(+/-)0.05	11.64(+/-)0.05	11.64(+/-)0.05
VOLUMEN DEL MOLDE (V) (cc)	944(+/-)14	944(+/-)14	2124(+/-)25	944(+/-)14	944(+/-)14	2124(+/-)25
PESO DEL MARTILLO (W) (kg)	2.5(+/-)0.01	2.5(+/-)0.01	2.5(+/-)0.01	4.54(+/-)0.01	4.54(+/-)0.01	4.54(+/-)0.01
ALTURA CAIDA DEL MARTILLO (h) (cm)	30.48(+/-)0.13	30.48(+/-)0.13	30.48(+/-)0.13	45.72(+/-)0.16	45.72(+/-)0.16	45.72(+/-)0.16
DIAMETRO DEL MARTILLO (cm)	5.080(+/-)0.025	5.080(+/-)0.025	5.080(+/-)0.025	5.080(+/-)0.025	5.080(+/-)0.025	5.080(+/-)0.025
ENERGIA ESPECIFICA DE COMPACTACION	6.054	6.054	6.054	6.027	27.485	27.485
OBSERVACIONES:	CORREGIR EL OPTIMO DE HUMEDAD Y LA MAXIMA DENSIDAD SECA OBTENIDA, UTILIZANDO EL METODO ASTM D4718					
NOTA:	CUANDO MAS DEL 5% DE LA MUESTRA TOTAL ES RETENIDO SOBRE LA MALLA N° 4, SE HARA LA CORRECCION POR ESTA NORMA					

Fuente: ASTM D698 Y ASTM D 1557-2018

[...] Las evaluaciones de proctor estándar y el proctor modificado están elaboradas para distintos tipos de suelos. Como el límite estándar para la curva de presión proctor es del 86% al 98% del valor superior paralelo a la demostración modificada; El elemento principal es un objetivo de determinar la conexión paralela en las dos pruebas. [25].

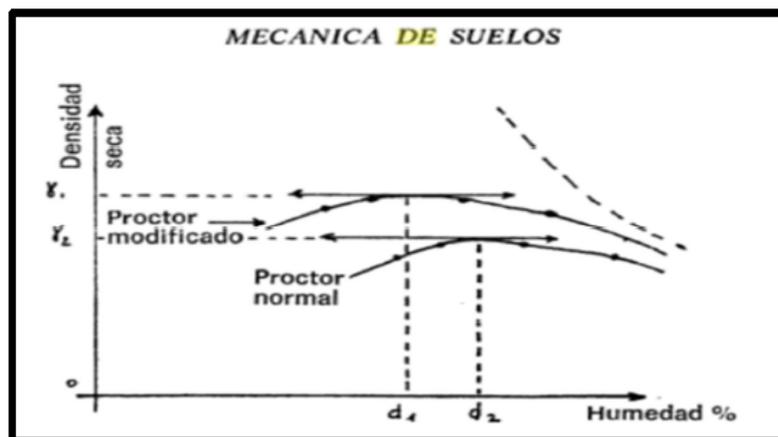


Figura 5. Método proctor

Fuente: mecánica de suelo 1975

El límite de ATTERBERG define el volumen específico del líquido para verificar una arcilla instalada, molida, puede cambiar a diferente circunstancia de densidad relativa. [26]. El procedimiento más recomendado para cuantificar son: el límite de humedad de Atterberg, límites de Atterberg, se pronuncian de distintas variaciones en un resultado como al otro conforme a las normas AASHTO [27].



Figura 6. Límites de Consistencia (Atterberg)

Fuente: ASTM D 1883

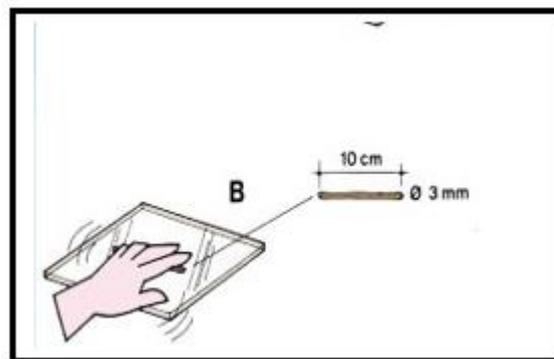
Albert Mauritz Atterberg determino los límites de consistencia en suelos finos, para asegurar su comportamiento y funcionamiento. Estos límites son: límite de pegajosidad, límite de cohesión, limite plástico, límite de contracción y limite líquido. El límite líquido se asigna para el índice de humedad del suelo, por abajo del mismo se designa una maleabilidad plástica. Cuando el suelo posee un resultado de humedad por encima del límite de líquido, se describe como un líquido viscoso. [28].



*Figura 7.* Equipo de laboratorio casa grande

Fuente: mecánica de suelo 1975

Atterberg definió el límite plástico como el límite existente entre los estados semisólido y plástico del suelo. En el laboratorio, este confinamiento se determina como el instante, en conceptos de humedad, en la bobinas de unos 3 mm de diámetro inician a desmoronarse y agrietarse. Es relevante señalar que Terzaghi sugiere el diámetro de los rodillos, ya que Atterberg nunca menciona esta cita. El I.P. es la distinción entre los valores límite plástico y límite líquido. Un índice de plasticidad menor o bajo se debe a que existe uno de tipo liviano aumentando en la humedad del suelo convirtiendo así el suelo de un cambio semisólido a otro estado líquido, es decir, el suelo es muy sensible a las variaciones para el contenido de humedad. Sin embargo, un índice de plasticidad superior, determina que para que un suelo pase del estado semisólido al líquido, incorpore una buena dosificación de agua [29].



*Figura 8.*Consistencia de suelo método rollo

Fuente: ASTM D 1883

California Bearing Ratio (CBR) Es un ensayo de laboratorio donde califica su capacidad de mantener el suelo, calcula su firmeza, y ajustan las tensiones potenciales a las que estará expuesto el suelo, pero no se igualan los efectos de

las cargas de tráfico. Proporcionan las situaciones e intervenciones en la preparación para soportar los sustratos como sostén para tensiones fuertes, dependiendo del espesor alcanzado en su contenido de humedad, los sustratos impregnados tienen una variación de soporte pequeña que las superficies no superpobladas, requiere una menor correlación de humedad que apoyar fácilmente la tierra [30]. Es de importancia realizar pruebas para conocer la vía logrando elaborar una demostración elemental como el CBR, esta evaluación muestra el uso de carga y desvío para dar un juicio de que no es lo mismo que el terreno que se obtendrá cuando se use para varios propósitos avanzados. [31].

$$C.B.R. = 100 \times \frac{\text{Carga Unitaria del Ensayo}}{\text{Carga Unitaria Patrón}}$$

Figura 9. Expresión de método de CBR

Fuente: ASTM D 1883

El CBR se utiliza para establecer una conexión entre la conducta del suelo, primeramente para la aplicación en el asiento de la subrasante en asfaltos de pista aéreas y vías vehiculares” [32].

Tabla 5. Clasificación del suelo en puesto de la subrasante.

CBR	Calificación	Uso	SUCS	AASHTO
0-3	Muy pobre	Subrasante	CH, MH	A5, A6, A7
3-7	Pobre - Regular	Subrasante	CH, MH	A4, A5, A6, A7
7-20	Regular	Subrasante	CL, ML, SC, SM, SP	A2, A4, A6, A7
20-50	Bueno	Base-Subbase	GM, GC, SW, SM, SP, GP	A1b, A2-5, A3, A2-6
>50	Excelente	Base	GW, GM	A1a, A2-4, A3

Fuente: Manual de laboratorio de suelos para ingeniería civil.

También se tiene que clasificar a los suelos como los distintos tipos y categorías de subrasante [33].

**Tabla 6.** *Clasificación de la subrasante.*

<b>Categorías de Subrasante</b>	<b>CBR (%)</b>
S <sub>0</sub> : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S <sub>1</sub> : Subrasante Pobre	3% ≤ CBR < 6%
S <sub>2</sub> : Subrasante Regular	6% ≤ CBR < 10%
S <sub>3</sub> : Subrasante Buena	10% ≤ CBR < 20%
S <sub>4</sub> : Subrasante Muy Buena	20% ≤ CBR < 30%
S <sub>5</sub> : Subrasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicación, 2014.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

##### **Tipo de investigación**

Se denomina una investigación científica al análisis que se manifiesta en la observación de fenómenos que se inducen o manipulan en un laboratorio [34]. Esta investigación es de manera aplicada debido que se aplicara en porcentajes de 4%, 8% y 12% la ceniza de boñiga, el tipo de ceniza será aplicada a diferentes demostraciones de investigación de mecánica de suelos, con el propósito de observar y confrontar la adición de ceniza de boñiga mejorara las propiedades mecánicas y físicas del suelo, debido a que nos brindara una investigación sistemática que recoge y examina datos de reales de la zona.

##### **Enfoque de investigación**

El proceso del enfoque de investigación define el enfoque cuantitativo y cualitativo de la investigación de manera general y la aplica a las diferentes perspectivas también sugiere una idea de una relación con la investigación que indica que puede existir una posibilidad de mezclar los dos enfoques de explicación [35]. En este proyecto de investigación el principal enfoque de investigación es cualitativo debido a que el resultado obtenido será de tipo numérico.

##### **El diseño de investigación**

El diseño se concreta como las técnicas y métodos que el investigador opta combinar de manera razonable para que el problema de investigación se resuelva de modo razonable. [36]. El diseño actual de la investigación es experimental de tipo cuasi experimental por lo que se determinara el cambio para lo cual se estudiara de una muestra del suelo el nivel de subrasante de la avenida aviación de la ciudad de Puno, el cual consiste añadir diferentes porcentajes y/o

cantidades de agregación de ceniza de boñiga a muestras de un tiempo futuro para la variable independiente.

El nivel de investigación

El nivel de investigación tiene la intención describir, garantizar, explicar y poder predecir la conducta de los hechos o fenómenos para buscar nuevos conocimientos y conclusiones [37]. El nivel utilizado en la investigación es de un nivel explicativo porque conocerá el grado de interpretación resultante para mejorar el sustrato después de que se incorpore la ceniza de boñiga de forma independiente y se explicará en detalle el procedimiento de aplicación.

### **3.2. Variables y operacionalización**

Las ideas de variables siempre van relacionado a las hipótesis de investigación. Una variable puede detallar diferentes valores en un conjunto establecido y cuya variación es apto de ser medida. Una encuesta cualitativa o cuantitativa requiere traducir sus conceptos generales en variables; El nivel de medición y la fuerza de las pruebas de laboratorio dependen de esta definición de trabajo. [38].

Variable 1: Ceniza de boñiga.

Variable 2: Subrasante.

La operacionalización de conceptos es una transformación que es parte de la investigación de tipo cuantitativa. Como resultado, se definen y asignan dimensiones y características para aclarar las variables e indicadores de especificación. [39]. (Ver matriz de operacionalización en el anexo 1)

### **3.3. Población muestra y muestreo**

#### **Población**

Una población es la suma de ciudadanos, objetos o medidas que poseen en diferentes tipos de características simples que se logran verificar en un sitio

definido y en un punto específico [40]. En la actual investigación la principal población está conformada por toda de la avenida aviación, que está conformada por 12 km. En la avenida aviación – Puno.

## **Muestra**

El muestreo consiste en seleccionar los grupos de estudio a través de la elección de una muestra, denominada como parte representativa de una población, constituida mediante unidades de muestreo que son los ítems objeto de estudio, a partir del muestreo como instrumento de investigación científica con el objetivo principal de reconocer la población como objeto de estudio [41]. La muestra que se empleó para la investigación es de 1 km entre la progresiva 02+500 al 03+500 en la avenida aviación–Puno, donde se realizara 03 calicatas.

### Unidad de análisis

La unidad de análisis es la fracción del documento o la comunicación se considera un factor que sustenta la investigación [42]. El análisis unitario de este trabajo de investigación vendría hacer la avenida aviación donde se realizara 03 calicatas para extraer el material y realizar las pruebas de mecánica de suelos.

## 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

### Técnicas

Son instrumentos donde se encuentran establecidos y estructurados para realizar unos procedimientos de recolección de datos eficientes, estas técnicas se aplican a muestras grandes, obtienen respuestas objetivas de muestras de investigación y son técnicas que se pueden replicar porque son confiables [43]. En la actual investigación se utilizaran las técnicas de observación directa, dentro del estudio se evaluara e identificara las zonas más dañadas y criticas del tramo, de esa manera detallaran los lugares de donde se tomaran la boñiga para su procesamiento a ceniza.

### Instrumentos de recolección de datos

Todo instrumento de recolección de variables en una investigación científica, debe ser verídico, que tenga validez, si alguno de estos instrumentos no cumple no será de utilidad para sacar los resultados óptimos [44]. Los instrumentos que se tomara para la investigación son las pruebas de contenido de análisis granulométrico de suelos, humedad de un suelo, límite plástico (LP), límite líquido (LL) (IP), compactación de suelos en laboratorio proctor modificado y culminando el ensayo de CBR de los suelos en el laboratorio.

#### Validez

La validez del instrumento de medición no presenta problemas importantes al medir o cuantificar variables objetivas, como peso, volumen o estatura, porque los datos son veraces [45]. La validez en la actual investigación es mencionada por un grupo de grandes profesionales acreditados y técnicos laboratoristas.

#### Confiabilidad de los instrumentos

La validez y la fiabilidad demuestran de forma fiable que la herramienta satisface las necesidades de la investigación [46]. La fiabilidad de las herramientas de estudio es tener un laboratorio acreditado y confiable de igual manera los instrumentos empleados en el laboratorio sean certificados de calibración respectivamente para generar confianza en los resultados obtenidos en laboratorio sean verdaderos.

### **3.5. Procedimientos**

El procedimiento de la siguiente investigación donde se tuvo que realizar el estudio de suelo en la avenida aviación de la ciudad de Puno, aquí se realizó la excavación de 03 calicatas en las siguientes progresivas km 01+500 Lado/Derecho, km 02+500 Eje, y km 03+500 Lado/Izquierdo, de la vía, para posteriormente extraer el material de origen a una profundidad de 1.50 mts. Una vez extraído el material se procede a embolsar el material, previamente identificando cada bolsa, luego el material es trasladado al laboratorio donde se procesara la caracterización físico y mecánica de la muestra de suelo, también se adquirió la boñiga recogéndolo en la zona rural para luego quemarlas a una temperatura de 650°C, para adquirir la ceniza de boñiga y luego se harán los ensayos correspondientes como el ensayo Análisis granulométrico, humedad

natural, límites de consistencia, proctor modificado, y CBR, las muestras fueron obtenidas en estado natural de la calicata C1,C2 y C3 para determinar , la clasificación de los suelos se realizó mediante el sistema AASTHO-NTP 339-135,2014 y SUCS NTP 339-135,2014, Posteriormente se realizaron 06 ensayos de límites de Atterberg para verificar el índice de plasticidad de las muestras para el estudio y análisis del límite liquido según norma MTC E-110,2016 y L.P. MTC E-111,2016. Donde se obtuvieron el I.P. las muestras fueron obtenidas de la siguiente manera, 01 ensayo de la muestra del estado natural de la C-3, 04 ensayos con las muestras por separado obtenidas del suelo de la calicata C-3 con adición del 4%,8% y 12% de ceniza de boñiga, de igual manera se realizaron 04 ensayos de proctor modificado (MTC E -115,2000) para verificar su máxima densidad seca y su contenido óptimo de humedad , las muestras se obtuvieron de la siguiente manera: 01 ensayo en estado natural C-3, 03 ensayos con las muestras por separado obtenidas del suelo de la calicata C-3 con adición del 4%, 8% y 12% de ceniza de boñiga de igual manera se realizaron 04 ensayos de CBR para determinar su capacidad de resistencia del suelo, las muestras se obtuvieron de la siguiente manera: 01 ensayo en estado natural de la C-3, 04 ensayos con las muestras por separado obtenidas del suelo de la calicata C-3 con la adición del 4%,8% y 12% de ceniza de boñiga. Las muestras de la calicata C-3 manejado para el desarrollo de la presente investigación fueron tratadas de acuerdo a los procedimientos establecidos para que no se alteren los resultados, estos resultados obtenidos del laboratorio ACS Actividades en Construcción y Servicios se logró estudiar minuciosamente las propiedades físicas y mecánicas de las muestras del suelo obtenidos en las calicatas C-1, C-2 y C-3.



*Figura 10.Calicata 01+500*



Figura 11. Calicata 03+500



Figura 12. Quema de Ceniza de boñiga.

Tabla 7. Resumen de resultados de laboratorio.

Muestra	Clasificación de suelo		Contenido de humedad	Límites Atterberg			Proctor Modificado		CBR				
	SUSCS	AASHTO		ASTM D 2216/MTCE108	Límite Líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad	Densidad máxima seca	Óptimo contenido de humedad	95%		100%	
										%	%	%	g/cm <sup>3</sup>
C - 01	SC - SM	A-1-b(0)	4.0	17.0	11.0	6.0	2.009	8.91	19.6	21.7	29.3	32.8	
	Arena limo arcilloso con grava												
C - 02	SC - SM	A-1-b(0)	3.4	17.0	12.0	5.0	2.000	6.26	18.2	20.1	30.1	33.6	
	Arena limo arcilloso con grava												
C - 03	GS	A-2-4(0)	4.3	18.0	10.0	8.0	1.909	8.07	19.2	21.1	28.4	31.1	
	Grava arcillosa con arena												

Fuente: elaboración propia.

### **3.6. Método de análisis de datos.**

El método de análisis de resultados del actual trabajo de investigación consiste para la realización de experimentos donde el investigador presenta datos para lograr los objetivos del estudio. El método de análisis es hipotético para ver como la ceniza de boñiga afectan dentro del suelo combinado en sus propiedades mecánicas y físicas, también es deductivo porque mediante las pruebas de laboratorio se obtendrán resultados esperados.

### **3.7. Aspectos éticos**

Los aspecto éticos son la resolución establecida por el consejo universitario N° 0126-2017/UCV. También hacemos referencia al manual estilo ISO 690, este documento a adaptación del estilo de International Organization for Standardization (ISO) y el Manual de estilo de la Universidad Cesar Vallejo.

## IV. RESULTADOS

### Descripción de la zona de estudio

#### Ubicación política

La actual investigación se desarrolló en la av. aviación del departamento de Puno, Provincia de Puno.



Figura 13. Mapa del Perú

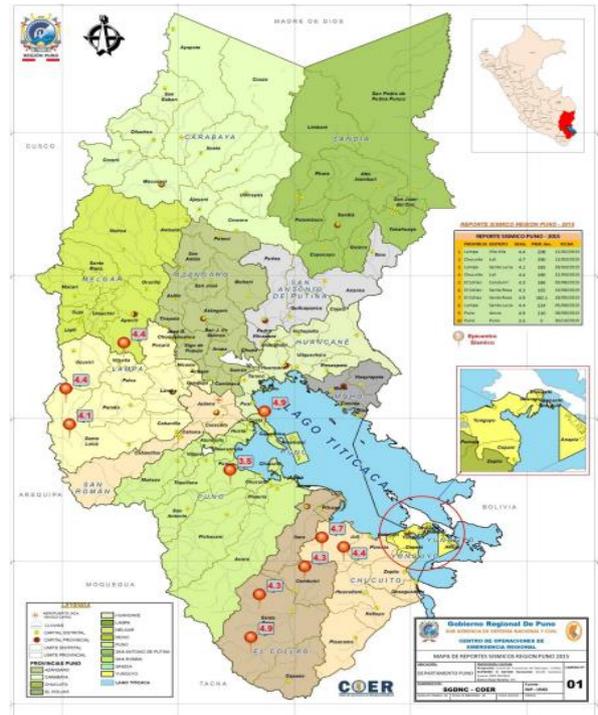


Figura 14. Mapa del Puno

#### Ubicación del proyecto

El proyecto de investigación tiene como ámbito de estudio s encuentra en el distrito de Puno, la cual se encuentra al oeste de la ciudad donde se ubica la av. Aviación, la cual conecta de con la nueva vía de evitamiento Juliaca – Laraqueri, la av. Aviación cuenta con una longitud de 6 km. El cual es una arteria muy importante para los pobladores y los transportistas.



Figura 15. Mapa de la provincia de Puno.



Figura 16. Mapa de la zona de estudio Aviación distrito de Puno.

### Limites

- Norte : Limita con la región Madre de Dios.
- Sur : Limita con la región de Tacna.
- Este : Limita con el país de Bolivia.
- Oeste : Limita con la región de Moquegua Arequipa y Cuzco.

### Ubicación geográfica

La ubicación geográfica de la ciudad de Puno tiene los siguientes coordenadas geográficas: latitud sur 13°00 00 y 71° 06 57 y 68°48 46 de longitud oeste del meridiano de Greenwich, su extensión territorial es de 71 898 0 km<sup>2</sup> con una altitud de 3 827 msnm y con una población de 219.494 habitantes según (2018 INEI).

### Clima

El Clima del altiplano puneño es frío y seco con estaciones lluviosas para los meses de diciembre a febrero, En Puno los veranos son breves, ya que la gran mayoría de días son nublados y los inviernos son fríos con presencia de heladas

que bajan la temperatura que bajan hasta los  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  por lo tanto el clima de Puno es muy variado.

**Objetivo específico 1:** Determinar la aplicación de ceniza de boñiga para la Plasticidad en el mejoramiento de la subrasante de la avenida aviación.



Figura 17. Ensayo granulométrico con incorporación de ceniza de boñiga.



Figura 18. Ensayo de plasticidad con incorporación de ceniza de boñiga.

**Tabla 8.** Resultado limite plástico, limite líquido, e índice de plasticidad con adición de ceniza de boñiga.

Calicata	Muestra		Limite Líquido (LL) %	Limite Plástico (LP) %	Índice de Plasticidad (IP) %
C-3	Muestra Patron	Muestra A	18.0	10.0	8.0%
	Dosificación (4 %) ceniza de boñiga	Muestra B	16.0	9.0	7.0%
	Dosificación (8 %) ceniza de boñiga	Muestra C	15.0	9.0	6.0%
	Dosificación (12 %) ceniza de boñiga	Muestra D	15.0	8.0	7.0%

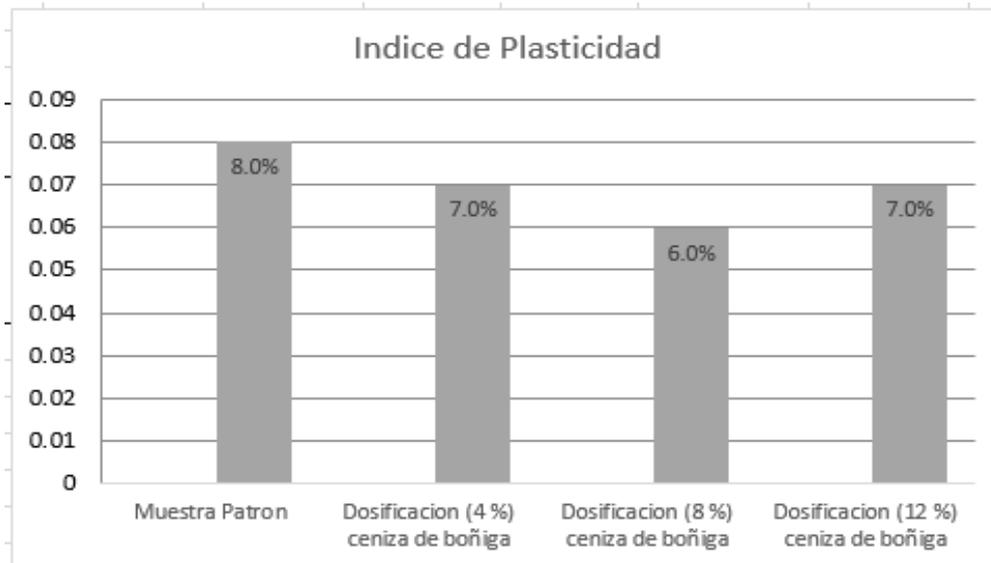


Figura 19. Evaluación del índice de plasticidad.

Según la tabla 8 y la figura 19 se determinó para el suelo patrón que el L.L. de la muestra es 18.0% y el L.P. de 10.0% de tal manera el I.P. es de 8.0% por lo que corresponde a la clasificación de suelos aun suelo arcilloso de baja plasticidad que está en el rango de  $IP < 20$  determinando con una plasticidad media, y con la incorporación de ceniza de boñiga al 4% 8% y 12% se logró índices de plasticidad de 7% 6% y 7% debidamente esto indica una disminución para las dosificaciones de 4% y 12% en 01 punto de valor del IP y también disminuye 02 punto en el IP en la dosificación de 8% por lo que pertenece y conserva según su clasificación a un suelo grava arcilloso con arena lo que significa que está en el rango de  $IP \leq 20$  y  $> 6$  estableciendo una plasticidad media.

**Objetivo específico 2:** Determinar la aplicación de ceniza de boñiga en el óptimo contenido de humedad y densidad máxima seca de la subrasante de la avenida aviación.



Figura 20. Espécimen que se compactara con la adición de ceniza de boñiga.



Figura 21. Ensayo de compactación con adición de ceniza de boñiga.

**Tabla 9.** Resultado del contenido Humedad Optima y Densidad máxima seca Proctor Modificado con adición de ceniza de boñiga.

Calicata	Muestra		Humedad Optima %	Densidad Maxima Seca (grs/cm <sup>3</sup> )
C-3	Suelo Patron	Muestra A	8.07	1.909
	Adicion (4 %) ceniza de boñiga	Muestra B	7.04	1.991
	Adicion (8 %) ceniza de boñiga	Muestra C	8.41	2.009
	Adicion (12 %) ceniza de boñiga	Muestra D	7.99	2.057

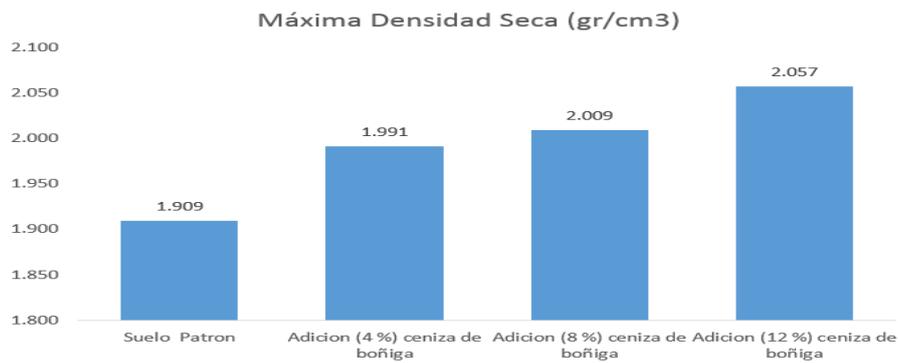


Figura 22. Valores del Máxima Densidad Seca incrementando 4% 8% y 12% de ceniza de boñiga

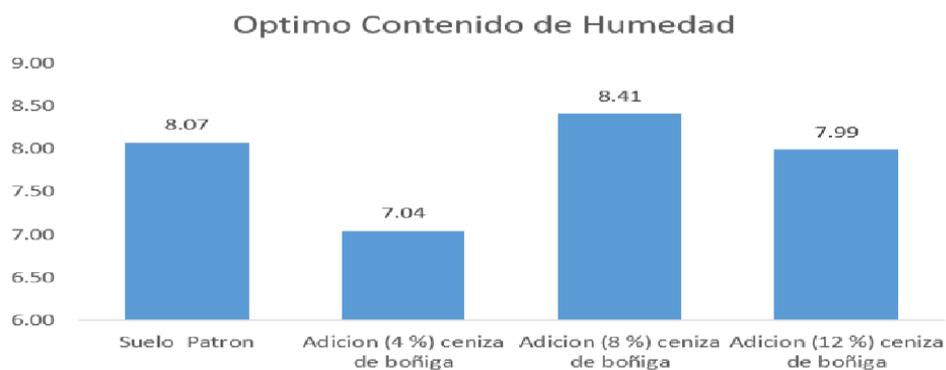


Figura 23. Valores del contenido de humedad incrementando 4% 8% y 12% de ceniza de boñiga

Según la tabla 9 y figura 22, se observa la densidad máxima seca donde se puede observar que con la adición de ceniza de boñiga (C.B) a 4% su densidad máxima se es de 1.991gr/cm<sup>3</sup> y con la adición de C.B a 8% su densidad máxima se es de 2.009 gr/cm<sup>3</sup> y por ultimo con la adición de C.B. a 12% su densidad máxima se es de 2.057gr/cm<sup>3</sup>, de modo que se puede conocer la densidad máxima seca, también manifiesta en la tabla 9 y figura 23 se observa el Optimo contenido de humedad donde se puede observar que con la adición de C.B. a 4% su humedad optima es de 7.04% y con la adición de ceniza de boñiga a 8% su humedad optima es de 8.41% y por ultimo con la adición de ceniza de boñiga a 12% su humedad optima es de 7.99% de modo que se puede conocer la humedad óptima.

**Objetivo específico 3:** Determinar la aplicación de ceniza de boñiga para la Resistencia en el mejoramiento de la subrasante de la avenida aviación.



Figura 24. Ensayo de CBR con adición de ceniza de boñiga



Figura 25. Registro de penetración con adición de ceniza de boñiga

**Tabla 10.** C.B.R. incorporando ceniza de boñiga al 4% 8% y 12%.

Calicata	Muestra		CBR 95 %		CBR 100 %	
			2.54 cm	5.08 cm	2.54 cm	5.08 cm
C-3	Suelo Patron	Muestra A	19.2	21.1	28.4	31.1
	Adicion (4 %) ceniza de boñiga	Muestra B	23.4	25.8	36.7	40.3
	Adicion (8 %) ceniza de boñiga	Muestra C	29.4	32.6	38.8	45.5
	Adicion (12 %) ceniza de boñiga	Muestra D	30.2	33.4	49.4	54.5

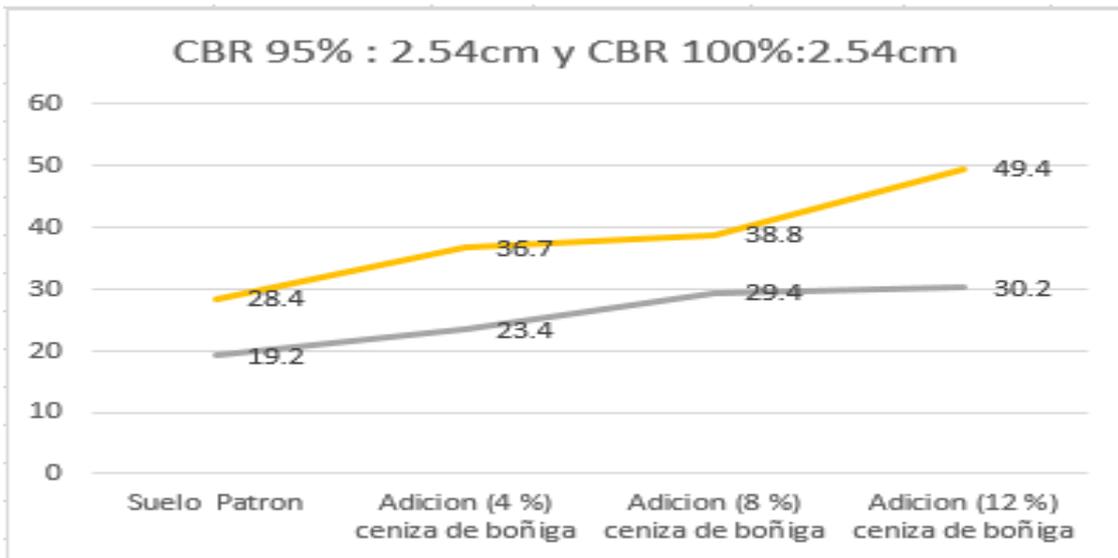


Figura 26. Valores del CBR incorporando 4% 8% y 12% de ceniza de boñiga.

Según la tabla 10 y figura 26, se verifica los resultados de la muestra patrón en el ensayo CBR al 100% estableció a 28.4% de CBR en una penetración de 0.1", también se observa que el ensayo del CBR al 95% estableció 19.2% de CBR para una penetración de 0.1", también observamos una muestra con una adición de 4% de ceniza de boñiga en el ensayo al 100% Estableció 36.7% de CBR para una penetración de 0.1" como también se verifica el ensayo de CBR al 95% estableció 23.4% de CBR en una penetración de 0.1"

También observamos con una adición de 8% de ceniza de boñiga en el ensayo al 100% estableció 38.8% de CBR para una penetración de 0.1" como también se verifica el ensayo de CBR al 95% estableció 29.4% de CBR para una penetración de 0.1" y por ultimo también se observa la muestra con una adición de 12% de ceniza de boñiga en el ensayo al 100% estableció 49.4% de CBR para una penetración de 0.1" como también se verifica el ensayo de CBR al 95% estableció 30.2% de CBR para una penetración de 0.1"

## Contrastación de Hipótesis

### Prueba de normalidad

Paso 1: Planteamiento de normalidad

Ho: La aplicación de ceniza de boñiga para la plasticidad no mejora la subrasante de la avenida aviación.

H1: aplicación de ceniza de boñiga para la plasticidad mejora la subrasante de la avenida aviación.

Paso 2: Nivel de significancia

$$\alpha_j = 5\% (0.05)$$

Paso 3: Elección de la prueba estadística

n > 50...K-s <

n ≤ 50...S-w

**Tabla 11.** Prueba de normalidad de la plasticidad.

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístic	gl	Sig.	Estadístic	gl	Sig.
PLASTICIDA	,2			,9		,6
CENIZA_B	,1			,9		,9

a. Corrección de significación de Lilliefors

Paso 4: Regla de decisión

Si  $p \leq 0.05$

Se rechaza la hipótesis nula

p- valor = 0.0683

$0.0683 > 0.05$  entonces se acepta la hipótesis nula

Paso 5: Conclusión

Los datos de la variable de la plasticidad al mejoramiento de la subrasar con aplicación de ceniza de boñiga con un nivel de significancia de  $\alpha$  usamos la correlación de Pearson ya que la variable tiene normalidad

Correlación de Pearson

Paso 1: Planteamiento de normalidad

$H_0$ : La aplicación de ceniza de boñiga para la plasticidad no mejora la subrasante de la avenida aviación.

$H_1$ : aplicación de ceniza de boñiga para la plasticidad mejora la subrasante de la avenida aviación.

Paso 2: Nivel de significancia  $\alpha = 5\% (0.05)$

Paso 3: Prueba estadística (coeficiente de correlación de Pearson)

**Tabla 12.** *Correlación de la plasticidad.*

	PLASTICIDA	CENIZA_
PLASTICIDA	Correlación de Pears	-,6
	Sig. (bilateral)	,3
	N	
CENIZA_B	Correlación de Pears	-,6
	Sig. (bilateral)	,3
	N	

Paso 4: Regla de decisión

Si  $p\text{-valor} \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula

$p\text{-valor} = 0.0000001887$

$0.0000001887 < 0.05$  entonces se acepta la hipótesis alterna

Paso 5: Conclusión

Existe evidencia estadística significativa para decir que la variable de la plasticidad con adición de ceniza de boñiga en 4% ,8% y 12% esta relacionado de manera directa con la subrasante ( $r = -0.632$ )

### Prueba de normalidad

Paso 1: Planteamiento de normalidad

Ho: La aplicación de ceniza de boñiga para la Compactación no mejora la subrasante de la avenida aviación.

H1: aplicación de ceniza de boñiga para la compactación mejora la subrasante de la avenida aviación.

Paso 2: Nivel de significancia

$\alpha_j = 5\% (0.05)$

Paso 3: Elección de la prueba estadística

$n > 50 \dots K-s <$

$n \leq 50 \dots S-w$

**Tabla 13.** Prueba de normalidad de la compactación

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístic	gl	Sig.	Estadístic	gl	Sig.
COMPACTACION	,2			,9		,7
CENIZA_B	,1			,9		,9

a. Corrección de significación de Lilliefors

Paso 4: Regla de decisión

Si  $p \leq 0.05$

Se rechaza la hipótesis nula  $p\text{-valor} = 0.0683$

$0.0683 > 0.05$  entonces se acepta la hipótesis nula

Paso 5: Conclusión

Los datos de la variable de la compactación al mejoramiento de la subrasante con aplicación de ceniza de boñiga con un nivel de significancia de 5% usamos la correlación de Pearson ya que la variable tiene normalidad

Correlación de Pearson

Paso 1: Planteamiento de normalidad

$H_0$ : La aplicación de ceniza de boñiga para la compactación no mejora la subrasante de la avenida aviación.

$H_1$ : aplicación de ceniza de boñiga para la compactación mejora la subrasante de la avenida aviación.

Paso 2: Nivel de significancia  $\alpha = 5\% (0.05)$

Paso 3: Prueba estadística (coeficiente de correlación de Pearson)

**Tabla 14.** Correlación de la compactación. Correlaciones

		COMPACTACION	CENIZA_B
COMPACTACION	Correlación de Pears		,96
	Sig. (bilateral)		,0
	N		
CENIZA_B	Correlación de Pears	,96	
	Sig. (bilateral)	,0	
	N		

\*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Paso 4: Regla de decisión Si  $p\text{-valor} \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula

$p\text{-valor} = 0.0000001887$

$0.0000001887 < 0.05$  entonces se acepta la hipótesis alterna

Paso 5: Conclusión

Existe evidencia estadística significativa para decir que la variable de la compactación con adición de ceniza de boñiga en 4% ,8% y 12% esta relacionado de manera directa con la subrasante ( $r = -0.967$ )

### Prueba de normalidad

Paso 1: Planteamiento de normalidad

$H_0$ : La aplicación de ceniza de boñiga para la resistencia no mejora la subrasante de la avenida aviación.

$H_1$ : aplicación de ceniza de boñiga para la resistencia mejora la subrasante de la avenida aviación.

Paso 2: Nivel de significancia

$\alpha_j = 5\% (0.05)$

Paso 3: Elección de la prueba estadística

$n > 50 \dots K\text{-s} <$

$n \leq 50 \dots S\text{-w}$

**Tabla 15.** Prueba de normalidad de la resistencia.

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA	,270	4	.	,900	4	,430
CENIZA_B	,151	4	.	,993	4	,972

a. Corrección de significación de Lilliefors

Paso 4: Regla de decisión

Si  $p \leq 0.05$

Se rechaza la hipótesis nula

$p\text{-valor} = 0.0683$

$0.0683 > 0.05$  entonces se acepta la hipótesis nula

Paso 5: Conclusión

Los datos de la variable de la resistencia al mejoramiento de la subrasar con aplicación de ceniza de boñiga con un nivel de significancia de  $\alpha$  usamos la correlación de Pearson ya que la variable tiene normalidad

Correlación de Pearson

Paso 1: Planteamiento de normalidad

$H_0$ : La aplicación de ceniza de boñiga para la resistencia no mejora la subrasante de la avenida aviación.

$H_1$ : aplicación de ceniza de boñiga para la resistencia mejora la subrasante de la avenida aviación.

Paso 2: Nivel de significancia

$\alpha_j = 5\% (0.05)$

Paso 3: Prueba estadística (coeficiente de correlación de Pearson)

**Tabla 16.** *Correlación de la resistencia.*

		RESISTENCIA	CENIZA_B
RESISTENCIA	Correlación de Pearson	1	,967*
	Sig. (bilateral)		,033
	N	4	4
CENIZA_B	Correlación de Pearson	,967*	1
	Sig. (bilateral)	,033	
	N	4	4

\*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

## V. DISCUSIÓN

Discusión 1: Según los resultados obtenidos en esta investigación para determinar la aplicación de ceniza de boñiga (C.B) para la Plasticidad en el mejoramiento de la subrasante determinó para el suelo patrón que el L.L. de la muestra es 18.0% y el L.P de 10.0% de modo que el I.P. = 8.0% que está en el condición de  $IP < 20$  determinando con una plasticidad media, luego con la incorporación de ceniza de boñiga al 4% 8% y 12% se obtuvo índices de plasticidad de 7% 6% y 7% debidamente esto indica una disminución para las dosificaciones de 4% y 12% en 01 punto de valor del IP y también disminuye 02 punto en el IP en la dosificación de 8% por lo que pertenece y mantiene según su clasificación a un suelo grava arcilloso con arena que está en el rango de  $IP \leq 20$  y  $> 6$  determinando una plasticidad media. Se discrepa con la investigación elaborada por Guia (2021) se observa una incremento de la adición de cenizas de quinua que son el 4%, 6% y 8%, de ceniza de quinua en donde el IP del suelo patrón o suelo natural con  $IP = 12$ , la incorporación de cenizas de quinua en 4%, 6% y 8% razón al peso de la muestra dieron como resultado 14%, 15% y 13% en los valores del I.P. consolidándose como suelos de tipo arcilloso, de tal manera verificando que las dosificaciones no se asemejan con relación a la incorporación de ceniza al suelo podemos mencionar que los resultados son opuestos ya que en mi investigación baja el IP en 1 y 2 puntos porcentuales y por la otra parte sube el IP 1 y 3 puntos porcentuales debido a los tipos de suelos. Como también Discrepo con la investigación de Quispe (2020) se tiene un modelo de suelos SC arcilloso en la adición de ceniza de boñiga al 1%, 3% y 5% donde determino su suelo patrón con un límite líquido de 32% límite plástico 17% y su IP es de 15% y con la adición de C.B. al 1% su L.L es de 34% y su L.P. es de 19% y su I.P. es de 15%, y con la adición de ceniza al 3% su L.L. es de 36%, su L.P. al 215 y su I.P. es de 15% y con la adición de ceniza de boñiga al 55 su L.L. es de 41% su L.P. es de 24% y su I.P. es de 17% el cual refleja que su índice de plasticidad con los incrementos de 1% y 3% mantienen su índice de plasticidad en cambio con el incremento de 5% incrementa a 17% esto quiere decir que

aumenta en un 2% su índice de plasticidad el cual el cual no se asemejan porque en esta investigación sube su índice de plasticidad y mi investigación disminuye su índice de plasticidad.

Discusión 2: Según los resultados obtenidos para establecer la aplicación de ceniza de boñiga (C.B.) para el óptimo contenidos de humedad patrón 8.07% y la densidad máxima seca de la subrasante patrón 1.0909 donde se puede observar que con la incremento de C.B. a 4% su máxima densidad es de 1.991gr/cm<sup>3</sup> y con la incorporación de ceniza de boñiga a 8% su densidad máxima se es de 2.009 gr/cm<sup>3</sup> y por ultimo con el incremento de C.B. a 12% su densidad máxima es de 2.057gr/cm<sup>3</sup>, de manera que se puede observar sube su densidad máxima seca y por otro lado el óptimo contenido de humedad donde se puede observar que con la adición de C.B. a 4% su humedad optima es de 7.04% y con la adición e incremento de C.B. a 8% su humedad optima es de 8.41% y por ultimo con la adición de C.B. a 12% su humedad optima es de 7.99% de modo que se puede conocer la humedad óptima de manera que se puede observar que baja el contenido de humedad con la adición de ceniza de boñiga. Discrepo con la investigación de Peralta (2020) se manifiestan con sus resultados del ensayo del Proctor modificado de la muestra de la C-01 y con adiciones de 2.0%, 4.0% y 8.0% de ceniza de gallinaza para cada muestra hubo un resultado en el contenido de humedad con muestra patrón es de 14.20% y con la adición de ceniza al 2% es de 14.50% con una adición de 4% es de 13.00% y con una adición de 8% su con contenido de humedad es de 14.5% de igual manera con la densidad seca patrón de 1.863 g/cm<sup>3</sup> y con la adición de 2% su densidad seca es de 1.825, con la adición de 4% su densidad es de 1.835g/cm<sup>3</sup> y con la adición de 8% su densidad seca es de 1.828g/cm<sup>3</sup>, de tal manera las dosificación casi se asemejan en dos porcentajes de 4% y 8% en la incorporación de ceniza al suelo el cual representa que en mi investigación la humedad optima disminuye y el otro aumenta en porcentajes de contenido de humedad y en la densidad máxima mi investigación aumenta de 1 punto en cambio a la otra investigación de igual manera disminuye porcentajes de humedad por lo tanto no son idénticos en este punto. Por otra parte se discrepa

con la investigación de Quispe (2020) con la incorporación de ceniza de boñiga al 1% 3% y 5% en el contenido de humedad con su muestra patrón 11.0% y con la adición de 1% de Ceniza de boñiga tiene un 11.8% y con la adición de 3% de ceniza de boñiga tiene un 12.1% y con la adición de ceniza tiene un 13.1% el cual representa que aumenta su contenido de humedad de un 11.0% a 13.1% y con relación a la máxima densidad seca en muestra patrón tenemos 1.949 gr/cm<sup>3</sup> y con la adición de 1% su máxima densidad es de 1.924 gr/cm<sup>3</sup> y con la adición de 3% su densidad máxima es de 1.912gr/cm<sup>3</sup> y con la incorporación de 5% de ceniza de boñiga su máxima densidad seca es de 1.908gr/cm<sup>3</sup> el cual representa que disminuye su densidad seca y por otra parte en mi investigación la máxima densidad seca aumenta el cual no se asemejan por ser de distintos resultados en la investigación.

Discusión 3: Según los resultados obtenidos por aplicación C.B. para la Resistencia en el mejoramiento de la subrasante que el ensayo del CBR al 95% en 2.54mm su CBR es de 19.2% de CBR y al 100% en 2.54mm su CBR es de 28.4% y con las adiciones de Ceniza de boñiga al 4%,8% y 12 % siendo los siguientes resultados al 95% con adición de 4% su CBR es de 23% con 8% su CBR es de 29% y con 12% de adición de ceniza de boñiga su CBR es de 30.2%. Concuerdan con la investigación de Quispe (2020) en caso del CBR en la muestra natural 95% en 2.54 mm su CBR es de 4.50 % y al 100% en 2.54mm su CBR es de 7.70% y con las adiciones de C.B. al 1%, 3% y 5% siendo los siguientes resultados al 95% con adición de 1% su CBR es de 19% con 3% su CBR es de 35 % y con 5% de adición de ceniza es de 41% de CBR. El cual representa de ante mano que son unos muy buenos por que superan 6% de CBR por lo tanto en las dos investigaciones superan los niveles de eficiencia de CBR. Por otro lado concuerdo con Guia (2021) que se muestra en los resultados de CRB a un 95% en 2.54 mm su suelo patrón es de 8.4% y con los incrementos o adición de ceniza de quinua estos fueron los resultados al 95% en 2.54mm con adición de 4% de ceniza de quinua 14.7%, con la adición de 6% de ceniza de quinua al CBR de 95% en 2.54mm su CBR es de 38.2% y con la adición de ceniza a un 8% su CBR al 95% en 2.54mm su CBR aumenta en 36.8% por lo que se precisa que la subrasante es excelente como se constituye en el manual de

carreteras MTC, y con la incorporación de ceniza de quinua sufrió cambios muy favorables, de acuerdo a mi investigación se nota que el CBR es muy bueno y con el incrementos de ceniza de boñiga su resistencia es mayor por lo tanto es un buen aditivo estabilizador para la resistencia del suelo por lo tanto se ve que hay una relación de coincidencia.

## VI. CONCLUSIONES

Conclusión 1: En función al objetivo con la incorporación de ceniza de boñiga en 4%,8% y 12% al suelo patrón que tiene un IP= 8, disminuye la plasticidad (IP=7,6 y7) incrementando la trabajabilidad mecánica del suelo, de acuerdo a la clasificaciones de suelos mediante el sistema de ASSTHO (NTP 339.135,2019) y SUCS (N.T.P. 339.134,2014) y limites de Atterberg para establecer I.P. Se hizo el estudio de L.L (MTC E-110,2016), L.P. (MTC E-111,2016)

Conclusión 2: En función al objetivo y al ensayo del Proctor modificado de acuerdo a la norma (MTC E-115,200) para la compactación se pudo establecer con la incorporación de ceniza de boñiga interviene al suelo aumentando los valores con la adicción de ceniza de boñiga de 1.909 gr/cm<sup>3</sup> a 2.057 gr/cm<sup>3</sup> en la dosificación de 12% de C.B. en la densidad máxima seca y relativamente disminuyendo el contenido óptimo de humedad de 8.07% con una dosificación de 12% a 7.99 como contenido de humedad optima

Conclusión 3: En Función al objetivo para el ensayo de CBR lo establecido a la Norma Técnica CE. 010 pavimentos urbano se determinó que con la adición de ceniza de boñiga satisface de la mejor manera la resistencia del suelo aumentando su valor de resistencia en más de lo que se pensaba obtener de CBR en una penetración de 0.1” como también se verifica el ensayo de CBR al 95% estableció 30.2% de CBR en una penetración de 0.1” de acuerdo a norma es un CBR muy bueno.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Recomendación 1: Se recomienda la utilización de adición de ceniza de boñiga a un 8% para lograr un buen IP para que sea adaptable en función del trabajo que conlleva a realizarlo.

Recomendación 2: Se recomienda aplicar la ceniza de boñiga en suelos finos para obtener nuevos resultados y compararlos.

Recomendación 3: Se recomienda hacer estudios en suelos granulares limosos como también hacer un análisis químico de las propiedades de la ceniza de boñiga para determinar la composición mineralógica.

## REFERENCIAS

- [1] JUNCO DEL PINO, J. y TEJEDA PIUSSEAUT E. *Aditivo químico obtenido de sales cuaternarias empleando para la estabilización de suelos arcillosos de subrasantes de carreteras*. Vol. 5. Pag. 2. Cuba 2011. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193921394002>
- [2] CUBAS GALVEZ, Jairo y GUEVARA BUSTAMANTE, José Eliseo. *Diseño de infraestructura vial para accesibilidad de las localidades El Granero km 0+000, Surumayo y Cutaxi km 8+450, Conchán, Chota, Cajamarca*. Universidad Cesar Vallejo 2018. Pag. 2. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/browse?type=author&value=Guevara%20Bustamante,%20Jos%C3%A9%20Eliseo>.
- [3] GUIA YUCRA, Mario Junior. *Mejoramiento de Subrasante mediante la adición de ceniza de quinua en la carretera PE-38B, Provincia Chucuito, Puno, 2021*. UCV 2021. Pag. 2. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/63841>
- [4] QUISPE RIVEROS, Alexander Gonzalo. *Aplicación de Ceniza de Boñiga para la Estabilización en Subrasantes Plásticas*. UPLA 2021. Pag. 23. Disponible en: [https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/2373/T037\\_4417871\\_T](https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/2373/T037_4417871_T).
- [5] GUIA YUCRA, Mario Junior. *Mejoramiento de Subrasante mediante la adición de ceniza de quinua en la carretera PE-38B, Provincia Chucuito, Puno, 2021*. UCV – Pag. 5. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/63841>

- [6] ANJANI, KUMAR y ROOP Y SUMAN. *Stabilization of alluvial soil for subgrade using rice husk ash, sugarcane bagasse ash and cow dung ash for rural*. Vol. 10. Num. 3 EE.UU. 2017. Disponible en: [:https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1996681416301493](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1996681416301493)
- [7] CLAVERIA VAZQUEZ, Pia Andrea. TRIANA MENDOZA, Daniel Fernando. *Caracterización del comportamiento geotécnico de los suelos de origen volcánico estabilizado con ceniza de arroz y bagazo de caña como material para subrasante*, UCC 2018, Colombia. Pag. 22. Disponible en: [https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/6314/1/2018\\_caracterizacion\\_comportamiento\\_geotecnico.pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/6314/1/2018_caracterizacion_comportamiento_geotecnico.pdf).
- [8] OJEDA. F, MENDOZA J. BALTAZAR M. *La Influencia de la inclusión de ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre la compactación, CBR y resistencia a la compresión simple de un material granular tipo subrasante*. Ojeda. F, Mendoza J. Baltazar M. Vol. 8 Pag. 3. Brasil 2018 Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/324865837>.
- [9] LARREA R., RIVAS J. *Estabilización de suelos arcillosos con cloruro de sodio y cloruro de calcio*. UCSG 2019. Ecuador. Pag. 5. Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/12607>
- [10] ALMEIDA LEMA, Vinicio Fabian y HIDALGO BENAVIDES, Deivys Ismael. *Análisis comparativo de los procesos de estabilización de suelo con enzimas orgánicas y suelo – cemento, aplicado a suelos arcillosos de subrasante*. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Carrera de Ingeniería Civil 2016 –Ecuador. Pag.79. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/24610>
- [11] UCC.Parra. M. Bastidas.J. *Efectos de la ceniza de mazorca de maíz en suelos lateríticos estabilizados con cal” de la Universidad Afe Babalola. Este estudio evalúa los efectos de la ceniza de mazorca de maíz (CCA) en suelos lateríticos estabilizados con cal*. Universidad Católica de Colombia 2018 Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/24575?mode=full>

- [12] RIVERA, Jhonathan F, GUERRERO Ana Aguirre-Guerrero, MEJÍA DE GUTIÉRREZ Ruby, OROBIO Armando. *Evaluaciones de laboratorio e in situ del uso de coproductos de base biológica para la estabilización de geomateriales de pavimentos*. Universidad Estatal de Iowa. Li (2019) DOI: [10.23850/22565035.2530](https://doi.org/10.23850/22565035.2530) Disponible en: [http://revistas.sena.edu.co/index.php/inf\\_tec/article/view/2530/3417](http://revistas.sena.edu.co/index.php/inf_tec/article/view/2530/3417)
- [13] YANEZ CEBALLOS Miguel. *Ingeniería de caracterización geológica y posibles mejoras para materiales de subgrado, estudio de caso de la autopista Meki-Ziway, Etiopía central*. Universidad de Addis Abeba. Disponible en <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/14776>
- [14] *Definición de Ceniza*. [.thefreedictionary.com/ceniza](https://www.thefreedictionary.com/ceniza). Disponible en: <https://www.google.com/search?q=Definici%C3%B3n+de+Ceniza>
- [15] PEREZ PORTO, Julian y GARDEY Ana. *Definición de estiércol* 2018. Disponible en: <https://definicion.de/estiercol/>
- [16] MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS. *Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión públicas de carreteras*. 2015. Pag 13. Disponible en: [https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/docs/normas/normasv/2015/RD003-2015/Pautas\\_Pavimentos.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/normas/normasv/2015/RD003-2015/Pautas_Pavimentos.pdf)
- [17] MONTALVO FARFAN, Marco. *Diseño estructural de pavimentos hidráulicos y asfálticos*. Perú Pag. 24. Disponible en: [https://www.academia.edu/28680374/DISE%C3%91O\\_ESTRUCTURAL\\_D\\_E\\_PAVIMENTOS\\_HIDRAULICOS\\_Y\\_ASFALTICOS](https://www.academia.edu/28680374/DISE%C3%91O_ESTRUCTURAL_D_E_PAVIMENTOS_HIDRAULICOS_Y_ASFALTICOS)
- [18] ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACION Y AGRICULTURA. *textura del suelo*. ISBN 978-92-5-308960-4 Pag. 3. Disponible en: <https://www.fao.org/>
- [19] BAUTISTA MESCUA, Luz thalia. *Elaboración de capa y afirmado MTC / Afirmado de base de una carretera*, 20. URDANIVIA H. *Relación en el tipo de suelo SUCS Y AASHTO y el asentamiento de suelos para determinar*

*asentamientos diferenciales en cimientos de concreto armado*. UNDAC – Peru 2019. pág. 48. 978-612-47351-4-1. Disponible en: <https://sites.google.com/site/luzclaritasky/afirmado-de-base-de-una-carretera>

- [21] DEL CASTILLO, Hermilo y RICO RODRÍGUEZ Alfonso. *La ingeniería de los suelos en vías terrestre Geotecnia y vías de comunicación*. Universidad de Huanajuato 2012 Pag. 197. Disponible en: <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/Libro/lb6.pdf>
- [22] TOIRAC CORRALES, Jose. *Granulometría de los agregados*. Vol. 37 núm. 3 Pag. 7. ISSN: 0378-7680 Santo Domingo Republica Dominicana 2012. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/870/87024622003.pdf>.
- [23] LOPEZ, Jorge "Análisis Granulométrico por medio de fotografía digital en suelos granulares". Pag. 34 Repositorio de la escuela de Antioquia., Colombia 2014 Disponible en: [https://repository.eia.edu.co/bitstream/handle/11190/2032/LopezJorge\\_2014\\_AnalisisGranulometricoMedio.pdf;jsessionid=1C7039A2C4FF78C00896A81C441CBCBC?sequence=1](https://repository.eia.edu.co/bitstream/handle/11190/2032/LopezJorge_2014_AnalisisGranulometricoMedio.pdf;jsessionid=1C7039A2C4FF78C00896A81C441CBCBC?sequence=1)
- [24] MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. *Manual de ensayo de materiales RD 018-2014 MTC*. Pag. 49. Disponible en: [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual).
- [25] VILLARROEL, Gloria. *Compactación de suelos*. Laboratorista Vial. UNI- 978-1-4562-2396-0. Pag.1-13 Lima 2016. Disponible en: <http://www.lms.uni.edu.pe/Proctor%20Modificado.pdf>
- [26] GRAUX Daniel. *Fundamentos de la mecánica de suelos*. Segunda Edición ISBN 84-7146-022-X Barcelona España, 1975. Pag. 22-25. Disponible en: [https://books.google.fr/books?id=96EEoaVynI4C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_atb#v=onepage&q&f=false](https://books.google.fr/books?id=96EEoaVynI4C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_atb#v=onepage&q&f=false)

- [27] MESTANZA Fabiola, *Ensayo Limites de consistencia*. URP Lima 2020 PAG.1-15. Disponible en: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-ricardo-palma/mecanica-de-suelos/limites-de-consistencia/8662847>
- [28] MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. *Manual de ensayo de materiales* RD 018-2014 MTC. Pag. 44. Disponible en: [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual).
- [29] MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. *Manual de ensayo de materiales* RD 018-2014 MTC. Pag. 72. Disponible en: [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual)
- [30] MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. *Manual de ensayo de materiales* RD 018-2014 MTC. Pag.248. Disponible en: [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual)
- [31] MAMANI BARRIGA, Lux Eva, YATACO QUISPE, Alejandro Jesús. *Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de madera de fondo, producto de ladrilleras artesanales en el departamento de Ayacucho* ,Pag. 22. Universidad San Martín de Porres 2017. Repositorio de USMP Disponible en: <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/3635>
- [32] BOWLES Josephe. *Manual de laboratorio de suelos*. Reg. Num. 465-968-451-046-2 -1981 Colombia Pag. 95. Disponible en: <https://stehven.files.wordpress.com/2015/08/josephe-e-bowles-manual-de-laboratorio-de-suelos.pdf>
- [33]. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIÓN. *Manual de ensayo de materiales MTC 2014*. Manual de carreteras MC06-2016 MTC. Peru Pag.92 Disponible en: [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/)

- [34] BORJA SUARES. Manuel. *Metodología de investigación científica para ingeniería Civil* –Lambayeque 2014. Pag 8. Disponible en: <https://es.slideshare.net/manborja/metodologia-de-inv-cientifica-para-ing-civil>
- [35] SAMPIERI Hernández. *Enfoque de investigación*, Tercera edición ISBN: 978-1-4562-2396-0 INTERAMERICANA EDITORES S.A. 2003 Cap. 1 pág. 2-20 Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- [36] QUESTIONPRO, *Diseño de investigación*. Disponible en: <https://www.questionpro.com/blog/es/diseño-de-investigación/>
- [37] NEILL David, CORTEZ Liliana. *Procesos-y-Fundamentos De La investigación Científica*. 987-9942-24-093-4 editorial ISBN: 978-9942-24-093-4 UTMACH 2018 Ecuador. Pag. 68. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12498/1/Procesos-y-FundamentosDeLainvestiagcionCientifica.pdf>
- [38] CARBALLO BARCO Mirian y Guelmes Valdes Esperanza et al. *Consideraciones de variables* UNIVERSIDAD Y SOCIEDAD | Revista Científica de la Universidad de Cienfuegos | ISSN: 2218-3620. Cuba 2016. Pag 1-11. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v8n1/rus20116.pdf>
- [39] RUBIO MARTÍN, María José. *Operacionalización de conceptos*. Universidad Complutense Madrid, 2018. Disponible en: <https://eprints.ucm.es/id/eprint/46757/>
- [40] PITA FERNÁNDEZ S, PÉRTEGA Díaz. *Metodología de investigación - Estadística descriptiva*, España 2001. ISSN: 2007-0799 Pag. 1-10 Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/2830/283022016006.pdf>
- [41] HERNÁNDEZ ÁVILA Carlos. *Introducción a los tipos de muestreo*. Vol.2. Num.1 Salvador 2019. ISSN 26175274 Pag.1-16. Disponible en: <https://alerta.salud.gob.sv/introduccion-a-los-tipos-de-muestreo/>
- [42] BALCELLS i JUNYENT, J. *Unidad de análisis* ISBN 84-477-0379-7 España 1994. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=13170>

- [43] MEJIA MEJIA Elías.. *Técnicas de instrumento de investigación*. ISBN 9972–834-08-05 UNMSM 2005.Pag. 20. Disponible en: <http://online.aliat.edu.mx/adistancia/InvCuantitativa/LecturasU6/tecnicas.pdf>
- [44] TAMAYO C. SILVA. *Técnicas e instrumentos de recolección de datos*. UCLACH Chimbote. 2019 .Pag. 1-37. Disponible en: <https://www.postgradoune.edu.pe/pdf/documentos-academicos/ciencias-de-la-educacion/23.pdf>
- [45] DELGADO Y. *Confiabilidad y validez* – ISBN 980-390-022-6 Hecho con depósito de ley. Venezuela 2020.Cap. 1 Disponible en: <https://yamilesmith.blogspot.com/2012/06/confiabilidad-y-validez-de-los.html?m=0>
- [46] COLLAZO Z. GONZALES O. ALVAREZ Y. *Valides de los instrumentos*. ISSN 2528-8075 Ecuador 2012. pag. 1-6. Disponible en: <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Recus/article/view/1094/1043>

## ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

**Título: Aplicación de ceniza de boñiga para el mejoramiento de la subrasante en la avenida aviación, Puno -2021**

**Autor: Chura Dueñas Claudio Rodolfo**

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION
Variable 1 Ceniza de boñiga	La aplicación de ceniza de boñiga en la estabilización en subrasantes plásticas, en donde la hipótesis general fue: La aplicación de la ceniza de boñiga es efectiva para la estabilización en subrasantes plásticas (Quispe Rivero -2021)	La boñiga se utiliza para el abono de la agricultura como fertilizante, como fuente de revoco por su plasticidad y compactación a ello también lo utilizan como leña, La ceniza de boñiga se obtiene de una combustión, así aplica cuando la ceniza de boñiga se busca mejorar las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante con la dosificación de 4% 8% y 12%.	Tamaño	mm	Razón
			Dosificación	4% 8% y 12%	
Variable 2 Subrasante	La subrasante es la capa superior del terraplén o el fondo de las excavaciones en terreno natural, que soportará la estructura del pavimento, y está conformada por suelos seleccionados de características aceptables y compactados por capas óptimos (MTC, 2014, p. 23)	La caracterización de los suelos de subrasante comprende las siguientes etapas exploración de la subrasante definición del perfil y delimitación de áreas homogéneas, ejecución de ensayos de resistencia sobre los suelos predominantes, determinación del valor de resistencia o de respuesta de diseño para cada área homogénea	Plasticidad	Limite liquido Limite plástico	Razón
			Compactación	contenido de humedad/máxima densidad seca	
			Resistencia	Capacidad portante de la subrasante	

Anexo 2. Matriz de consistencia

**Título : Aplicación de ceniza de boñiga para el mejoramiento de la subrasante en la avenida aviación - Puno 2021**

**Autores : Chura Dueñas, Claudio Rodolfo**

Problema	Objetivos	Hipótesis	VARIABLES		Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Metodología	
<p>Problema General:</p> <p>¿Cómo influye la aplicación de ceniza de boñiga para el mejoramiento de la subrasante en la avenida aviación, Puno – 2021?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Analizar la aplicación de ceniza de boñiga para el mejoramiento de la subrasante en la avenida aviación, Puno – 2021</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>El mejoramiento de la subrasante se puede dar mediante la ceniza de boñiga en la avenida aviación, Puno – 2021</p>	<b>INDEPENDIENTE</b>	Ceniza de boñiga	porcentaje	4%, 8% Y 12	balanza de medición de peso	<p>Tipo de investigación Aplicada</p> <p>Enfoque de investigación</p> <p>Cuantitativo</p> <p>El diseño de i</p>	
					temperatura	630° C	Horno/ PCE EM882		
					tamaño	mm	Ensayo granulométrico MCT E107		
<p><b>Problemas Específicos:</b></p> <p>¿De qué manera influye la aplicación de ceniza de boñiga en la <b>plasticidad</b> para el mejoramiento de la subrasante en la avenida aviación, Puno – 2021?</p>	<p><b>Objetivos específicos:</b></p> <p>Determinar la aplicación de ceniza de boñiga para la <b>plasticidad</b> en el mejoramiento de la subrasante en la avenida aviación, Puno – 2021</p>	<p><b>Hipótesis específicas:</b></p> <p>La aplicación de ceniza de boñiga para la <b>plasticidad</b> en el mejoramiento de la subrasante en la avenida aviación, Puno – 2021</p>	<b>DEPENDIENTE</b>	Subrasante	<b>plasticidad</b>	limite liquido- limite plastico- indice de plasticidad	Ensayo límite de ATTERBERG ficha técnica- cuchara casa grande	<p>investigación Experimental</p> <p>El nivel de investigación Explicativo</p> <p>Población avenida aviación -Puno</p>	
<p>¿De qué manera influye la aplicación de ceniza de boñiga en la <b>compactación</b> para el mejoramiento de la subrasante en la avenida aviación, Puno – 2021?</p>	<p>Determinar la aplicación de ceniza de boñiga para la <b>compactación</b> en el mejoramiento de la subrasante en la avenida aviación, Puno – 2021</p>	<p>La aplicación de ceniza de boñiga para determinar la Densidad máxima y optimo contenido de humedad para mejoramiento de la subrasante en la avenida aviación, Puno – 2021</p>				<b>compactación</b>	Optimo contenido de humedad		Ensayo de proctor modificado AST D 1557
							máxima densidad seca		Ensayo de proctor modificado AST D 1557
<p>¿De qué manera influye la aplicación de ceniza de boñiga en la <b>resistencia</b> para el mejoramiento de la subrasante en la avenida aviación, Puno – 2021?</p>	<p>Determinar la aplicación de ceniza de boñiga para la <b>resistencia</b> en el mejoramiento de la subrasante en la avenida aviación, Puno – 2021</p>	<p>La aplicación de ceniza de boñiga para la <b>resistencia</b> en el mejoramiento de la subrasante en la avenida aviación, Puno – 2021</p>			<b>resistencia</b>	capacidad portante de la subrasante	Ensayo de CBR MTC E 132	<p>Muestra es de tipo no probabilístico de la avenida aviación -Puno 01 km</p> <p>Muestreo 03 calcatas</p>	

Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos

TESIS:  
**APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA  
 SUBRA BATE EN LA AVENIDA AVIACION, PUNO - 2021**

**REGISTRO DE EXCAVACION DE CALICATA**

CERTIFICADO N°:	1	MUESTRA:	Profundidad - 1.00 - 1.50 mts
REALIZADO POR:	CLAUDIO R. CHURA DUEÑAS	MATERIAL:	Propio de Excavación
FECHA MUESTREO:	02/02/2022	CANTERA:	<b>CALICATA</b>
HORA MUESTRO:	11:00 a.m.	UBICACIÓN:	AV. AVIACION
FECHA ENSAYO:	02/02/2022	MUESTREADO POR:	CLAUDIO R. CHURA DUEÑAS

PROFUNDIDAD [m]	PERFIL	DESCRIPCION	MUESTRA
0.1		Grava arcillosa con arena	CALICATA: KM 03+500
1.50			

OPSERVACIONES: 1.- Muestreo e identificación realizado por Claudio Rodolfo Chura Dueñas

Ing. Richard R. Galpe Mochuanca  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 180260

FREDY  
 CHOQUECOTA SERRANO  
 Ingeniero Civil  
 C.I.P. N° 259820

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ACCOCHA  
  
 Ing. Juan Carlos Llanos  
 Ingeniero Civil  
 C.I.P. 10420

**ENSAYO:** CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

**NORMA:** ASTM D 2216 / MTC E 108

Elaborado Por:  
wchs.

Aprobado por:  
wchs.

**TESIS:**

**TIPO/COD. MUESTRA:**

**SOLOCITANTE:**

**AFIRMADO**

**UBICACIÓN:**

**FECHA:**

**MUESTREO:**

<b>DATOS DEL ENSAYO</b>	<b>M-01</b>	<b>M-02</b>
A.- Peso de la muestra húmeda.	g.	
B.- Peso de muestra seca	g.	
C.- Peso del recipiente	g.	
D.- Contenido de humedad	%	
E.- Contenido de humedad (promedio)	%	

**OBSERVACIONES:**

1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.

Página 1

  
Ing. Richard R. Quijpe Motehuanca  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 180260

  
FREDDY  
CHOQUECOTA SERRANO  
Ingeniero Civil  
C.I.P. N° 259520

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE AGOYA  
  
Ing. Hector Ramos Llanos  
Ingeniero Civil  
C.I.P. N° 15170

Realizado por:

Revisado por:

ENSAYO: ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS GROSOS Y FINOS

NORMA: ASTM C 136 / MTC E 204

Elaborado Por:  
vohz

Revisado por:  
vohz

TESIS: Aplicación de Ceniza de Boñiga para el mejoramiento de la subrasante en la av. Aviación Puno TPOICOD, MUESTRA:

SOlicitANTE: CHURA DUEÑAS CLAUDIO RODOLFO

APLICACIÓN:

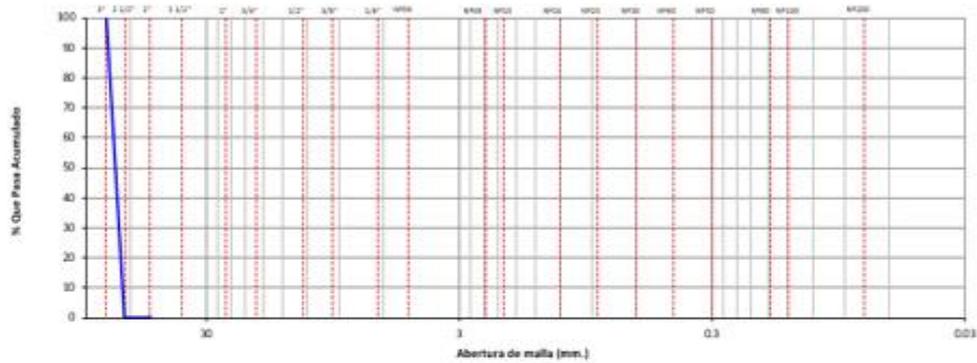
UBICACIÓN: AV. AVIACION

FECHA:

MUESTREO: C3-03+500

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(PULG)	(mm)					Mín.	Máx.	
3"	75.000							PESO TOTAL : 9
2 1/2"	63.000							PESO LAVADO : 9
2"	50.000					100.0		PESO DE FRACCIÓN FINA : 9
1 1/2"	37.500							
1"	25.000					90	100	
3/4"	19.000					65	100	
1/2"	12.500							
3/8"	9.500					45	80	
1/4"	6.300							% GRAVA : %
Nº4	4.750					30	65	% ARENA : %
Nº8	2.360							% PASANTE MALLA 200 : %
Nº10	2.000					22	52	
Nº16	1.190							CLASIFICACIÓN SUELO:
Nº20	0.850							S.U.C.S.
Nº30	0.600							AASHTO
Nº40	0.425					15	35	DESCRIPCION DEL SUELO :
Nº50	0.300							
Nº60	0.250							
Nº100	0.150							
Nº200	0.075					5	20	
< Nº200	FONDO							

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:

1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.

Ing. Richard R. Quipe Motenhuaca  
INGENIERO CIVIL  
C.L.P. N° 180260

FREDDY  
CHQUISDOTA SERRANO  
Ingeniero Civil  
C.L.P. N° 255020

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE AGOYAN  
  
Francisco Llanos  
Especialista en Suelos y Pavimentos  
C.L.P. N° 180260

Realizado por:  
Técnico Laboratorista

Revisado por:  
Especialista en Suelos y Pavimentos

## CONSTANCIA

### VALIDACION DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION

Por el presente trabajo de investigacion se deja constancia de haber revisado los instrumentos de evaluacion para ser utilizados en el tema de investigacion "Aplicación de ceniza de boñiga para el mejoramiento de la subrasante en la avenida aviacion Puno- 2021" del autor: Chura Dueñas Claudio Rodolfo, Tesista del Programa de Titulacion de Ingenieria Civil de la Universidad Cesar Vallejo.

Estos Instrumentos seran aplicados para las muestras representativas para el proceso de investigacion, por consiguiente cuenta con la validez y confiabilidad correspondiente considerando las variables del trabajo de investigacion.

Puno diciembre 2021



Ing. Richard R. Quipe Mollehuanca  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 180260



FREDY  
CHOCUECOTA SERRANO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 259820



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE AGOYA  
Ing. Nelson Ramos Llanos  
Ingeniero Civil  
CIP N° 10705



Anexo 6. Panel fotográfico



Herramientas, barreta, pico, pala, cono de seguridad, guantes.

Excavación de la calicata.



Calicata C-1 km 01+500

Calicata C-2 km 02+500



Calicata C-2 km 03+500

Batido de la muestra.



Cuarteo de la muestra



Peso de muestras



Secado de muestra patrón



Procedimiento a la quema de boñiga



Proceso de quema de ceniza de boñiga.



Obtención de Ceniza de boñiga a 640°C



Temperatura de quemado 643°C



Ensayo de determinación de I.P.



Ensayo de granulometría



Ensayo de proctor modificado



Ensayo de proctor modificado



Ensayo de CBR.



## Anexo 9. Certificados de laboratorio de los ensayos

### CALICATA C-1 KM 01+500

	<b>ENSAYO: CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO</b>		
	<b>NORMA: ASTM D 2216 / MTC E 108</b>		
	Elaborado por: RCCSP	Aprobado por: GT	

**TESIS:** APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA AVIACION, PUNO - 2021. **TIPO/COD. MUESTRA:** SRT. - 001 / M-1

**SOLICITANTE:** BACHILLER. CHURA DUEÑAS CLAUDIO RODOLFO **APLICACIÓN:** SUBRASANTE

**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 01-500 **FECHA:** 3/02/2022

**MUESTRA:** CALICATA C-1

DATOS DEL ENSAYO	M-01	M-02
A.- Peso de la muestra húmeda.	g. 8533.0	
B.- Peso de muestra seca	g. 8201.4	
C.- Peso del recipiente	g. 0.0	
D.- Contenido de humedad	% 4.0	
E.- Contenido de humedad (promedio)	% 4.0	

#### OBSERVACIONES:

1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.

<p>CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C. ACTIVIDADES CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS</p> <p></p> <p>Arndolfo E. Fernandez Ortega Técnico de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto</p> <p>Realizado por: Técnico Laboratorista</p>		<p>CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C. ACTIVIDADES CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS</p> <p></p> <p>Ing. Victor H. Choquecota Serrano Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto CIP 259821</p> <p>Revisado por: Especialista en Suelos y Pavimentos</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<b>ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS</b>		
	<b>NORMA: ASTM C 136 / MTC E 204</b>		
	Elaborado Por: JCP	Aprobado por: ET	

**TESES:** APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA AVIACION, PUNO - 2021

**SOLICITANTE:** HACHILLER, CHEIRA DUEÑAS CLAUDIO RODOLFO

**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 01+500

**MUESTRA:** CALCATA C-1

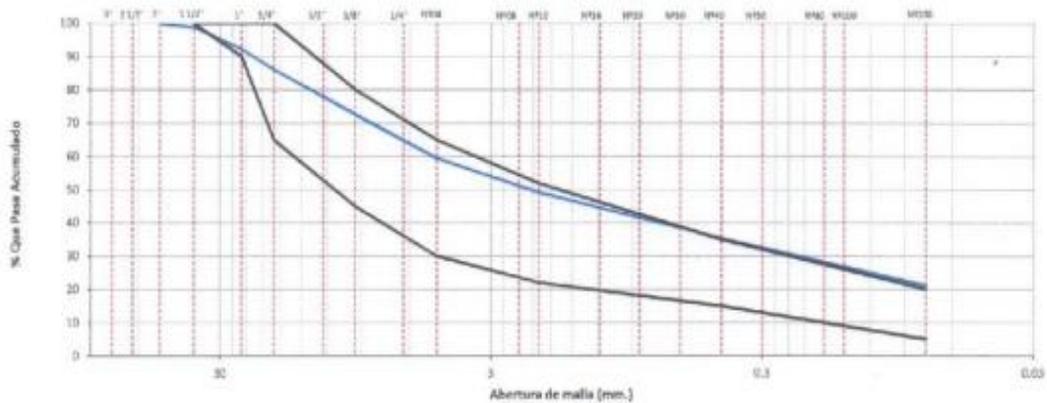
**TIPO/COD. MUESTRA:** SRT. - 001 / M-1

**APLICACIÓN:** SUBRASANTE

**FECHA:** 3/07/2022

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(PULG)	(mm)					Mín.	Máx.	
3"	75.000							PESO TOTAL : 8201.4 g.
2 1/2"	63.000							PESO LAVADO : 6462.2 g.
2"	50.000							PESO DE FRACCIÓN FINA : 628.0 g.
1 1/2"	37.500	88.0	1.1	1.1	98.9	100 - 100		
1"	25.000	548.0	6.7	7.8	92.2	90 - 100		PESO HUMEDO : 8533.0 g.
3/4"	19.000	500.0	6.1	13.9	86.1	65 - 100		PESO SECO : 8201.4 g.
1/2"	12.500	653.0	8.0	21.8	78.2			PORCENT. HUMEDAD : 4.0 %
3/8"	9.500	648.0	5.5	27.3	72.7	45 - 80		
1/4"	6.300	0.0						% GRAVA : 40.5 %
Nº4	4.750	1085.0	13.3	40.5	59.5	30 - 65		% ARENA : 38.3 %
Nº8	2.360	0.0						% PASANTE MALLA 200 : 21.2 %
Nº10	2.000	108.0	10.2	50.8	49.2	22 - 52		
Nº16	1.190	0.0						<b>CLASIFICACIÓN SUELO:</b>
Nº20	0.850	0.0						S.U.C.S. : SC-5M
Nº30	0.600	0.0						AASHTO : A-1-4(0)
Nº40	0.425	146.0	13.8	64.6	35.4	15 - 35		DESCRIPCION DEL SUELO :
Nº50	0.300	0.0						arena fino arcillosa con grava
Nº60	0.250	0.0						
Nº80	0.175	0.0						
Nº100	0.150	0.0						
Nº200	0.075	150.0	14.2	78.8	21.2	5 - 20		
< Nº200	FONDO	224.0	21.2	100.0	0.0			

**CURVA GRANULOMETRICA**



- OBSERVACIONES:**
- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
  - Se considera los parametros de uso como material afirmado

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

*[Signature]*

**Arnulfo L. Fernandez Ortega**  
Técnico de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto

Realizado por:  
Técnico Laboratorista

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

*[Signature]*

**Ing. Victor R. Choquecota Serrano**  
Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
CIP 259821

Revisado por:  
Especialista en Suelos y Pavimentos

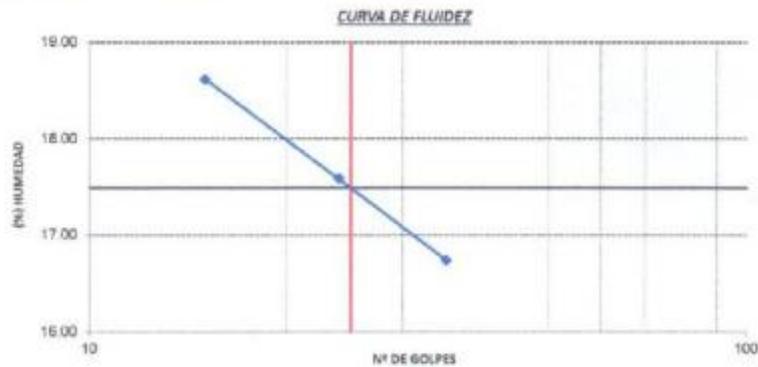
	<b>ENSAYO: DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD</b>		
	<b>NORMA: ASTM D 4318 / MTC E 110 / MTC E 111</b>		
	Elaborado por: ICCSA	Aprobado por: GT	

**TESIS:** APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA AVIACION, PUNO - 2021 **TIPO/COD. MUESTRA:** SRT. - 001 / M-1  
**SOLICITANTE:** BACHILLER, CHURA DUEÑAS CLAUDIO RODOLFO **APLICACIÓN:** SUBRASANTE  
**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO: KM 01+500 **FECHA:** 06/02/2022  
**MUESTRA:** CALICATA C-1

DATOS DE ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	A-19	A-18	A-17	T-3	T-7
N° de tarro					
N° de golpes	35	24	15	—	—
Tarro + suelo húmedo	35.78	34.67	36.23	18.45	17.80
Tarro + suelo seco	31.89	30.89	31.90	17.55	16.83
Agua	3.89	3.78	4.33	0.90	0.97
Peso del tarro	8.65	9.40	8.65	9.00	7.77
Peso del suelo seco	23.24	21.49	23.25	8.55	9.06
Porcentaje de humedad	16.74	17.59	18.62	10.53	10.71

CONSISTENCIA FÍSICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	17.0
Límite Plástico	11.0
Índice de Plasticidad (Malla N°40)	6.0

**Notas:**  
- Ensayo efectuado al material pasante la malla N°40



**OBSERVACIONES:**  
1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
 ACTIVIDADES CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS  
  
**Abelardo L. Fernandez Ortega**  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Concreto y Asfalto  
 Realizado por:  
 Técnico Laboratorista



CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
 ACTIVIDADES CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS  
  
**Ing. Victor B. Choquecota Serrano**  
 Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 CIP 259821  
 Revisado por:  
 Especialista en Suelos y Pavimentos

**TESIS:** APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA AVIACION, PUNO - 2021  
**SOLICITANTE:** BACHILLER. CHURA DUEÑAS CLAUDIO RODOLFO  
**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 01-500  
**MUESTRA:** CALICATA C-1

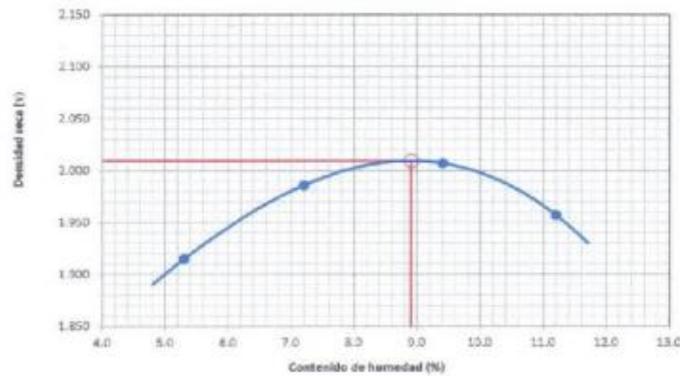
**TIPO/COD. MUESTRA:** SRT. - 001 / M-1  
**APLICACIÓN:** SUBRASANTE  
**FECHA:** 7/02/2022

DATOS DE LA COMPACTACIÓN		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	10750	10990	11132	11088
Peso del molde	g.	6465	6465	6465	6465
Peso del suelo húmedo compactado	g.	4285	4525	4667	4623
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2125	2125	2125	2125
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	2.016	2.129	2.196	2.176

CONTENIDO DE HUMEDAD		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	763.5	721.4	768.3	742.6
Peso del suelo seco + tara	g.	725.1	672.9	702.3	667.8
Peso de tara	g.	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua	g.	38.4	48.5	66	74.8
Peso de suelo seco	g.	725.1	672.9	702.3	667.8
contenido de agua	%	5.3	7.2	9.4	11.2
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.915	1.986	2.007	1.957

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	<b>2.009</b>	g/cm <sup>3</sup>
<b>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>8.91</b>	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



**OBSERVACIONES:**  
 1.- Método de Aplicación: C  
 2.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
 ACTIVIDADES CONSTRUCCION Y SERVICIOS

Arnulfo L. Fernandez Ortega  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Concreto y Asfalto

Realizado por:  
 Técnico Laboratorista



CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
 ACTIVIDADES CONSTRUCCION Y SERVICIOS

Ing. Victor R. Conquecota Serrano  
 Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 CIP. 259821

Revisado por:  
 Especialista en Suelos y Pavimentos

	<b>ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)</b> <b>NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000</b>		
	Elaborado Por: ICCP	Aprobado por: GT	

**TESIS:** APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA AVIACION, PUNO - 2021 **TIPO/COD. MUESTRA:** SRT. - 001 / M-1  
**SOLICITANTE:** BACHILLER. CHURA DUEÑAS CLAUDIO RODOLFO **APLICACIÓN:** SUBRASANTE  
**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 01-500 **FECHA:** 07/02/2022  
**MUESTRA:** CALICATA C-1

COMPACTACIÓN															
Nº Molde	6			2			3								
Nº Capa	5			5			5								
Nº Golpes por capa	56			25			12								
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado			Saturado			Sin Saturado			Saturado					
Peso molde + Suelo húmedo	11820			11810			11613			11650					
Peso de molde (g)	7179			7179			7237			7189					
Peso del suelo húmedo (g)	4641			4631			4376			4413					
Volumen del molde (cc)	2123			2123			2103			2103					
Densidad húmeda (g/cc)	2.186			2.181			2.081			2.098					
% de humedad	9.0			9.3			9.1			9.7					
Densidad seca (g/cc)	2.006			1.994			1.907			1.913					
CONTENIDO DE HUMEDAD															
Tarro Nº	-			-			-			-					
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )	657	657	538	538	637	637	588	588	677	677.0	593				
Tarro + Suelo seco ( gr. )	603	603	492	492.0	584	584	536	536	622	622	539				
Peso del Agua ( gr. )	54.0			46.0			53.0			57.0					
Peso del tarro ( gr. )															
Peso del suelo seco ( gr. )	603			492			584			536					
% de humedad	9.0			9.3			9.1			9.7					
Promedio de Humedad (%)	9.0			9.3			9.1			9.7					
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				pulg.	%		pulg.	%		pulg.	%				
7/02/2022	17:30	0	0	0.000	0	0	0	0	0	0	0				
8/02/2022	17:30	24	4	0.002		3	0.001		2	0.001					
9/02/2022	17:30	48	9	0.004		4	0.002		4	0.002					
10/02/2022	17:30	72	11	0.004		7	0.003		6	0.002					
11/02/2022	17:30	96	12	0.005		9	0.004		8	0.003					
			4.57	total	0.10	4.54	total	0.08	4.56	total	0.07				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº 6				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3				
			CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN			
mm.	pulg.	kg./cm.2	ect. Digt.	Kg.f	kg./cm.2	%	ect. Digt.	Kg.f	kg./cm.2	%	ect. Digt.	Kg./cm.2	Kg.f	%	
0.000	0.000	0'00"	0	0	0		0	0	0		0	0	0		
0.640	0.025	0'30"	68.0	103	5.3		45.0	80	4.1		19.0	55	2.8		
1.270	0.050	1'00"	165	197	10.1		101	135	6.9		46.0	81	4.2		
1.910	0.075	1'30"	285	313	16.1		185	216	11.1		90.0	124	6.4		
2.540	0.100	2'00"	70.31	391	41.7	29.0	258	287	14.7	19.5	138	171	8.8	11.9	
3.170	0.125	2'30"		460	484	24.9		299	327	16.8		173	205	10.5	
3.810	0.150	3'00"		521	544	27.9		345	372	19.1		195	226	11.6	
5.080	0.200	4'00"	105.46	630	651	33.4	32.4	450	474	24.4	21.6	289	269	13.8	13.0
7.620	0.300	6'00"		820	837	43.0		541	563	28.9		300	328	16.8	
10.160	0.400	8'00"		950	965	49.6		660	680	34.9		355	382	19.6	
12.700	0.500	10'00"		1181	1194	61.3		770	788	40.5		392	418	21.5	

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

Arnulfo L. Fernandez Ortega  
Técnico de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto

Realizado por:  
Técnico Laboratorista



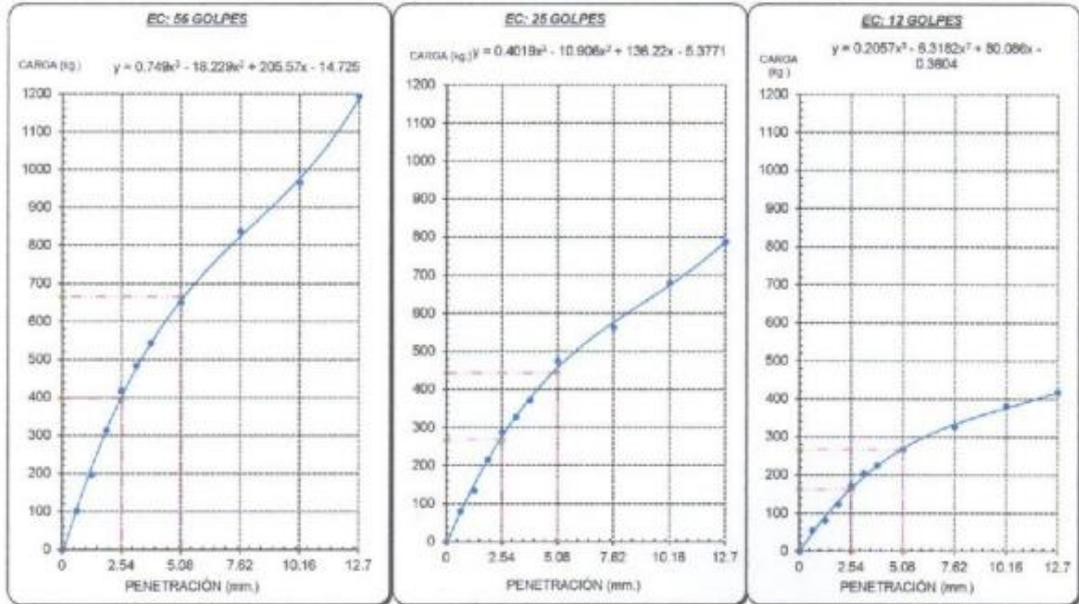
CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

Ing. Víctor R. Choquecota Serrano  
Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
C.P. 259821

Revisado por:  
Especialista en Suelos y Pavimentos

**TECNOLOGÍA:** APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA AVIACION, PUNO - 2021  
**TIPO/COD. MUESTRA:** SRT. - 001 / M-1  
**APLICACIÓN:** SUBRASANTE  
**SOLICITANTE:** BACHILLER, CHURA DUEÑAS CLAUDIO RODOLFO  
**FECHA:** 07/02/2022  
**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 01+500  
**MUESTRA:** CALICATA C-1

**GRAFICO CARGA - PENETRACION**



**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

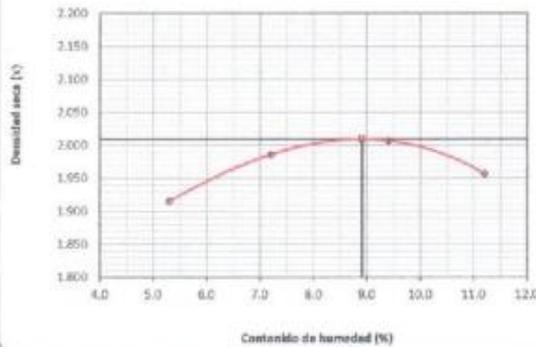
**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	2.009 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.909 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	8.9 %

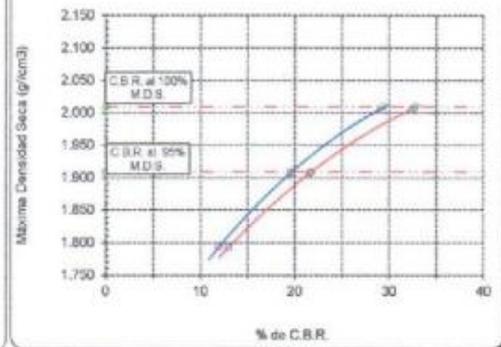
**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	29.3 %	32.8 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	19.6 %	21.7 %

**GRAFICO DEL PROCTOR**



**DETERMINACION DEL C.B.R.**



**CORPORACION ACS CONSULTORES S.A.C.**

ACTIVIDADES DE CONSTRUCCION Y SERVICIOS  
 1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.

**Arnulfo L. Fernandez Ortega**  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Concreto y Asfalto

Realizado por:  
 Técnico Laboratorista



**CORPORACION ACS CONSULTORES S.A.C.**

ACTIVIDADES DE CONSTRUCCION Y SERVICIOS  
  
**Ing. Victor R. Choquecota Serrano**  
 Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 CIP 259821

Revisado por:  
 Especialista en Suelos y Pavimentos

# CALICATA C-2 KM 02+500

	<b>ENSAYO: CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO</b> <b>NORMA: ASTM D 2216 / MTC E 108</b>		
	Elaborado Por:	Aprobado por:	
	JCCSP	GT	

**TESIS:** APLICACIÓN DE CENIZA DE DOÑIGA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA AVIACION, PUNO **TIPO/COD. MUESTRA:** SRT. - 002 / M-2

**SOLICITANTE:** BACHILLER, CHIRA DUEÑAS CLAUDIO RODOLFO

**APLICACIÓN:** SUBRASANTE

**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 02-500

**FECHA:** 3/02/2022

**MUESTRA:** CALICATA C-2

DATOS DEL ENSAYO	M-01	M-02
A.- Peso de la muestra húmeda.	g. 13185.0	
B.- Peso de muestra seca	g. 12753.0	
C.- Peso del recipiente	g. 0.0	
D.- Contenido de humedad	% 3.4	
E.- Contenido de humedad (promedio)	%	3.4

**OBSERVACIONES:**

1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES: CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

*Armando L. Fernandez Ortega*  
Técnico de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto

Realizado por:  
Técnico Laboratorista



CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES: CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

*Ing. Victor R. Chequecota Serrano*  
Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
CIP 256821

Revisado por:  
Especialista en Suelos y Pavimentos

**TESIS:** APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA AVIACION, PUNO - 2021

**SOLICITANTE:** BACHILLER. CHURA DUEÑAS CLAUDIO RODOLFO

**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 02+500

**MUESTRA:** CALICATA C-2

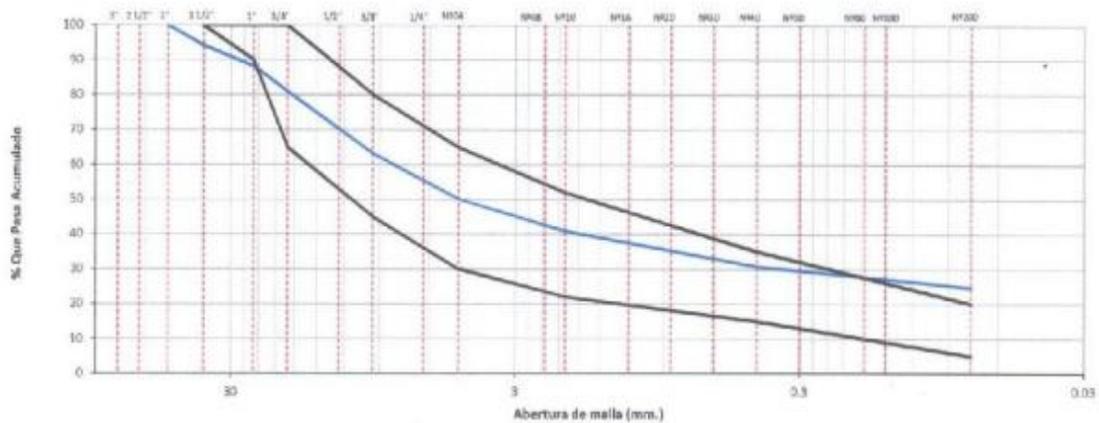
**TIPO/COD. MUESTRA:** SRT. - 002 / M-2

**APLICACIÓN:** SUBRASANTE

**FECHA:** 3/02/2022

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
						TECNICAS		
(PULG)	(mm)					Min.	Máx.	
3"	75.000							PESO TOTAL : 12753.0 g.
2 1/2"	63.000							PESO LAVADO : 9814.4 g.
2"	50.000							PESO DE FRACCIÓN FINA : 745.0 g.
1 1/2"	37.500	737.0	5.8	5.8	94.2	100	- 100	
1"	25.000	762.0	6.0	11.8		90	- 100	PESO HUMEDO : 13185.0 g.
3/4"	19.000	923.0	7.2	19.0	81.0	65	- 100	PESO SECO : 12753.0 g.
1/2"	12.500	1472.0	11.5	30.5	69.5			PORCENT. HUMEDAD : 3.4 %
3/8"	9.500	790.0	6.2	36.7	63.3	45	- 80	
1/4"	6.300	0.0						% GRAVA : 49.9 %
Nº04	4.750	1677.0	13.1	49.9	50.1	30	- 65	% ARENA : 25.4 %
Nº08	2.360	0.0						% PASANTE MALLA 200 : 24.8 %
Nº10	2.000	137.0	9.2	59.1	40.9	22	- 52	
Nº16	1.190	0.0						<b>CLASIFICACIÓN SUELO:</b>
Nº20	0.850	0.0						S.U.C.S. : SC-SM
Nº30	0.600	0.0						AASHTO : A-1-b(0)
Nº40	0.425	151.0	10.2	69.3	30.7	15	- 35	DESCRIPCION DEL SUELO :
Nº50	0.300	0.0						Arena limo arcillosa con grava
Nº80	0.177	0.0						
Nº100	0.150	0.0						
Nº200	0.075	89.0	6.0	75.2	24.8	5	- 20	
< Nº200	FONDO	368.0	24.8	100.0	0.0			

**CURVA GRANULOMETRICA**



**OBSERVACIONES:**  
L- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.

**ARNULFO L. FERNANDEZ ORTEGA**  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Concreto y Asfalto  
 Realizado por:  
 Técnico Laboratorista



**ING. VICTOR R. CHOQUECOTA SERRANO**  
 Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 CIP: 259821  
 Revisado por:  
 Especialista en Suelos y Pavimentos

	<b>ENSAYO: DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD</b>		
	<b>NORMA: ASTM D 4318 / MTC E 110 / MTC E 111</b>		
	Elaborado por: JCCSP	Aprobado por: GT	

**TEMA:** APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN

**TIPO/COD. MUESTRA:** SRT.-002 / M-2

**SOLICITANTE:** BACHILLER, CHURA DUEÑAS CLAUDIO RODOLFO

**APLICACIÓN:** SUBRASANTE

**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 02+500

**FECHA:** 06/02/2022

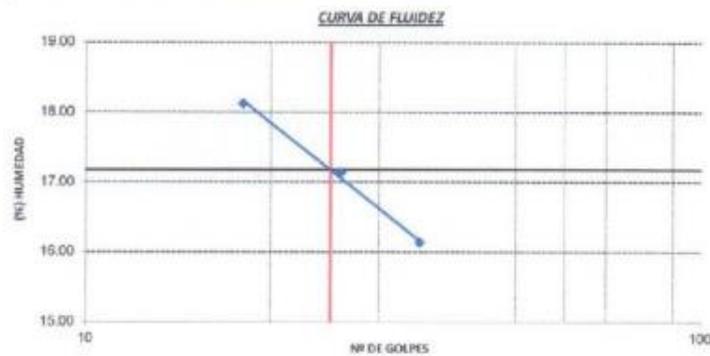
**MUESTRA:** CALICATA C-2

DATOS DE ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	A-21	A-20	A-25	T-6	T-5
N° de tarro					
N° de golpes	35	25	18	---	---
Tarro + suelo húmedo	35.77	35.23	36.89	17.89	15.67
Tarro + suelo seco	32.00	31.45	32.96	16.89	14.81
Agua	3.77	3.78	4.33	1.00	0.86
Peso del tarro	8.64	9.40	8.68	9.04	7.71
Peso del suelo seco	23.36	22.05	23.88	7.85	7.10
Porcentaje de humedad	16.14	17.14	18.13	12.74	12.11

CONSISTENCIA FÍSICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	17.0 %
Límite Plástico	12.0 %
Índice de Plasticidad (Malla Nº40)	5.0 %

**Notas:**

- Ensayo efectuado al material pasante la malla Nº40



**OBSERVACIONES:**

1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES, CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

Arnulfo L. Fernandez Ortega  
Técnico de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto

Realizado por:  
Técnico Laboratorista



CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES, CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

Ing. Víctor R. Choquecota Serrano  
Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
CIP-259821

Revisado por:  
Especialista en Suelos y Pavimentos

	<b>ENSAYO:</b> COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (56000 pie-lb/pie <sup>3</sup> )		
	<b>NORMA:</b> ASTM D 1557 / MTC E 115		
	Elaborado Por: ICCSP	Aerobado por: GT	

**TESIS:** APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA AVIACION, PUNO - 2021  
**SOLICITANTE:** BACHILLER. CHURA DUEÑAS CLAUDIO RODOLFO  
**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 02+500  
**MUESTRA:** CALCATA C-2

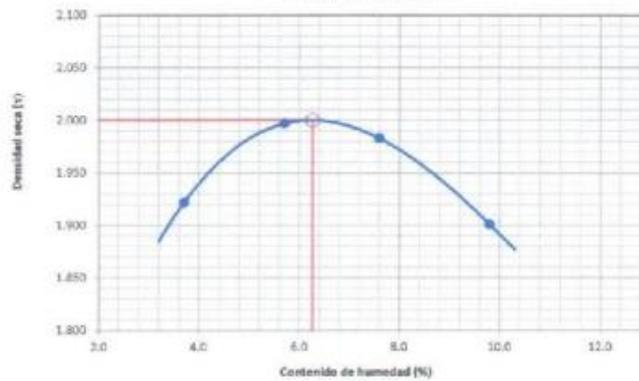
**TIPO/COD. MUESTRA:** SRT. - 002 / M-2  
**APLICACIÓN:** SUBRASANTE  
**FECHA:** 7/01/2022

DATOS DE LA COMPACTACIÓN		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	10700	10950	11000	10900
Peso del molde	g.	6465	6465	6465	6465
Peso del suelo húmedo compactado	g.	4235	4485	4535	4435
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2125	2125	2125	2125
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.993	2.111	2.134	2.087

CONTENIDO DE HUMEDAD		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	760.0	719.0	766.0	742.0
Peso del suelo seco + tara	g.	733.0	680.0	712.0	676.0
Peso de tara	g.	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua	g.	27	39	54	66
Peso de suelo seco	g.	733	680	712	676
contenido de agua	%	3.7	5.7	7.6	9.8
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.922	1.997	1.983	1.901

DENSIDAD MAXIMA SECA	2.000	g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	6.26	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



**OBSERVACIONES:**  
 1.- Método de Aplicación: C  
 2.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
 ACTIVIDADES: CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

Arnulfo L. Fernandez Ortega  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Concreto y Asfalto

Realizado por:  
 Técnico Laboratorista



CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
 ACTIVIDADES: CONSTRUCCION Y SERVICIOS

Ing. Victor R. Choquecota Serrano  
 Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 CIR: 259821

Revisado por:  
 Especialista en Suelos y Pavimentos

11 A

	<b>ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)</b> <b>NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000</b>		
	Elaborado por: JCCSP	Aprobado por: DT	

**TESIS:** APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASATE EN LA AVENIDA TIPO/COD. MUESTRA: SRT. - 002 / M-2  
 AVIACION, PUNO - 2021  
**APLICACIÓN:** SUBRASANTE  
**FECHA:** 07/02/2022

**SOLICITANTE:** BACHILLER. CHURA DUEÑAS CLAUDIO RODOLFO  
**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 02+500  
**MUESTRA:** CALCATA C-2

COMPACTACIÓN															
Nº Molde	1			2			3								
Nº Capa	5			5			5								
Nº Golpes por capa	56			25			12								
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado						
Peso molde + Suelo húmedo	11680	11700	11570	11630	11400	11450									
Peso de molde (g)	7170	7170	7237	7237	7189	7189									
Peso del suelo húmedo (g)	4510	4530	4333	4393	4211	4261									
Volumen del molde (cc)	2122	2122	2103	2103	2115	2115									
Densidad húmeda (g/cc)	2.125	2.134	2.060	2.089	1.991	2.015									
% de humedad	6.7	7.0	7.8	8.1	7.6	8.6									
Densidad seca (g/cc)	1.992	1.995	1.911	1.932	1.850	1.855									
CONTENIDO DE HUMEDAD															
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )	654	654	536	636	636	585	585	676	676.0	592					
Tarro + Suelo seco ( gr. )	613	613	501	501.0	590	590	541	541	628	545					
Peso del Agua ( gr. )	41.0		35.0		46.0		44.0		48.0	47.0					
Peso del tarro ( gr. )															
Peso del suelo seco ( gr. )	613		501		590		541		628	545					
% de humedad	6.7		7.0		7.8		8.1		7.6	8.6					
Promedio de Humedad (%)	6.7		7.0		7.8		8.1		7.6	8.6					
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				pulg.	%		pulg.	%		pulg.	%				
7/02/2022	17.30	0	0	0.000	0	0	0	0	0	0	0				
8/02/2022	17.30	24	3	0.001		2	0.001		2	0.001					
9/02/2022	17.30	48	5	0.002		4	0.002		5	0.002					
10/02/2022	17.30	72	6	0.002		5	0.002		6	0.002					
11/02/2022	17.30	96	8	0.003		7	0.003		8	0.003					
			4.57	total	0.07	4.54	total	0.06	4.56	total	0.07				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3					
mm.	pulg.			kg./cm.2	est. Digt	Kg.f	kg./cm.2	%	est. Digt	Kg.f	kg./cm.2	%	est. Digt	Kg.f	kg./cm.2
0.000	0.000	0'00"		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
0.640	0.025	0'30"		70.0	105	5.4		40.0	75	3.9		20.0	56	2.9	
1.270	0.050	1'00"		163	195	10.0		103	137	7.0		45.0	80	4.1	
1.910	0.075	1'30"		279	308	15.8		185	216	11.1		88.0	122	6.3	
2.540	0.100	2'00"	70.31	391	417	21.4	29.0	250	279	14.3	19.5	134	167	8.6	11.9
3.170	0.125	2'30"		452	476	24.5		295	323	16.6		171	203	10.4	
3.810	0.150	3'00"		525	548	28.1		345	372	19.1		189	220	11.3	
5.080	0.200	4'00"	105.46	630	651	33.4	32.4	409	434	22.3	21.6	235	265	13.6	13.0
7.620	0.300	6'00"		820	837	43.0		530	553	28.4		296	324	16.6	
10.160	0.400	8'00"		1013	1028	52.8		655	675	34.7		352	379	19.5	
12.700	0.500	10'00"		1176	1189	61.1		767	785	40.3		389	415	21.3	

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

Arnulfo L. Fernandez Ortega  
Técnico de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto

Realizado por:  
Técnico Laboratorista



CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

Ing. Victor R. Choquecota Serrano  
Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
CIP 255821

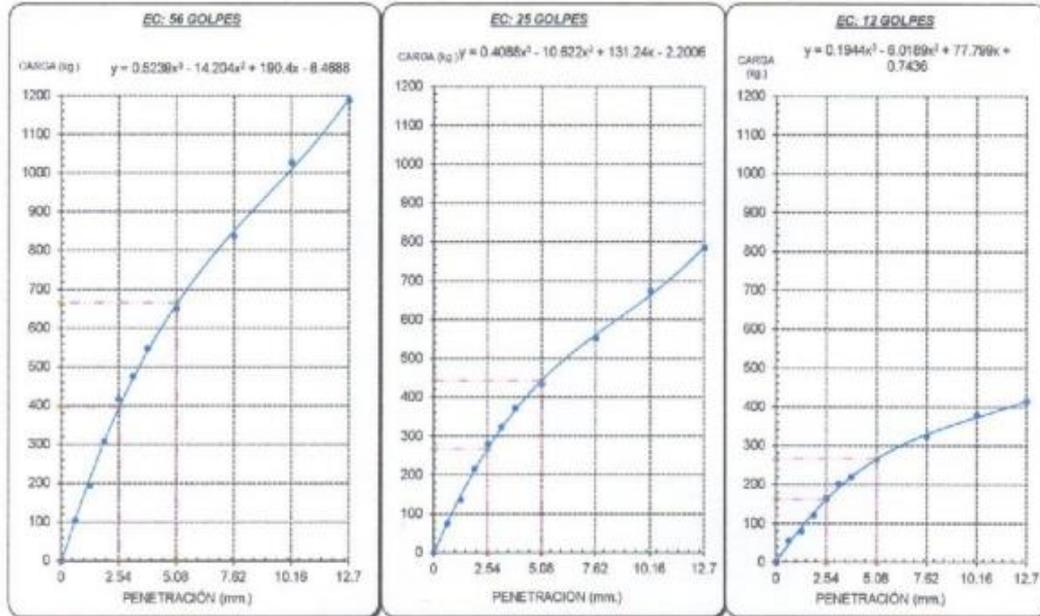
Revisado por:  
Especialista en Suelos y Pavimentos

	<b>ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)</b> <b>NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000</b>		
	Elaborado Por: JCCIP	Aprobado por: GT	

**TEJIS:** APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA AVIACION, PUNO - 2021  
**SOLICITANTE:** BACHILLER, CHURA DUEÑAS CLAUDIO RODOLFO  
**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 02+500  
**MUESTRA:** CALICATA C-2

**TIPO/COD. MUESTRA:** SRT. - 002 / M-2  
**APLICACIÓN:** SUBRASANTE  
**FECHA:** 07/02/2022

**GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN**



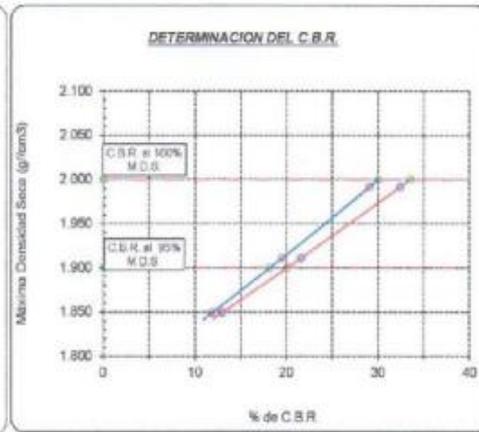
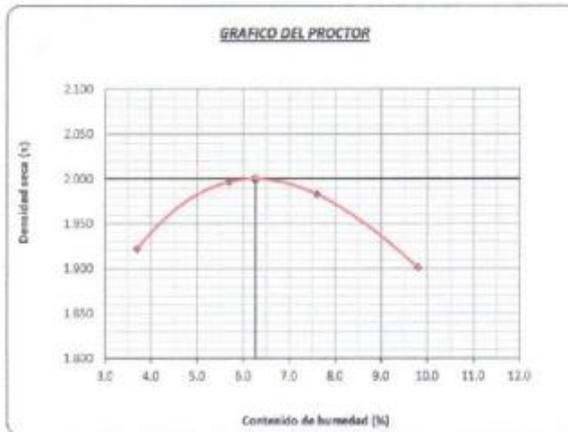
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%    2.000 g/cm<sup>3</sup>  
 DENSIDAD SECA AL 95%    1.900 g/cm<sup>3</sup>  
 OPTIMO CONT. DE HUMEDAD    6.3 %

**VALOR DEL C.B.R.**

2.54 cm.    5.08 cm.  
 C.B.R. AL 100 % M.D.S.    30.1 %    33.6 %  
 C.B.R. AL 95 % M.D.S.    18.2 %    20.1 %



**CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.**  
 ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS  
**OBSERVACIONES:**  
 1. Muestreo e identificación realizada por el personal de laboratorio.  
 Arnulfo L. Fernandez Ortega  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Concreto y Asfalto  
 Realizado por:  
 Técnico Laboratorista



**CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.**  
 ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS  
 Ing. Victor R. Chahucota Serrano  
 Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 CIP: 258821  
 Revisado por:  
 Especialista en Suelos y Pavimentos

11 A

# CALICATA C-3 KM 03+500

	<b>ENSAYO: CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO</b> <b>NORMA: ASTM D 2216 / MTC E 108</b>		
	Elaborado Por:	Aprobado por:	
	JCCSP	GT	

**TESIS:** APLICACIÓN DE CENIZA DE HOÏGA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA AVIACION, PUÑO - 2021 **TIPO/COD. MUESTRA:** SBR - 001 / M-1  
**SOLICITANTE:** BACHILLER. CHURA DUEÑAS CLAUDIO RODOLFO **APLICACIÓN:** SUBRASANTE  
**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 03+500 - Muestra Patrón **FECHA:** 03/02/2022  
**MUESTRA:** CALICATA C-3

DATOS DEL ENSAYO	M-01	M-02
A.- Peso de la muestra húmeda.	g 31352.0	
B.- Peso de muestra seca	g 30051.0	
C.- Peso del recipiente	g 0.0	
D.- Contenido de humedad	% 4.3	
E.- Contenido de humedad (promedio)	%	<b>4.3</b>

**OBSERVACIONES:**

1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.



CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES, CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

*Arnulfo L. Fernandez Ortega*  
Técnico de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto

Realizado por:  
Técnico Laboratorista

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES, CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

*Ing. Victor R. Churruarota Serrano*  
Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto

Revisado por:  
Especialista en Suelos y Pavimentos

	<b>ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS</b> <b>NORMA: ASTM C 136 / MTC E 204</b>		
	Elaborado Por:	Aprobado por:	
	ICCP	GT	

**TESIS:** APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA AVIACION, PUNO - 2021

**TIPO/COD. MUESTRA:** SBR. - 001 / M-1

**SOLICITANTE:** BACHILLER. CHURA DUEÑAS CLAUDIO RODOLFO

**APLICACIÓN:** SUBRASANTE

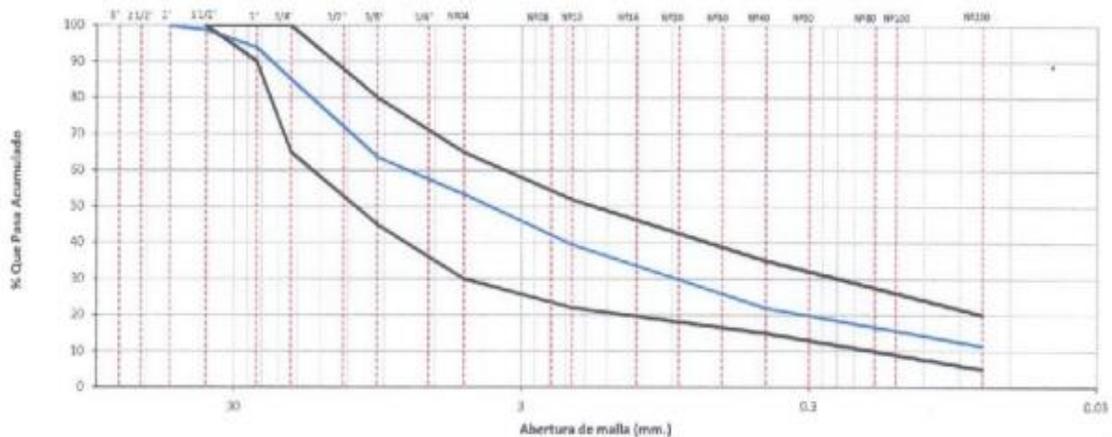
**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 03+500 - Muestra Patrón

**FECHA:** 03/02/202

**MUESTRA:** CALICATA C-3

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(PULG)	(mm)					Mín.	Máx.	
3"	75.000							PESO TOTAL : 30051.0 g.
2 1/2"	63.000							PESO LAVADO : 26586.9 g.
2"	50.000				100.0			PESO DE FRACCIÓN FINA : 687.0 g.
1 1/2"	37.500	389.9	1.3	1.3	98.7	100 - 100		
1"	25.000	1441.0	4.8	6.1	93.9	90 - 100		PESO HUMEDO : 31352.0 g.
3/4"	19.000	2651.0	8.8	14.9	85.1	65 - 100		PESO SECO : 30051.0 g.
1/2"	12.500	3667.0	12.2	27.1	72.9			PORCENT. HUMEDAD : 4.3 %
3/8"	9.500	2770.0	9.2	36.3	63.7	45 - 80		
1/4"	6.300	0.0	0.0					% GRAVA : 46.6 %
Nº04	4.750	3070.0	10.2	46.6	53.4	30 - 65		% ARENA : 41.9 %
Nº08	2.360	0.0	0.0					% PASANTE MALLA 200 : 11.5 %
Nº10	2.000	178.1	14.0	60.5	39.5	22 - 52		
Nº16	1.190	0.0	0.0					<b>CLASIFICACIÓN SUELO:</b>
Nº20	0.850	95.5	7.5	68.0	32.0			S.U.C.S. : GC
Nº30	0.600	0.0	0.0					AASHTO : A-2-4(0)
Nº40	0.425	128.5	10.1	78.1	21.9	15 - 35		DESCRIPCION DEL SUELO : Grava arcillosa con arena
Nº50	0.300	0.0	0.0					
Nº60	0.250	0.0	0.0					
Nº80	0.177	0.0	0.0					
Nº100	0.150	0.0	0.0					
Nº200	0.075	132.8	10.4	88.5	11.5	5 - 20		
< Nº200	FONDO	147.1	11.5	100.0	0.0			

**CURVA GRANULOMETRICA**



**OBSERVACIONES:**

L- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES: CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

Arnulfo L. Fernandez Ortega  
Técnico de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto  
Realizado por:  
Técnico Laboratorista



CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES: CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

Ing. Victor K. Choquecota Serrano  
Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
CIP: 295821

Revisado por:  
Especialista en Suelos y Pavimentos

	<b>ENSAYO: DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD</b>		
	<b>NORMA: ASTM D 4318 / MTC E 110 / MTC E 111</b>		
	Elaborado Por: JCSP	Aprobado por: GT	

**TESIS:** APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA AVIACION, PUNO - 2021 **TIPO/COID. MUESTRA:** SBR - 001 / M-1

**SOLICITANTE:** RACHILLER, CHURA DUEÑAS CLAUDIO RODOLFO **APLICACIÓN:** SUBRASANTE

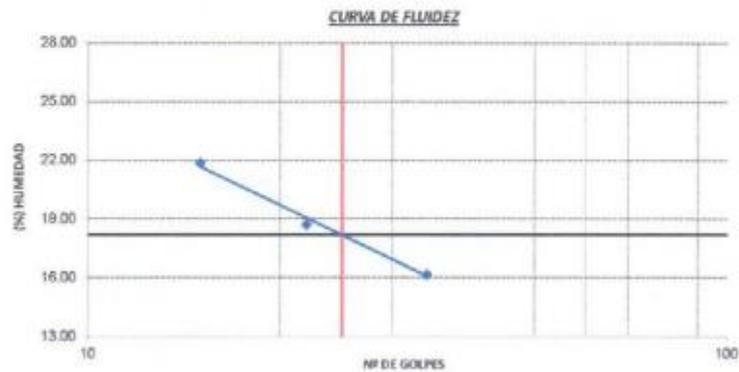
**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 03+500 - Muestra Patrón **FECHA:** 04/02/2022

**MUESTRA:** CALICATA C-3

DATOS DE ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	A-10	A-11	A-12	T-1	T-2
N° de tarro					
N° de golpes	34	22	15	---	---
Tarro + suelo húmedo	29.73	30.91	32.91	17.47	17.45
Tarro + suelo seco	26.87	27.53	28.45	16.67	16.57
Agua	2.86	3.38	4.46	0.80	0.88
Peso del tarro	9.18	9.46	8.06	9.03	7.73
Peso del suelo seco	17.69	18.07	20.39	7.64	8.84
Porcentaje de humedad	16.17	18.71	21.87	10.47	9.95

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	18.0 %
Límite Plástico	10.0 %
Índice de Plasticidad (Malla Nº40)	8.0 %

**Notas:**  
- Ensayo efectuado al material pasante la malla Nº40



**OBSERVACIONES:**  
1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES: CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

  
Aracilio L. Fernandez Ortega  
Técnico de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto  
Realizado por:  
Técnico Laboratorista



CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES: CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

  
Ing. Victor R. Choquecota Serrano  
Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
Realizado por:  
Especialista en Suelos y Pavimentos

	<b>ENSAYO: COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (56000 pie-llb/pie<sup>3</sup>)</b>		
	<b>NORMA: ASTM D 1557 / MTC F 115</b>		
	Elaborado Por: JCCSP	Aprobado por: GT	

**TESIS:** APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA AVIACION, PUNO - 2021

**TIPO/COD. MUESTRA:** SBR. - 001 / M-1

**SOLICITANTE:** BACHILLER, CHURA DUEÑAS CLAUDIO RODOLFO

**APLICACIÓN:** SUBRASANTE

**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 03+500 - Muestra Patrón

**FECHA:** 5/02/2022

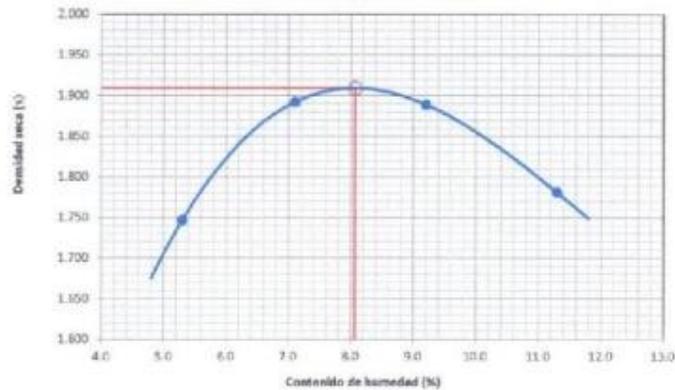
**MUESTRA:** CALCATÁ C-3

DATOS DE LA COMPACTACIÓN		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	10152	10545	10624	10452
Peso del molde	g.	6258	6258	6258	6258
Peso del suelo húmedo compactado	g.	3894	4287	4366	4194
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2116	2116	2116	2116
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.840	2.026	2.053	1.982

CONTENIDO DE HUMEDAD		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	835.4	765.4	762.5	768.4
Peso del suelo seco + tara	g.	793.4	714.7	698.3	690.4
Peso de tara	g.	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua	g.	42	50.7	64.2	78
Peso de suelo seco	g.	793.4	714.7	698.3	690.4
contenido de agua	%	5.3	7.1	9.2	11.3
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.747	1.892	1.889	1.781

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	<b>1.909</b>	g/cm <sup>3</sup>
<b>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>8.07</b>	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



**OBSERVACIONES:**

- Método de Aplicación: C
- Muestras e identificación realizado por el personal de laboratorio.

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES, CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

Arnelio L. Fernandez Ortega  
Técnico de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto

Realizado por:  
Técnico Laboratorista



CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES, CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

Ing. Victor R. Choquecota Serrano  
Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
CIP 289021

Revisado por:  
Especialista en Suelos y Pavimentos

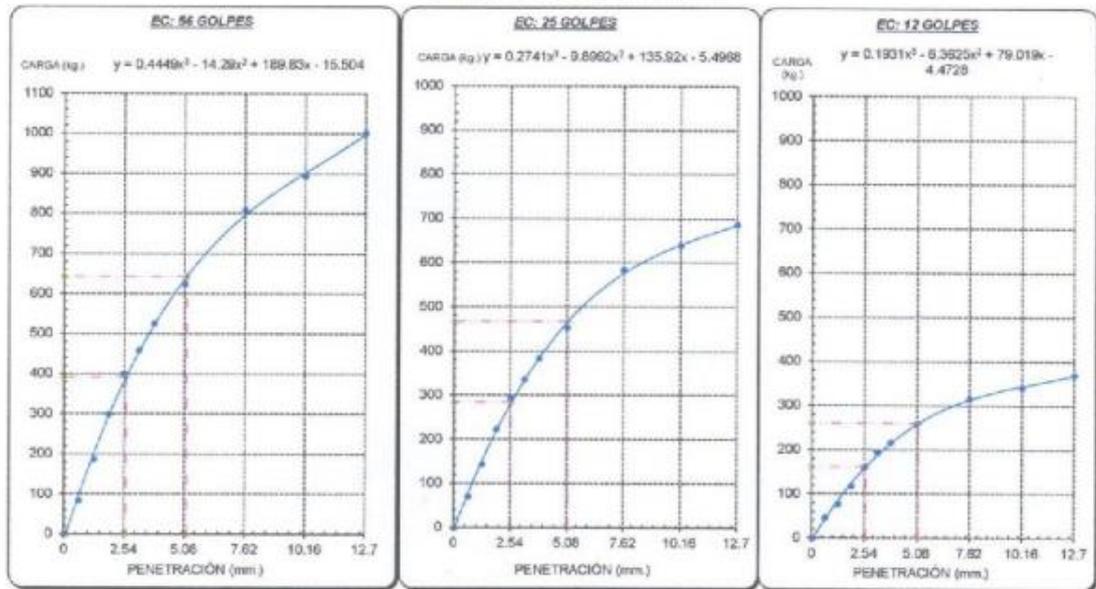


	<b>ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)</b> <b>NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000</b>		
	Elaborado por: JCSF	Aprobado por: GT	

**TESIS:** APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASATE EN LA AVENIDA AVIACION, PUNO - 2021  
**SOLICITANTE:** BACHILLER, CHURA DUEÑAS CLAUDIO RODOLFO  
**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 03+500 - Muestra Patrón  
**MUESTRA:** CALICATA C-3

**TIPO/COD. MUESTRA:** SBR - 001 / M-1  
**APLICACIÓN:** SUBRASANTE  
**FECHA:** 05/02/2022

**GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN**



**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.909 g./cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.814 g./cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD	8.1 %

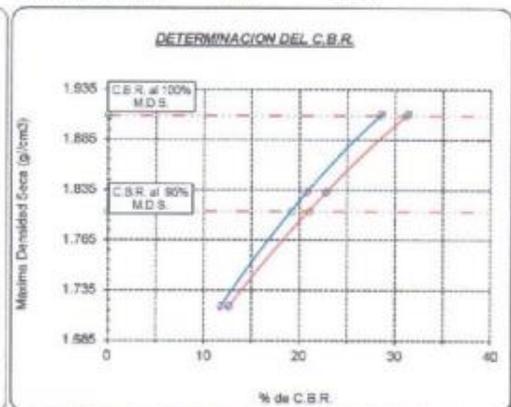
**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100% M.D.S.	28.4 %	31.1 %
C.B.R. AL 95% M.D.S.	19.7 %	21.1 %

**GRAFICO DEL PROCTOR**



**DETERMINACION DEL C.B.R.**



**OBSERVACIONES:**  
 1- Muestra preparada y ensayada por personal de laboratorio de la CORPORACION ACS CONSULTORES S.A.C. ACTIVIDADES, CONSTRUCCION Y SERVICIOS

Arnulfo L. Fernandez Ortega  
 Técnico de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 Técnico Laboralista



CORPORACION ACS CONSULTORES S.A.C.  
 ACTIVIDADES, CONSTRUCCION Y SERVICIOS

Ing. Victor J. Choquecota Serrano  
 Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 CIP: 28623  
 Revisado por:  
 Especialista en Suelos y Pavimentos

AC  
 Ir a

Calicata Muestra Patrón –C 3 con adición de ceniza de boñiga al 4%.

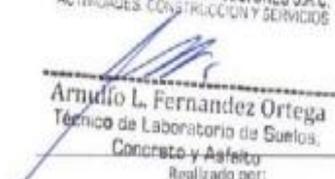
	<b>ENSAYO: CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO</b> <b>NORMA: ASTM D 2216 / MTC E 108</b>		
	Elaborado Por: JCCSP	Aprobado por: GT	

**TESIS:** APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA AVIACION, PUNO - 2021  
**TIPO/COD. MUESTRA:** SBR. - 003 / M-3  
**APLICACIÓN:** SUBRASANTE  
**SOLICITANTE:** BACHILLER. CHURA DUEÑAS CLAUDIO RODOLFO  
**FECHA:** 7/02/2022  
**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 03+500 - Muestra Patrón - Suelo + ceniza de boñiga al 4%  
**MUESTRA:** CALICATA C-3

DATOS DEL ENSAYO		M-01	M-02
A.- Peso de la muestra húmeda.	g.	19887.0	
B.- Peso de muestra seca	g.	19169.6	
C.- Peso del recipiente	g.	0.0	
D.- Contenido de humedad	%	3,7	
E.- Contenido de humedad (promedio)	%	<b>3.7</b>	

**OBSERVACIONES:**

1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
 ACTIVIDADES: CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS  
  
**Arnelio L. Fernandez Ortega**  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Concreto y Asfalto  
 Realizado por:  
 Técnico Laboratorista



CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
 ACTIVIDADES: CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS  
  
**Ing. Victor B. Chiquero Serrano**  
 Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 PUNO 2022  
 Revisado por:  
 Especialista en Suelos y Pavimentos

<b>ACS</b>	<b>ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GROSOS Y FINOS</b>		
	<b>NORMA: ASTM C 136 / MTC E 204</b>		
	Elaborado por: JCCP	Aprobado por: GT	

**TESIS:** APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA AVIACION, PUNO - 2021

**TIPO/COD. MUESTRA:** SBR.-003 / M-3

**SOLICITANTE:** BACHILLER, CHURA DUEÑAS CLAUDIO RODOLFO

**APLICACIÓN:** SUBRASANTE

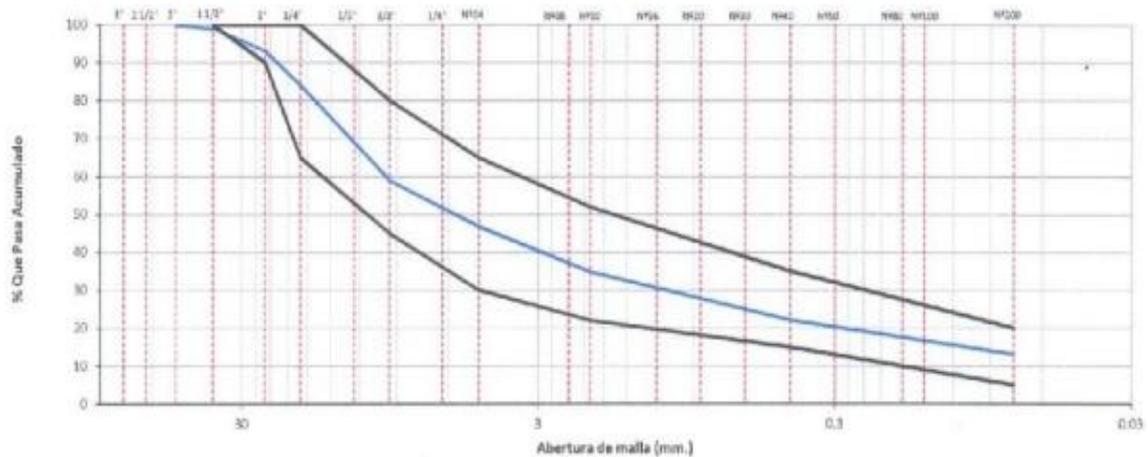
**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO RM 03+500 - Muestra Patrón - Suelo + ceniza de boñiga al 4%

**FECHA:** 7/02/2022

**MUESTRA:** CALCATA C-3

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(PULG)	(mm)					Min.	Máx.	
3"	75.000							PESO TOTAL : 19169.6 g.
2 1/2"	63.000							PESO LAVADO : 16646.9 g.
2"	50.000				100.0			PESO DE FRACCIÓN FINA : 498.0 g.
1 1/2"	37.500	174.6	0.9	0.9	99.1	100 - 100		
1"	25.000	1152.0	6.0	6.9	93.1	90 - 100		PESO HUMEDO : 19887.0 g.
3/4"	19.000	1735.0	9.1	16.0	84.0	65 - 100		PESO SECO : 19169.6 g.
1/2"	12.500	2877.0	15.0	31.0	69.0			PORCENT. HUMEDAD : 3.7 %
3/8"	9.500	1922.0	10.0	41.0	59.0	45 - 80		
1/4"	6.300	0.0						% GRAVA : 53.2 %
Nº4	4.750	2341.0	12.2	53.2	46.8	30 - 65		% ARENA : 33.6 %
Nº8	2.360	0.0						% PASANTE MALLA 200 : 13.2 %
Nº10	2.000	128.0	12.0	65.2	34.8	22 - 52		
Nº15	1.190	0.0						<b>CLASIFICACIÓN SUELO:</b>
Nº20	0.850	40.1	3.8	69.0	31.0			S.U.C.S. : GC
Nº30	0.600	0.0						AASHIO : A-2.4(0)
Nº40	0.425	93.5	8.8	77.8	22.2	15 - 35		DESCRIPCION DEL SUELO :
Nº50	0.300	0.0						Grava arcillosa con arena
Nº80	0.177	0.0						
Nº100	0.150	0.0						
Nº200	0.075	96.3	9.0	86.8	13.2	5 - 20		
< Nº200	FONDO	140.1	13.2	100.0	0.0			

**CURVA GRANULOMETRICA**



**OBSERVACIONES:**

L- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES CONSTRUCCION Y SERVICIOS

*Arnulfo L. Fernandez Ortega*  
Técnico de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto

Realizado por:  
Técnico Laboratorista



CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES CONSTRUCCION Y SERVICIOS

*Ing. Victor R. Choquecota Serrano*  
Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
CIP 259821

Revisado por:  
Especialista en Suelos y Pavimentos

	<b>ENSAYO: DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD</b>		
	<b>NORMA: ASTM D 4318 / MTC E 110 / MTC E 111</b>		
	Elaborado Por: KCSP	Aprobado por: GT	

**TEJIS:** APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASATE EN LA AVENIDA AVIACION, PUNO - 2021 **TIPO/COD. MUESTRA:** SBR - 003 / M-3

**SOLICITANTE:** BACHILLER. CHURA DUEÑAS CLAUDIO RODOLFO **APLICACIÓN:** SUBRASANTE

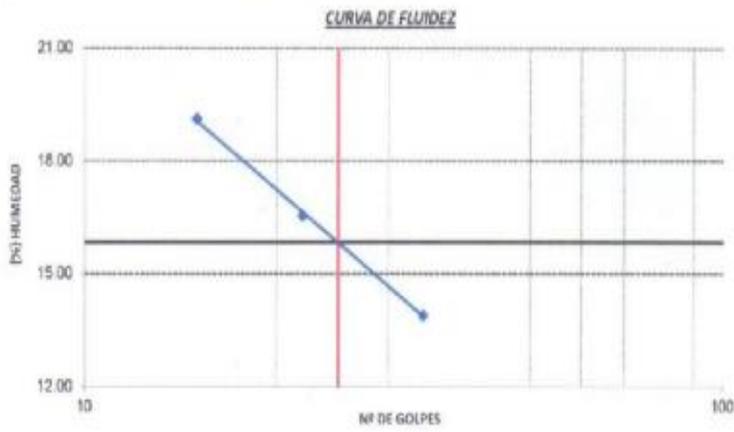
**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 03+500 - Muestra Patrón - Suelo + ceniza de boñiga al 4% **FECHA:** 10/02/2022

**MUESTRA:** CALICATA C-3

DATOS DE ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	A-13	A-14	A-15	T-4	T-5
N° de tarro					
N° de golpes	34	22	15	---	---
Tarro + suelo húmedo	29.39	30.67	30.58	16.74	16.51
Tarro + suelo seco	26.87	27.53	27.25	16.07	15.87
Agua	2.52	3.14	3.33	0.67	0.64
Peso del tarro	8.74	8.56	9.83	8.69	8.86
Peso del suelo seco	18.13	18.97	17.42	7.38	7.01
Porcentaje de humedad	13.90	16.55	19.12	9.08	9.13

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	16.0 %
Límite Plástico	9.0 %
Índice de Plasticidad (Malla N°40)	7.0 %

**Notas:**  
- Ensayo efectuado al material pasante la malla N°40



**OBSERVACIONES:**  
1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES, CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

  
Arnulfo L. Fernandez Ortega  
Técnico de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto

Realizado por:  
Técnico Laboratorista



CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES, CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

  
Ing. Victor R. Choquecota Serrano  
Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto

Revisado por:  
Especialista en Suelos y Pavimentos

	<b>ENSAYO: COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (56000 pie-lb/pie<sup>3</sup>)</b>		
	<b>NORMA: ASTM D 1557 / MTC E 115</b>		
	Elaborado Por: JCCSP	Aprobado por: GT	

**TESIS:** APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA AVIACION, PUÑO - 2021.

**SOLICITANTE:** BACHILLER. CHURA DUEÑAS CLAUDIO RODOLFO

**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 03+500 - Muestra Patrón - Suelo + ceniza de boñiga al 4%

**MUESTRA:** CALICATA C-3

**TIPO/COD. MUESTRA:** SBR - 003 / M-3

**APLICACIÓN:** SUBRASANTE

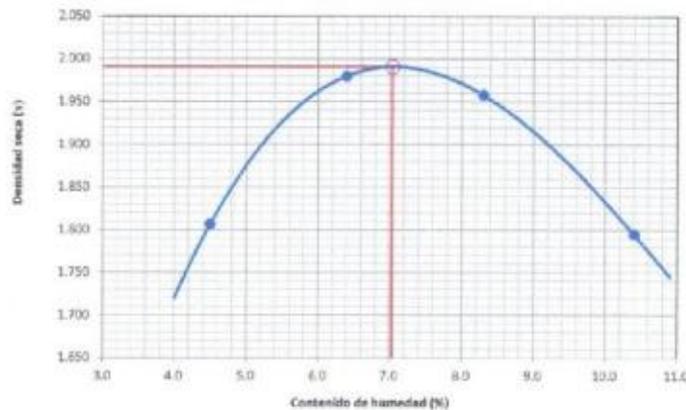
**FECHA:** 11/02/2022

DATOS DE LA COMPACTACIÓN		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	10252	10717	10747	10452
Peso del molde	g.	6258	6258	6258	6258
Peso del suelo húmedo compactado	g.	3994	4459	4489	4194
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2116	2116	2116	2116
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.888	2.107	2.121	1.982

CONTENIDO DE HUMEDAD		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	653.4	528.4	568.4	635.1
Peso del suelo seco + tara	g.	625.3	496.6	524.8	575.3
Peso de tara	g.	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua	g.	28.1	31.8	43.6	59.8
Peso de suelo seco	g.	625.3	496.6	524.8	575.3
contenido de agua	%	4.5	6.4	8.3	10.4
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.807	1.980	1.958	1.795

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	<b>1.991</b>	g/cm <sup>3</sup>
<b>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>7.04</b>	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



**OBSERVACIONES:**

- 1.- Método de Aplicación: C
- 2.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES, CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

*Armando L. Fernandez Ortega*  
Técnico de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto

Realizado por:  
Técnico Laboratorista



CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES, CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

*Ing. Victor R. Chacacota Serrano*  
Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
CIP: 256821

Revisado por:  
Especialista en Suelos y Pavimentos

	<b>ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)</b>		
	<b>NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000</b>		
	Laborado Por: JCCSP	Aprobado por: GT	

**TESIS:** APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA AVIACION, PUNO - 2021 **TIPO/COD. MUESTRA:** SBR. - 003 / M-3

**SOLICITANTE:** BACHILLER, CHURA DUEÑAS CLAUDIO RODOLFO **APLICACIÓN:** SUBRASANTE

**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 03+500 - Muestra Patrón - Suelo + ceniza de boñiga al 4% **FECHA:** 11/02/2022

**MUESTRA:** CALICATA C-3

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	4			5			6							
Nº Capa	5			5			5							
Nº Golpes por capa	56			25			12							
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	Sin Saturado			Saturado			Sin Saturado			Saturado				
Peso molde + Suelo húmedo	11733			11763			11473			11537				
Peso de molde (g)	7213			7213			7165			7165				
Peso del suelo húmedo (g)	4520			4550			4308			4372				
Volumen del molde (cc)	2115			2115			2122			2122				
Densidad húmeda (g/cc)	2.138			2.152			2.030			2.060				
% de humedad	7.2			7.5			7.3			8.9				
Densidad seca (g/cc)	1.994			1.994			1.892			1.891				
CONTENIDO DE HUMEDAD														
Tarro Nº														
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )	634.5			634.5			656.5			656.5				
Tarro + Suelo seco ( gr. )	591.9			591.9			608.4			608.4				
Peso del Agua ( gr. )	42.6			42.6			48.1			48.1				
Peso del tarro ( gr. )														
Peso del suelo seco ( gr. )	592			608.4			529.8			579.6				
% de humedad	7.2			7.5			7.3			8.9				
Promedio de Humedad (%)	7.2			7.9			7.3			8.9				
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				pulg.	%		pulg.	%		pulg.	%			
11/02/2022	17:30	0	0	0.000	0	0	0	0	0	0	0			
12/02/2022	17:30	24	5	0.002		4	0.002		7	0.003				
13/02/2022	17:30	48	8	0.003		8	0.003		9	0.004				
14/02/2022	17:30	72	11	0.004		10	0.004		13	0.005				
15/02/2022	17:30	96	11	0.004		10	0.004		13	0.005				
			4.43	total	0.10	4.57	total	0.09	4.57	total	0.11			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº 4				MOLDE Nº 5				MOLDE Nº 6			
			CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN				
mm.	pulg.	kg./cm.2	ect. DigIt	Kg.f	kg./cm.2	%	ect. DigIt	Kg.f	kg./cm.2	%	ect. DigIt	Kg.f	kg./cm.2	%
0.000	0.000	0'00"		0	0	0		0	0	0		0	0	0
0.640	0.025	0'30"		65.5	100	5.1		39.7	75	3.9		11.7	48	2.5
1.270	0.050	1'00"		203.9	235	12.0		125.6	159	8.1		51.4	67	4.4
1.910	0.075	1'30"		354.8	381	19.6		219.2	249	12.8		102.9	136	7.0
2.540	0.100	2'00"	70.31	491.9	515	26.5	37.1	303.4	331	17.0	23.5	157.2	189	9.7
3.170	0.125	2'30"		570.5	592	30.4		352.0	379	19.4		198.7	230	11.8
3.810	0.150	3'00"		661.5	681	35.0		408.3	434	22.3		227.4	257	13.2
5.080	0.200	4'00"	105.46	793.7	811	41.7	40.8	490.0	514	26.4	25.8	281.7	310	15.9
7.620	0.300	6'00"		1041.2	1055	54.2		642.91	663	34.1		352.5	379	19.5
10.160	0.400	8'00"		1154.7	1168	60.0		706.9	726	37.3		384.6	411	21.1
12.700	0.500	10'00"		1298.7	1311	67.3		761.8	780	40.1		421.6	447	22.9

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES, CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

Arntino L. Fernandez Ortega  
Técnico de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto

Realizado por:  
Técnico Laboratorista



CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES, CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

Ing. Victor H. Choquecota Serrano  
Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
CIP 252821

Revisado por:  
Especialista en Suelos y Pavimentos

**TESIS:** APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA AVIACION, PUNO - 2021

**SOLICITANTE:** BACHILLER, CHURA DUEÑAS CLAUDIO RODOLFO

**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 03+500 - Muestra Patrón - Suelo + ceniza de boñiga al 4%

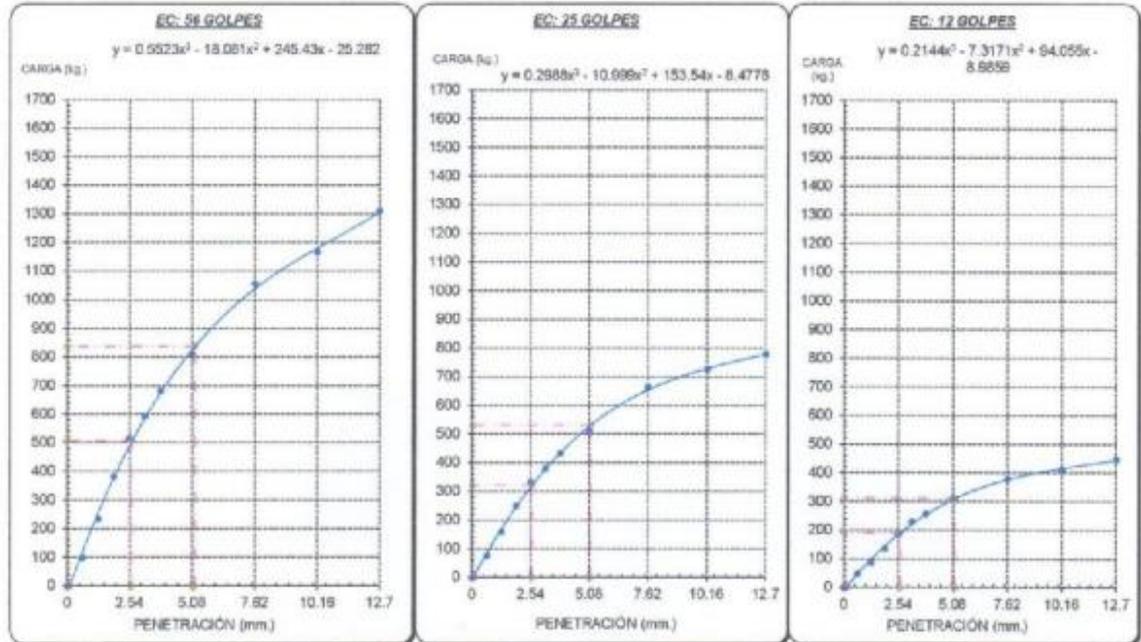
**MUESTRA:** CALICATA C-3

**TIPO/COD. MUESTRA:** SBR. - 003 / M-3

**APLICACIÓN:** SUBRASANTE

**FECHA:** 11/02/2022

**GRAFICO CARGA - PENETRACION**



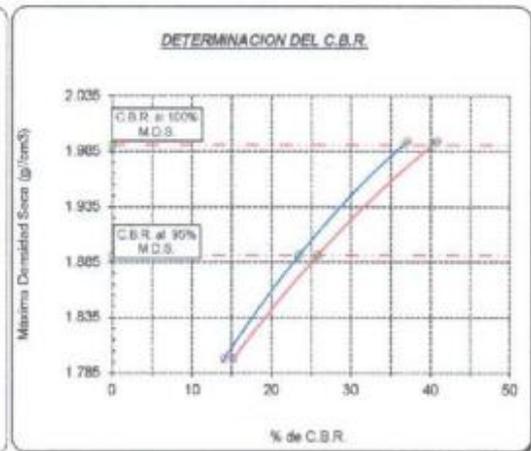
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	1.991 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.891 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	7.0 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	<b>2.54 cm.</b>	<b>5.08 cm.</b>
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	36.7 %	40.3 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	23.4 %	25.8 %



**OBSERVACIONES:**

1.- Muestra de laboratorio realizado por el personal de laboratorio

ACTIVIDADES EN CONSTRUCCION Y SERVICIOS

ACS CONSULTORES S.A.C.

Arnelio L. Fernandez Ortega

Técnico de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto



CORPORACION ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES EN CONSTRUCCION Y SERVICIOS

Ing. Victor K. Choquecota Serrano  
Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
CIP 259821

Revisado por:  
Especialista en Suelos y Pavimentos

Calicata Muestra Patrón –C 3 con adición de ceniza de boñiga al 8%.

	<b>ENSAYO: CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO</b> <b>NORMA: ASTM D 2216 / MTC E 108</b>		
	Elaborado Por: ICCS	Aprobado por: GT	

**TESIS:** APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA AVIACION, PUNO - 2021

**SOLICITANTE:** BACHILLER, CHURA DUEÑAS CLAUDIO RODOLFO

**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 03+500 - Muestra Patrón - Suelo + ceniza de boñiga al 8%

**MUESTRA:** CALICATA C-3

**TIPO/COD. MUESTRA:** SBR, - 003 / M-3

**APLICACIÓN:** SUBRASANTE

**FECHA:** 8/02/2022

DATOS DEL ENSAYO	M-01	M-02
A.- Peso de la muestra húmeda.	g. 18097.0	
B.- Peso de muestra seca	g. 17401.3	
C.- Peso del recipiente	g. 0.0	
D.- Contenido de humedad	% 4.0	
E.- Contenido de humedad (promedio)	%	<b>4.0</b>

**OBSERVACIONES:**

1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.

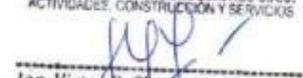
CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES: CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS



Arnulfo L. Fernandez Ortega  
Técnico de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto  
Realizado por:  
Técnico Laboratorista



CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES: CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS



Ing. Victor R. Choquecota Serrano  
Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
Revisado por:  
Especialista en Suelos y Pavimentos

<b>ACS</b>	<b>ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS</b>		
	<b>NORMA: ASTM C 136 / MTC E 204</b>		
	Elaborado Por: JCCP	Aprobado por: GT	

**TESIS:** APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA AVIACION, PUNO - 2021 **TIPO/COD. MUESTRA:** SBR - 003 / M-3

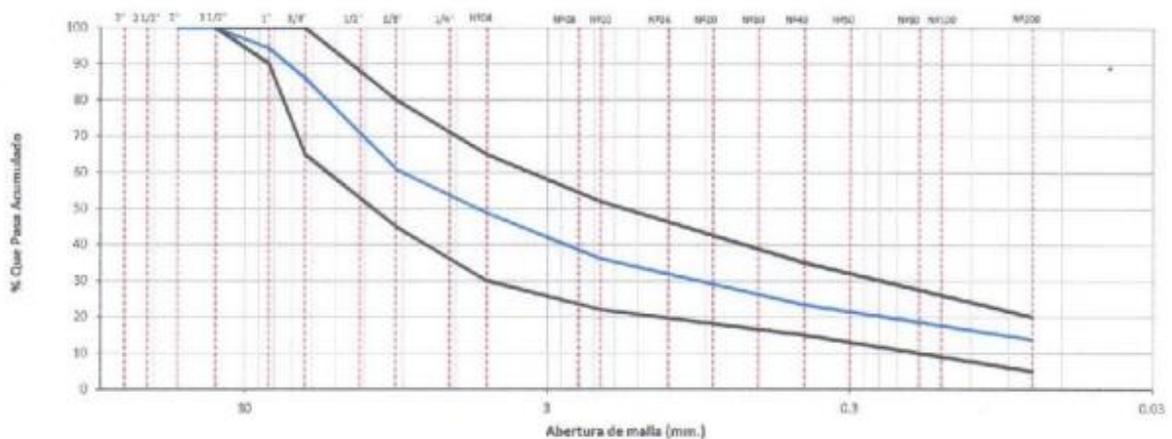
**SOLICITANTE:** BACHILLER, CHURA DUEÑAS CLAUDIO RODOLFO **APLICACIÓN:** SUBRASANTE

**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 03+500 - Muestra Patrón - Suelo + ceniza de boñiga al 8% **FECHA:** 8/02/2022

**MUESTRA:** CALICATA C-3

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(PULG)	(mm)					Mín.	Máx.	
3"	75.000							PESO TOTAL : 17401.3 g.
2 1/2"	63.000							PESO LAVADO : 14985.6 g.
2"	50.000							PESO DE FRACCIÓN FINA : 453.0 g.
1 1/2"	37.500				100.0	100 - 100		
1"	25.000	987.0	5.7	5.7	94.3	90 - 100		PESO HUMEDO : 18097.0 g.
3/4"	19.000	1453.2	8.4	14.0	86.0	65 - 100		PESO SECO : 17401.3 g.
1/2"	12.500	2608.0	15.0	29.0	71.0			PORCENT. HUMEDAD : 4.0 %
3/8"	9.500	1752.0	10.1	39.1	60.9	45 - 80		
1/4"	6.300	0.0						% GRAVA : 51.2 %
Nº04	4.750	2117.0	12.2	51.2	48.8	30 - 65		% ARENA : 34.9 %
Nº08	2.360	0.0						% PASANTE MALLA 200 : 13.9 %
Nº10	2.000	116.5	12.5	63.8	36.2	22 - 52		
Nº16	1.190	0.0						CLASIFICACIÓN SUELO:
Nº20	0.850	34.8	3.7	67.5	32.5			S.U.C.S. : GC-GM
Nº30	0.600	0.0						AASHTO : A-1-a(0)
Nº40	0.425	85.1	9.2	76.7	23.3	15 - 35		DESCRIPCION DEL SUELO :
Nº50	0.300	0.0						Grava limo arcilla con arena
Nº60	0.250	0.0						
Nº80	0.177	0.0						
Nº100	0.150	0.0						
Nº200	0.075	87.6	9.4	86.1	13.9	5 - 20		
< Nº200	FONDO	129.0	13.9	100.0	0.0			

**CURVA GRANULOMETRICA**



**OBSERVACIONES:**

1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES, CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

*Arnulfo L. Fernandez Ortega*  
Técnico de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto

Realizado por:  
Técnico Laboratorista



CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES, CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

*Ing. Victor de Choquecota Serrano*  
Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
CIP: 250621

Revisado por:  
Especialista en Suelos y Pavimentos

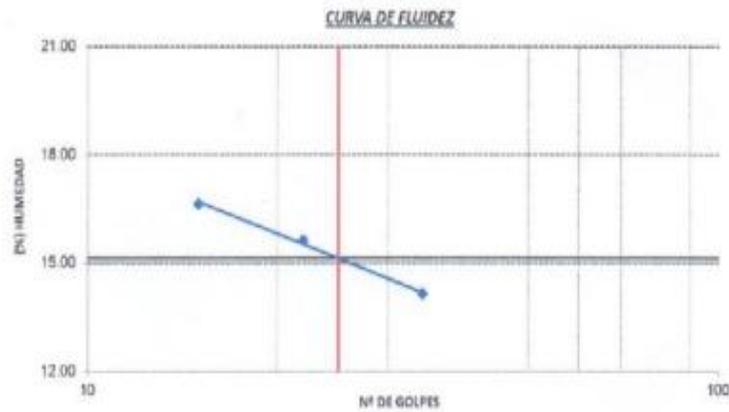
	<b>ENSAYO: DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD</b>		
	<b>NORMA: ASTM D 4318 / MTC E 110 / MTC E 111</b>		
	Elaborado Por: ICCS	Aprobado por: GT	

**TESIS:** APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASATE EN LA AVENIDA AVIACION, PUÑO - 2021 **TIPO/COD. MUESTRA:** SBR - 003 / M-3  
**SOLICITANTE:** BACHILLER, CHURA DUEÑAS CLAUDIO RODOLFO **APLICACIÓN:** SUBRASANTE  
**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 03+500 - Muestra Patrón - Suelo + ceniza de boñiga al 8% **FECHA:** 11/02/2022  
**MUESTRA:** CALICATA C-3

DATOS DE ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	A-16	A-17	A-18	T-7	T-8
N° de tarro					
N° de golpes	34	22	35	—	—
Tarro + suelo húmedo	30.47	31.57	32.63	15.47	15.47
Tarro + suelo seco	27.80	28.57	29.33	14.89	14.95
Agua	2.67	3.00	3.30	0.58	0.52
Peso del tarro	8.95	9.39	9.50	8.43	8.83
Peso del suelo seco	18.85	19.18	19.83	6.46	6.12
Porcentaje de humedad	14.16	15.64	16.64	8.98	8.50

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	15.0 %
Límite Plástico	9.0 %
Índice de Plasticidad (Malla N°40)	6.0 %

**Nota:**  
- Ensayo efectuado al material pasante la malla N°40



**OBSERVACIONES:**  
1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
 ACTIVIDADES, CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS  
  
 Arnulfo L. Fernandez Ortega  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Concreto y Asfalto  
 Realizado por:  
 Técnico Laboratorista



CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
 ACTIVIDADES, CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS  
  
 Ing. Victor R. Chacabacota Serrano  
 Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 CIP. 258821  
 Revisado por:  
 Especialista en Suelos y Pavimentos

	<b>ENSAYO: COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (56000 pie-lb/pie<sup>3</sup>)</b>		
	<b>NORMA: ASTM D 1557 / MTC E 115</b>		
	Elaborado Por: JCCSP	Aprobado por: GT	

**TESIS:** APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA AVIACION, PUNO - 2021.

**TIPO/COD. MUESTRA:** SBR - 003 / M 3

**SOLICITANTE:** BACHILLER. CHURA DUEÑAS CLAUDIO RODOLFO

**APLICACIÓN:** SUBRASANTE

**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 03+500 - Muestra Patrón - Suelo + ceniza de boñiga al 8%

**FECHA:** 12/02/2022

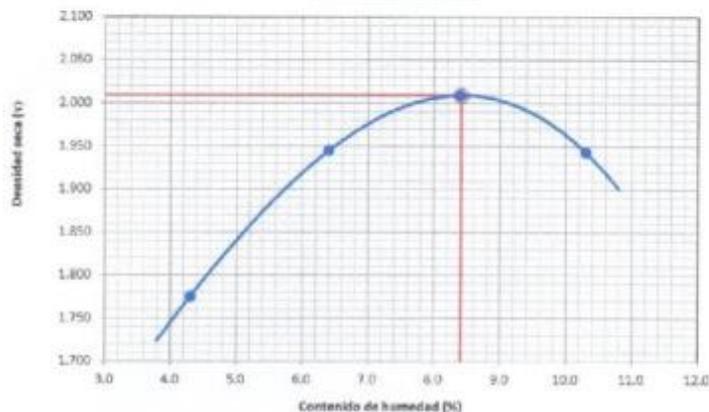
**MUESTRA:** CALICATA C-3

DATOS DE LA COMPACTACIÓN		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	10179	10697	10867	10792
Peso del molde	g.	6258	6258	6258	6258
Peso del suelo húmedo compactado	g.	3917	4379	4609	4534
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2116	2116	2116	2116
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.851	2.069	2.178	2.143

CONTENIDO DE HUMEDAD		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	558.4	564.5	517.5	558.4
Peso del suelo seco + tara	g.	535.5	530.5	477.5	506.3
Peso de tara	g.	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua	g.	22.9	34	40	52.1
Peso de suelo seco	g.	535.5	530.5	477.5	506.3
contenido de agua	%	4.3	6.4	8.4	10.3
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.775	1.945	2.009	1.943

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	<b>2.009</b>	g/cm <sup>3</sup>
<b>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>8.41</b>	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



**OBSERVACIONES:**

- 1.- Método de Aplicación: C
- 2.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

*Arnolfo L. Fernandez Ortega*  
Técnico de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto

Realizado por:  
Técnico Laboratorista



CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

*Ing. Victor R. Chappacota Serrano*  
Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
CIP: 258621

Revisado por:  
Especialista en Suelos y Pavimentos

	<b>ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)</b> <b>NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000</b>		
	Elaborado por: JUCIP	Aprobado por: CT	

**TESIS:** APLICACIÓN DE CENIZA DE BOHIGA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASATE EN LA AVENIDA AVIACION, PUNO - 2021 **TIPO/COD. MUESTRA:** SBR - 003 / M-3  
**SOLICITANTE:** BACHILLER, CHURA DUEÑAS CLAUDIO RODOLFO **APLICACIÓN:** SUBRASANTE  
**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 03+500 - Muestra Patrón - Suelo + ceniza de bohiga al 8% **FECHA:** 12/02/2022  
**MUESTRA:** CALICATA C-3

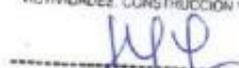
COMPACTACIÓN															
Nº Molde		7				9				8					
Nº Capa		5				5				5					
Nº Golpes por capa		56				25				12					
CONDICION DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo		13390	13381	12940	12990	12720	12798								
Peso de molde (g)		8465	8463	8453	8453	8381	8381								
Peso del suelo húmedo (g)		4927	4918	4487	4537	4339	4417								
Volumen del molde (cc)		2178	2178	2161	2161	2159	2159								
Densidad húmeda (g/cc)		2.262	2.258	2.077	2.100	2.010	2.046								
% de humedad		8.3	8.5	8.5	9.3	8.1	9.6								
Densidad seca (g/cc)		2.088	2.081	1.914	1.922	1.859	1.866								
CONTENIDO DE HUMEDAD															
Tarro Nº															
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		577.4	577.4	589.4	589.4	645.2	645.2	565.1	565.1	636.1	636.1	687.5			
Tarro + Suelo seco (gr.)		533.1	533.1	543.4	543.4	594.8	594.8	517.2	517.2	588.5	588.5	627			
Peso del Agua (gr.)		44.3		46.0		50.4		47.9		47.6		60.5			
Peso del tarro (gr.)															
Peso del suelo seco (gr.)		533		543.4		594.8		517.2		588.5		627			
% de humedad		8.3		8.5		8.5		9.3		8.1		9.6			
Promedio de Humedad (%)		8.3		8.5		8.5		9.3		8.1		9.6			
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				pulg.	%		pulg.	%		pulg.	%				
12/02/2022	17:30	0	0	0.000	0	0	0	0	0	0	0				
13/02/2022	17:30	24	2	0.001		2	0.001		4	0.002					
14/02/2022	17:30	48	5	0.002		6	0.002		7	0.003					
15/02/2022	17:30	72	9	0.004		8	0.003		10	0.004					
16/02/2022	17:30	96	9	0.004		9	0.004		11	0.004					
			4.57	total	0.08	4.53	total	0.08	4.55	total	0.10				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND. kg./cm.2	MOLDE Nº 7				MOLDE Nº 9				MOLDE Nº 8			
mm.	pulg.			CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN		
			ect. Dlgit	Kg.f	kg./cm.2	%	ect. Dlgit	Kg.f	kg./cm.2	%	ect. Dlgit	Kg.f	kg./cm.2	Kg.f	%
0.000	0.000	0'00"	0	0	0		0	0	0		0	0	0		
0.640	0.025	0'30"	90.0	124	6.4		55.0	90	4.6		17.0	53	2.7		
1.270	0.050	1'00"	276.0	305	15.6		170.0	202	10.4		71.0	106	5.4		
1.910	0.075	1'30"	480.0	504	25.9		290.0	318	16.3		143.0	173	8.9		
2.540	0.100	2'00"	70.31	666.0	686	35.2	49.7	400.0	426	21.9	30.8	213.0	243	12.5	18.1
3.170	0.125	2'30"		773.0	791	40.6		470.0	494	25.4		268.0	297	15.2	
3.810	0.150	3'00"		890.0	906	46.5		545.0	567	29.1		306.0	334	17.1	
5.080	0.200	4'00"	105.46	1075.0	1089	55.9	55.0	655.0	675	34.7	34.1	380.0	406	20.9	19.8
7.620	0.300	6'00"		1400.0	1412	72.5		862	879	45.1		473.0	497	25.5	
10.160	0.400	8'00"		1563.0	1574	80.8		950.0	965	49.6		518.0	541	27.8	
12.700	0.500	10'00"		1760.0	1771	91.0		1018.0	1033	53.0		571.0	593	30.4	

CORPORACION ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES: CONSTRUCCION Y SERVICIOS

  
 Arnulfo L. Fernandez Ortega  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Concreto y Asfalto  
 Realizado por:  
 Técnico Laboratorista



CORPORACION ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES: CONSTRUCCION Y SERVICIOS

  
 Ing. Victor E. Chacabecota Serrano  
 Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 CP. 252821

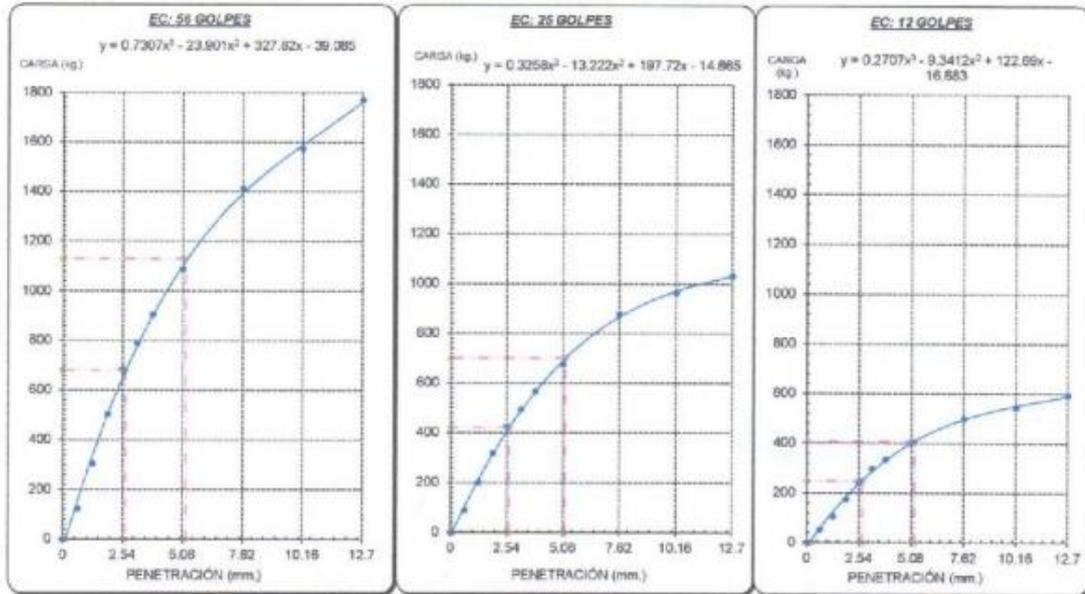
Revisado por:  
 Especialista en Suelos y Pavimentos

	<b>ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)</b> <b>NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000</b>		
	Elaborado por: ACSP	Aprobado por: GT	

**TESIS:** APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA AVIACION, PUNO - 2021  
**SOLICITANTE:** BACHILLER. CHURA DUEÑAS CLAUDIO RODOLFO  
**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 03-500 - Muestra Patrón - Suelo + ceniza de boñiga al 8%  
**MUESTRA:** CALICATA C-3

**TIPO/COD. MUESTRA:** SBH - 003 / M-3  
**APLICACIÓN:** SUBRASANTE  
**FECHA:** 12/02/2022

**GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN**



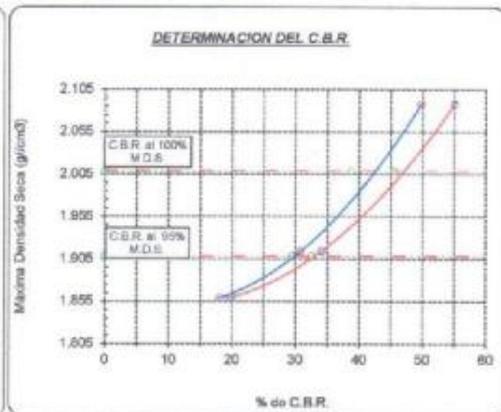
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	2.009 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.909 g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD	8.4 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	38.8 %	45.5 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	29.4 %	32.6 %



**OBSERVACIONES:**

- Muestra preparada en el laboratorio.

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
 ACTIVIDADES, CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

  
 Arnulfo C. Fernandez Ortega  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Concreto y Asfalto.



CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
 ACTIVIDADES, CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

  
 Ing. Victor R. Choqueanta Serrano  
 Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 C.I.P. 259821

Revisado por:  
 Especialista en Suelos y Pavimentos

11 A

Calicata Muestra Patrón – C 3 con adición de ceniza de boñiga al 12%.

	<b>ENSAYO: CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO</b> <b>NORMA: ASTM D 2216 / MTC E 108</b>		
	Elaborado Por:	Aprobado por:	
	JCCSP	GT	

**TESIS:** APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA AVIACION, PUNO - 2021. **TIPO/COD. MUESTRA:** SBR. - 003 / M-3

**SOLICITANTE:** BACHILLER. CHURA DUEÑAS CLAUDIO RODOLFO. **APLICACIÓN:** SUBRASANTE

**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 03+500 - Muestra Patrón - Suelo + ceniza de boñiga al 12%. **FECHA:** 8/02/2022

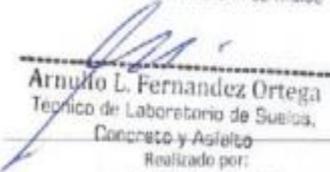
**MUESTRA:** CALICATA C-3

DATOS DEL ENSAYO		M-01	M-02
A.- Peso de la muestra húmeda.	g.	18097.0	
B.- Peso de muestra seca	g.	17401.3	
C.- Peso del recipiente	g.	0.0	
D.- Contenido de humedad	%	4.0	
E.- Contenido de humedad (promedio)	%	<b>4.0</b>	

**OBSERVACIONES:**

1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES: CONSTRUCCIÓN Y SERVICIO

  
**Arnulfo L. Fernandez Ortega**  
 Técnico de Laboratorio de Suelos,  
 Concreto y Asfalto  
 Realizado por:  
 Técnico Laboratorista



CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES: CONSTRUCCION Y SERVICIO

  
**Ing. Victor B. Chojueca Serrano**  
 Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 CIP: 258821  
 Revisado por:  
 Especialista en Suelos y Pavimentos

	<b>ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS</b>		
	<b>NORMA: ASTM C 136 / MTC E 204</b>		
	Elaborado por: JCCP	Aprobado por: GT	

**TESES:** APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA AVIACION, PUNO - 2021

**SOLICITANTE:** BACHILLER, CHURA DUEÑAS CLAUDIO RODOLFO

**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 03-500 - Muestra Patrón - Suelo + ceniza de boñiga al 12%

**MUESTRA:** CALICATA C-3

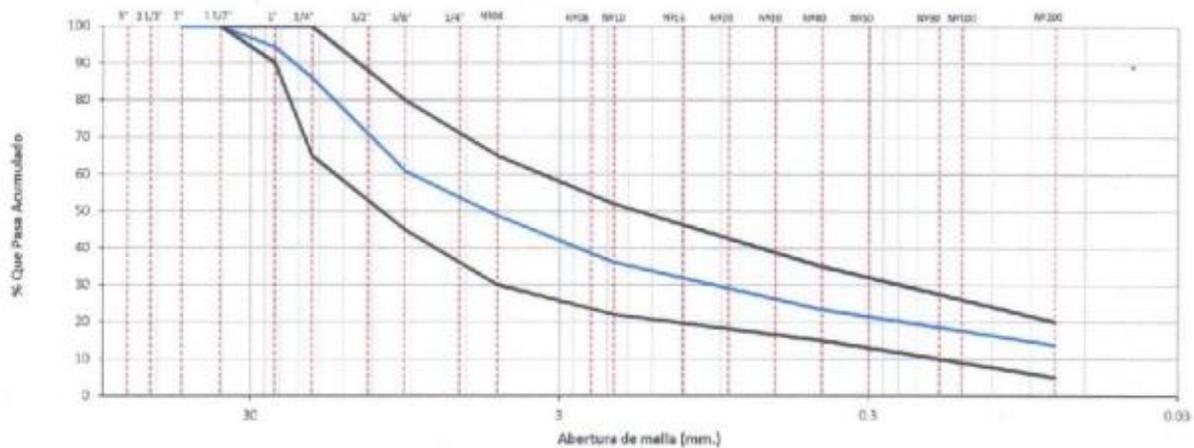
**TIPO/COD. MUESTRA:** 58R. - 003 / M-3

**APLICACIÓN:** SUBRASANTE

**FECHA:** 8/02/2022

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(PULG)	(mm)					Mín.	Máx.	
3"	75.000							PESO TOTAL : 17401.3 g.
2 1/2"	63.000							PESO LAVADO : 14985.6 g.
2"	50.000							PESO DE FRACCIÓN FINA : 453.0 g.
1 1/2"	37.500				100.0	100 - 100		
1"	25.000	987.0	5.7	5.7	94.3	90 - 100		PESO HUMEDO : 18097.0 g.
3/4"	19.000	1453.2	8.4	14.0	86.0	65 - 100		PESO SECO : 17401.3 g.
1/2"	12.500	2608.0	15.0	29.0	71.0			PORCENT. HUMEDAD : 4.0 %
3/8"	9.500	1752.0	10.1	39.1	60.9	45 - 80		
1/4"	6.300	0.0						% GRAVA : 51.2 %
Nº04	4.750	2117.0	12.2	51.2	48.8	30 - 65		% ARENA : 44.9 %
Nº08	2.360	0.0						% PASANTE MALLA 200 : 13.9 %
Nº10	2.000	116.5	12.5	63.8	36.2	22 - 52		
Nº16	1.190	0.0						<b>CLASIFICACIÓN SUELO:</b>
Nº20	0.850	34.8	3.7	67.5	32.5			S.U.C.S. : GC
Nº30	0.600	0.0						AASHTO : A-2-4(D)
Nº40	0.425	85.1	9.2	76.7	23.3	15 - 35		DESCRIPCION DEL SUELO : Grava arcillosa con arena
Nº50	0.300	0.0						
Nº80	0.177	0.0						
Nº100	0.150	0.0						
Nº200	0.075	87.6	9.4	86.1	13.9	5 - 20		
< Nº200	FONDO	129.0	13.9	100.0	0.0			

**CURVA GRANULOMETRICA**



**OBSERVACIONES:**

1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES, CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

*Arquílo L. Fernandez Ortega*  
Técnico de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto

Realizado por:  
Técnico Laboratorista



CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES, CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

*Ing. Victor R. Choddecota Serrano*  
Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
CIP 259821

Revisado por:  
Especialista en Suelos y Pavimentos

	<b>ENSAYO: DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD</b>		
	<b>NORMA: ASTM D 4318 / MTC E 110 / MTC E 111</b>		
	Elaborado por: ICOSP	Aprobado por: GT	

**TESIS:** APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA AVIACION, PUNO - 2021

**SOLICITANTE:** BACHILLER. CHURA DUEÑAS CLAUDIO RODOLFO

**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 03+500 - Muestra Patrón - Suelo + ceniza de boñiga al 12%

**MUESTRA:** CALICATA C-3

**TIPO/COD. MUESTRA:** SBR. - 003 / M-3

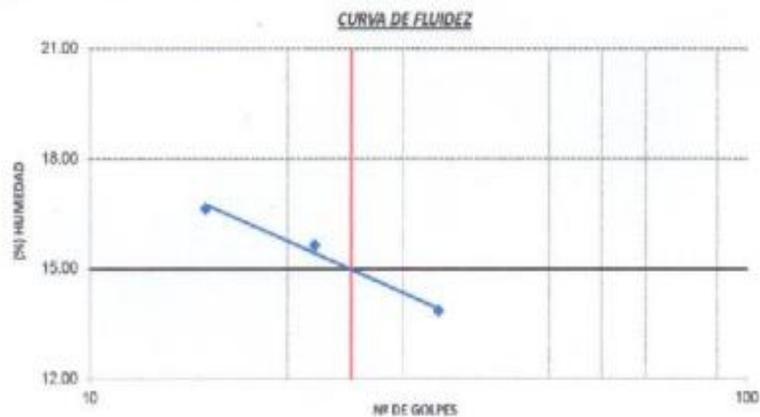
**APLICACIÓN:** SUBRASANTE

**FECHA:** 11/02/2022

DATOS DE ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	A-16	A-17	A-18	T-7	T-8
N° de tarro					
N° de golpes	34	22	15	---	---
Tarro + suelo húmedo	30.47	31.57	32.63	15.47	15.47
Tarro + suelo seco	27.85	28.57	29.33	14.91	14.97
Agua	2.62	3.00	3.30	0.56	0.50
Peso del tarro	8.35	9.39	9.50	8.43	8.83
Peso del suelo seco	18.90	19.18	19.83	6.48	6.14
Porcentaje de humedad	13.86	15.64	16.64	8.64	8.14

CONSISTENCIA FÍSICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	15.0 %
Límite Plástico	8.0 %
Índice de Plasticidad (Malla N°40)	7.0 %

**Notas:**  
- Ensayo efectuado al material pasante la malla N°40



**OBSERVACIONES:**  
1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES, CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

*[Signature]*

Arnulfo L. Fernandez Ortega  
Técnico de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto  
Realizado por:  
Técnico Laboratorista



CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES, CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

*[Signature]*

Ing. Victor R. Choquecota Serrano  
Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
CIP 259621  
Revisado por:  
Especialista en Suelos y Pavimentos

	<b>ENSAYO: COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (56000 pie-lb/pie3)</b>		
	<b>NORMA: ASTM D 1557 / MTC E 115</b>		
	Elaborado por: JCCSP	Aprobado por: GT	

**TESIS:** APLICACION DE CENIZA DE BOÑIGA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA AVIACION, PUNO - 2021

**SOLICITANTE:** BACHILLER, CHURA DUEÑAS CLAUDIO RODOLFO

**UBICACION:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 03+500 - Muestra Patrón - Suelo + ceniza de boñiga al 12%

**MUESTRA:** CALICATA C-3

**TIPO/COD. MUESTRA:** SBR - 003 / M-3

**APLICACION:** SUBRASANTE

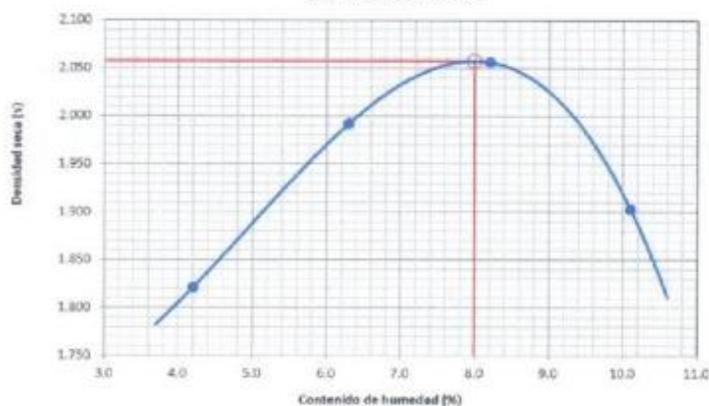
**FECHA:** 12/02/2022

DATOS DE LA COMPACTACION		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	10275	10737	10967	10692
Peso del molde	g.	6258	6258	6258	6258
Peso del suelo húmedo compactado	g.	4017	4479	4709	4434
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2116	2116	2116	2116
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1.898	2.117	2.225	2.095

CONTENIDO DE HUMEDAD		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	568.4	574.5	527.5	568.4
Peso del suelo seco + tara	g.	545.5	540.5	487.5	516.3
Peso de tara	g.	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua	g.	22.9	34	40	52.1
Peso de suelo seco	g.	545.5	540.5	487.5	516.3
contenido de agua	%	4.2	6.3	8.2	10.1
Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1.821	1.992	2.056	1.903

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	2.057	g/cm <sup>3</sup>
<b>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	7.99	%

**GRAFICO DEL PROCTOR**



**OBSERVACIONES:**

- Método de Aplicación: C
- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES: CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

*Arnulfo L. Fernandez Ortega*  
Técnico de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto

Realizado por:  
Técnico Laboratorio



CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES: CONSTRUCCION Y SERVICIOS

*Ing. Víctor Is. Chumbequita Serrano*  
Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto

Revisado por:  
Especialista en Suelos y Pavimentos

	<b>ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)</b>		
	<b>NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000</b>		
	Elaborado Por: JCCP	Aprobado por: GT	

**TESIS:** APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA AVIACION, PUNO - 2021 **TIPO/COD. MUESTRA:** SBR - 003 / M-3

**SOLICITANTE:** BACHILLER, CHURA DUEÑAS CLAUDIO RODOLFO **APLICACIÓN:** SUBRASANTE

**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 03+500 - Muestra Patrón - Suelo + ceniza de boñiga al 12% **FECHA:** 12/02/2022

**MUESTRA:** CALICATA C-3

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	7				8				9					
Nº Capa	5				5				5					
Nº Golpes por capa	56				25				12					
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado					
Peso molde + Suelo húmedo	13313	13351	12948	12995	12789	12847								
Peso de molde (g)	8463	8463	8381	8381	8453	8453								
Peso del suelo húmedo (g)	4850	4888	4567	4614	4336	4394								
Volumen del molde (cc)	2178	2178	2159	2159	2161	2161								
Densidad húmeda (g/cc)	2.226	2.244	2.116	2.137	2.007	2.034								
% de humedad	8.1	8.9	8.0	9.1	8.3	9.7								
Densidad seca (g/cc)	2.060	2.060	1.960	1.959	1.853	1.854								
CONTENIDO DE HUMEDAD														
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )	578.4	578.4	587.4	587.4	643.2	643.2	562.1	562.1	634.1	634.1				
Tarro + Suelo seco ( gr. )	535.1	535.1	539.4	539.4	595.8	595.8	515.2	515.2	585.5	585.5				
Peso del Agua ( gr. )	43.3	43.3	48.0	48.0	47.4	47.4	46.9	46.9	48.6	48.6				
Peso del tarro ( gr. )														
Peso del suelo seco ( gr. )	535	535	539.4	539.4	595.8	595.8	515.2	515.2	585.5	585.5				
% de humedad	8.1	8.1	8.9	8.9	8.0	8.0	9.1	9.1	8.3	8.3				
Promedio de Humedad (%)	8.1	8.1	8.9	8.9	8.0	8.0	9.1	9.1	8.3	8.3				
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				pulg	%		pulg	%		pulg	%			
12/02/2022	17.30	0	0	0.000	0	0	0	0	0	0	0			
13/02/2022	17.30	24	3	0.001		4	0.002		5	0.002				
14/02/2022	17.30	48	7	0.003		7	0.003		8	0.003				
15/02/2022	17.30	72	10	0.004		9	0.004		11	0.004				
16/02/2022	17.30	96	10	0.004		9	0.004		11	0.004				
			4.57	total	0.09	4.55	total	0.08	4.53	total	0.10			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº 7				MOLDE Nº 8				MOLDE Nº 9			
			CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN		
mm.	pulg.	kg/cm.2	ect. Digt	Kg.f	kg/cm.2	%	ect. Digt	Kg.f	kg/cm.2	%	ect. Digt	Kg.f	kg/cm.2	%
0.000	0.000	0'00"	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.640	0.025	0'30"	89.0	123	6.3		53.2	88	4.5		15.7	52	2.7	
1.270	0.050	1'00"	277.1	306	15.7		168.3	200	10.3		68.9	104	5.3	
1.910	0.075	1'30"	482.1	506	26.0		293.8	322	16.5		137.9	170	8.8	
2.540	0.100	2'00"	668.5	688	35.4	49.7	406.5	432	22.2	30.8	210.7	241	12.4	18.1
3.170	0.125	2'30"	775.2	793	40.7		471.6	496	25.5		266.3	295	15.2	
3.810	0.150	3'00"	898.9	915	47.0		547.1	569	29.2		304.7	333	17.1	
5.080	0.200	4'00"	1078.5	1092	56.1	55.0	656.6	677	34.8	34.1	377.5	404	20.7	19.8
7.620	0.300	6'00"	1414.9	1426	73.3		861.5	878	45.1		472.3	496	25.5	
10.160	0.400	8'00"	1569.1	1580	81.2		947.2	963	49.4		515.4	538	27.6	
12.700	0.500	10'00"	1764.8	1776	91.2		1020.8	1035	53.2		565.0	587	30.1	

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES: CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

Arnulfo L. Fernandez Ortega  
Técnico de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto

Realizado por:  
Técnico Laboratorista



CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES: CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

Ing. Victor R. Chujucota Serrano  
Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
CIP: 256921

Revisado por:  
Especialista en Suelos y Pavimentos

**TESIS:** APLICACIÓN DE CENIZA DE BOÑIGA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA AVIACION, PUNO - 2021

**SOLICITANTE:** BACHILLER, CHURA DUEÑAS CLAUDIO RODOLFO

**UBICACIÓN:** PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 03-500 - Muestra Patrón - Suelo + ceniza de boñiga al 12%

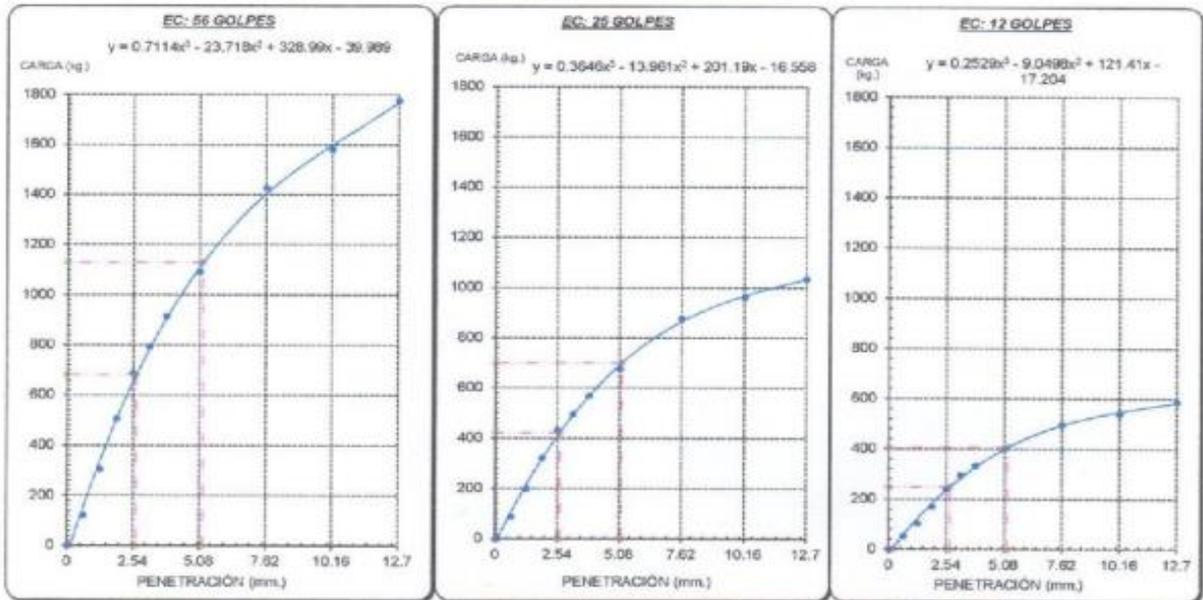
**MUESTRA:** CALICATA C-3

**TIPO/COD. MUESTRA:** SBR - 003 / M-3

**APLICACIÓN:** SUBRASANTE

**FECHA:** 12/02/2022

**GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN**



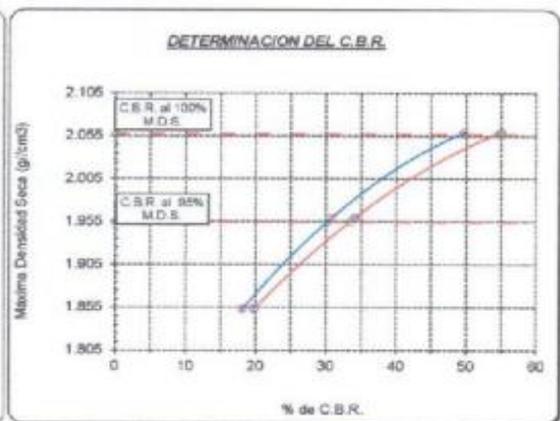
**GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.**

**DATOS DEL PROCTOR**

DENSIDAD SECA AL 100%	2.057 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA AL 95%	1.954 g/cm <sup>3</sup>
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	8.0 %

**VALOR DEL C.B.R.**

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	49.4 %	54.5 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	30.2 %	33.4 %



**OBSERVACIONES:** CONSULTORES S.A.C.  
1.- Muestra e identificación realizada por personal de laboratorio

*Arnoldo L. Fernandez Ortega*  
Técnico de Laboratorio de Suelos,  
Concreto y Asfalto  
Firmado por:  
Técnico Laboratorista



**CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.**  
ACTIVIDADES: CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

*Ing. Victor R. Ancoquecota Serrano*  
Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
CIP 252021  
Firmado por:  
Especialista en Suelos y Pavimentos

ACS

Anexo 10. Certificado de calibración del equipo



**JMR EQUIPOS S.A.C.**  
Equipos para Laboratorio  
de Suelos, Concreteo y Asfalto

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON  
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO  
DE ACREDITACIÓN INACAL

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° 0221032

Página 1 de 2

---

Expediente : 0103-2021  
Fecha de Emisión : 2021-08-06

**1. SOLICITANTE** : CORPORACION ACS CONSULTORES S.A.C.  
**DIRECCIÓN** : JR. BENJAMIN PACHECO VARGAS N° 122 - PUNO

**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : Prensa CBR con Sistema Digital

**Prensa**  
Marca : Persi - Test  
Modelo : PT-CBR-HS-CS-S DT-88  
Número de Serie : 1103-B50M19083

**Celda de Carga**  
Marca : NO INDICA  
Modelo : NO INDICA  
Número de Serie : NO INDICA  
Capacidad : NO INDICA

**Indicador digital**  
Marca : NO INDICA  
Modelo : NO INDICA  
Número de Serie : NO INDICA  
Unidad : kg

Procedente : Peru  
Identificación : NO INDICA  
Ubicación : Campo (\*\*)

**3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN**  
Fecha : 2021-08-03  
Lugar : Instalaciones del Cliente

**4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**  
El procedimiento toma como referencia a la norma ASTM D4-01 y la Norma NTP ISO/IEC 17025:2017. Se aplicaron tres series de carga a la celda mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

**5. CONDICIONES AMBIENTALES**

	Inicio	Final
Temperatura (°C)	14.1	15.9
Humedad Relativa (%)	25	23

---

Seño



Laboratorio de Metrología





FE-02    Rev00    Elaborado: A.JPM    Revisado: CASP    Aprobado: PFGP

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. LINDAS N° 828, BR/SA - LIMA - LIMA  
Tel.: 300 0230 / 361 8972 Cel.: 989 589 574 / E-mail: servicios@jmrequipos.com, ventas@jmrequipos.com / Web: jmrequipos.com  
**PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO**

**6. TRAZABILIDAD**

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
JMR EQUIPOS S.A.C	Carga de Carga 5 TN	L0719350
JMR EQUIPOS S.A.C	Terrahigrometro	L1318042

**7. OBSERVACIONES**

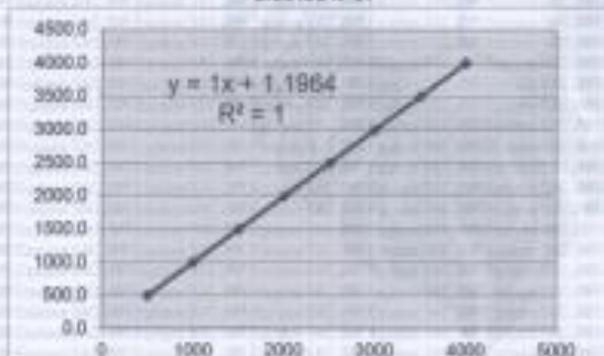
- Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "Calibrado".

**8. RESULTADO DE MEDICIÓN**

TABLA N° 01

SISTEMA DIGITAL "X" kg	SERIES DE VERIFICACIÓN				PROMEDIO "B" kg	ERROR Ep %	RP/RSD Rp %
	Serie (1) kg	Serie (2) kg	Error (1) %	Error (2) %			
500	502.0	501.0	0.4	0.2	501.5	0.3	0.1
1000	1002.0	1000.0	0.2	0	1001.0	0.1	0.1
1500	1501.0	1500.0	0.07	0.13	1501.5	0.1	0.0
2000	2002.0	2000.0	0.1	0	2001.0	0.05	0.1
2500	2500.0	2501.0	0	0.04	2500.5	0.02	0.0
3000	3001.0	3002.0	0.03	0.07	3001.5	0.05	0.0
3500	3503.0	3501.0	0.09	0.03	3502.0	0.057142857	0.0
4000	4000.0	4000.0	0	0.05	4001.0	0.025	0.0

GRAFICO N° 01



**NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN**

- La Calibración se hizo según el Método C de la norma ASTM E4-01.
- Ep y Rp son el Error Percentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:  

$$Ep = (A-B) / B * 100$$

$$Rp = Error(2) - Error(1)$$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el  $\pm 1.0\%$ .

Coefficiente de Correlación:  
 $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste:  
 $y = 1x + 1.1964$

x: Lectura de la pantalla (kg)  
y: Fuerza promedio (kg)

Sello

Laboratorio de Metrología



JMR EQUIPOS S.A.C.  
PAUL FRAJO SUZARANGA  
JEFE DE LABORATORIO METROLOGÍA

JMR EQUIPOS S.A.C.  
GABRIEL ANDRÉS  
MORALES PIZANGO  
JEFE DE LABORATORIO

FEI-02

Rev00

Elaborado: A.P.M

Revisado: GAMP

Aprobado: PFSP

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 608, BREÑA - LIMA - LIMA

Tel.: 300 0230 / 302 8072 CAL: 980 589 974 / E-mail: servicios@jmr-equipos.com, ventas@jmr-equipos.com / Web: jmr-equipos.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**N° 0721161**

Expediente	: 0103-2021	Página 1 de 3
Fecha de Emisión	: 2021-08-06	
<b>1. SOLICITANTE</b>	: CORPORACION ACS CONSULTORES S.A.C.	
<b>DIRECCIÓN</b>	: JR. BENJAMIN PACHECO VARGAS N° 122 - PUNO	La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la medición. Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.
<b>2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN</b>	: Balanza Electrónica	Los resultados sólo están relacionados con los ítem calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.
Marca	: OHAUS	JMR EQUIPOS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
Modelo	: V11P30T	
Número de Serie	: 40900628	
Alcance de Indicación	: 30000 g	
División de Escala Real (d)	: 5 g	
Resolución		
División de Verificación (v)	: 1 g	
Procedencia	: USA	
Identificación	: 0721161	
Tipo	: Electrónica	
Ubicación	: Campo (**)	

**3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN**

Fecha : 2021-08-03  
 Lugar : Instalaciones del Cliente

**4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y III; PC - 001 del SNM INDECOP, 3era edición Enero 2008.

**5. CONDICIONES AMBIENTALES**

	Mínima	Máxima
Temperatura (°C)	14.1	15.9
Humedad Relativa (%)	25	25

Sello

Laboratorio de Metrología



JMR EQUIPOS S.A.C.  
 PAVO ALVARO SUAREZ PIZANGO  
 LABORATORIO METROLOGIA

JMR EQUIPOS S.A.C.  
 MESTRA ANDRÉ  
 MESTRA PIZANGO  
 C.P. 256295  
 JEFE DE LABORATORIO

FEI-07

Rev00

Elaborado: A.JPM

Revisado: GAMP

Aprobado: PFSP

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. LANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA

Tel.: 300 0230 / 362 8972 Cel.: 989 589 974 / E-mail: servicios@jmrequipos.com, ventas@jmrequipos.com / Web: jmrequipos.com



**6. TRAZABILIDAD**

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
PESATEC PERU S.A.C.	Pesa 5 kg (Exactitud M2)	0267-MPES-C-2021
PESATEC PERU S.A.C.	Pesa 10 kg (Exactitud M2)	0268-MPES-C-2021
PESATEC PERU S.A.C.	Pesa 20 kg (Exactitud M2)	0269-MPES-C-2021
PESATEC PERU S.A.C.	Pesa 1g a 1 kg (Exactitud M2)	0270-MPES-C2021
JMR EQUIPOS S.A.C.	Termohigrómetro	L1018042

**7. OBSERVACIONES**

(\*) Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponde a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003-2009.

**8. RESULTADO DE MEDICIÓN**

**INSPECCIÓN VISUAL**

AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Temperatura (°C) Inicial / Final : 14.1 / 14.5						
Medición N°	Carga L1 = 15000 g			Carga L2 = 30000 g		
	I (g)	Δ L (g)	E (g)	I (g)	Δ L (g)	E (g)
1	15000	2.500	0.000	30000	2.500	0.000
2	15000	2.600	-0.100	30000	2.600	-0.100
3	15000	2.500	0.000	30000	2.500	0.000
4	15000	2.600	-0.100	30000	2.400	0.100
5	15000	2.400	0.100	30000	2.600	-0.100
6	15000	2.400	0.100	30000	2.500	0.000
7	15000	2.300	0.200	30000	2.400	0.100
8	15000	2.400	0.100	30000	2.300	0.200
9	15000	2.600	-0.100	30000	2.600	-0.100
10	15000	2.500	0.000	30000	2.500	0.000
Diferencia Máxima			0.300	0.300		
Error máximo permitido			± 1.0	± 3.0		

Sello

Laboratorio de Metrología



**JMR EQUIPOS S.A.C.**  
C/O PAUL FAVIO SOUZA PIZANGO  
SITE "B" LABORATORIO METROLOGIA



**JMR EQUIPOS S.A.C.**  
ING. GIANMARCO ANDRÉ  
MESTAS PIZANGO  
CIP: 256285  
JEFE DE LABORATORIO

FEI-07

Rev00

Elaborado: AJPM

Revisado: GAMP

Aprobado: PFSP

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BRZÑA - LIMA - LIMA

Tel.: 300 0230 / 562 8972 Cel.: 989 589 974 / E-mail: servicios@jmrequipos.com, ventas@jmrequipos.com / Web: jmrequipos.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0721161

Página 3 de 3

2	5
3	4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD									
Temperatura (°C) Inicial / Final: 14.5 / 14.9									
Posición de la Carga	Determinación de E <sub>1</sub>				Determinación de Error corregido				
	Carga Mínima (g)	l (g)	Δ L (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	l (g)	Δ L (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	5.0	5.00	2.500	0.000	5000.0	5000.0	2.400	0.100	0.100
2		5.00	2.450	0.100		5000.0	2.600	-0.100	-0.200
3		5.00	2.600	-0.100		5000.0	2.500	0.000	0.100
4		5.00	2.400	0.100		5000.0	2.500	0.000	-0.100
5		5.00	2.600	-0.100		5000.0	2.600	-0.100	0.000

(\*) valor entre 0 y 10 e      Error máximo permitido: ± 1.0

ENSAYO DE PESAJE										
Temperatura (°C) Inicial / Final: 14.9 / 15.7										
Carga L (g)	CRECIENTES					DECRECIENTES				emp (***) (g)
	l (g)	Δ L (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	l (g)	Δ L (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)		
1	1	0.600	1.900							
10	10	0.500	2.050	0.100	10	0.600	1.900	0.000	1.000	
25	25	0.500	2.050	0.100	24	0.600	0.900	-1.000	1.000	
50	50	0.700	1.800	-0.100	50	0.600	1.900	0.000	1.000	
100	100	0.500	2.000	0.100	100	0.600	1.900	0.000	1.000	
250	251	0.500	3.000	1.100	250	0.500	2.000	0.100	1.000	
500	500	0.500	2.000	0.100	499	0.700	0.800	-1.100	1.000	
1000	1001	0.600	2.900	1.000	1.000	0.500	2.000	0.100	1.000	
2500	2.500	0.800	1.900	0.000	2.499	0.600	0.900	-1.000	1.000	
5000	5.000	0.500	2.000	0.100	5.000	0.500	2.000	0.100	1.000	
10000	10.000	0.600	1.900	0.000	10.001	0.600	2.900	1.000	1.000	
20000	20.000	0.600	1.900	0.000	20.001	0.600	2.900	1.000	3.000	
30000	30.000	0.500	2.000	0.100	30.000	0.500	2.000	0.100	3.000	

(\*\*\*) error máximo permitido

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

Lectura Corregida	=	R 3.08E-03 x R
Incertidumbre Expandida	=	2 x (9.47E-06 mg <sup>2</sup> + 2.89E-07 x R <sup>2</sup> ) <sup>1/2</sup>
Donde el símbolo E xx significa potencia de 10. Ejemplo E-03 = 10 <sup>-3</sup>		

L R: Indicación de la balanza      E: Error encorbado      E<sub>c</sub>: Error corregido  
Δ L: Carga incrementada      E<sub>0</sub>: Error en cero

Sello

Laboratorio de Metrología



**JMR EQUIPOS S.A.C.**  
DR. PAUL FAVID SOUZA PIZANGO  
JEFE DE LABORATORIO METROLOGIA

**JMR EQUIPOS S.A.C.**  
GABRIEL MARCO ANDRÉ  
MESIAS PIZANGO  
C.I. 356395  
JEFE DE LABORATORIO

FEI-07

Rev00

Elaborado: A.J.P.M

Revisado: GAMP

Aprobado: PFSP

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANSAS N° 626, BREÑA - UMA - UMA

Tel.: 300 0230 / 562 8972 Cel.: 989 589 974 / E-mail: servicios@jmrequipos.com, ventas@jmrequipos.com / Web: jmrequipos.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**N° 0721158**

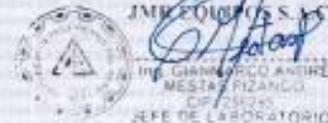
Expediente	: 0103-2021	Página 1 de 3								
Fecha de Emisión	: 2021-08-06									
<b>1. SOLICITANTE</b>	: <b>CORPORACION ACS CONSULTORES S.A.C.</b>	La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición. Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.								
<b>DIRECCIÓN</b>	: <b>JR. BENJAMIN PACHECO VARGAS N° 122 - PUNO</b>									
<b>2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN</b>	: <b>Balanza Electrónica</b>	Los resultados sólo están relacionados con los ítem calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.								
Marca	: CHAUS									
Modelo	: R31P15									
Número de Serie	: 6335270218									
Alcance de Indicación	: 15000 g									
División de Escala Real (d)	: 5 g									
Resolución										
División de Verificación (e)	: 1 g									
Procedencia	: USA									
Identificación	: 721137									
Tipo	: Electrónica	JMR EQUIPOS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.								
Ubicación	: Campo (**)									
<b>3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN</b>										
Fecha	: 2021-08-03									
Lugar	: Instalaciones del Cliente									
<b>4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN</b>										
Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y III; PC - 001 del SNM INDECOPI, 3era edición Enero 2009.										
<b>5. CONDICIONES AMBIENTALES</b>										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Minima</th> <th>Maxima</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temperatura (°C)</td> <td>14.1</td> <td>15.9</td> </tr> <tr> <td>Humedad Relativa (%)</td> <td>25</td> <td>23</td> </tr> </tbody> </table>	Minima	Maxima	Temperatura (°C)	14.1	15.9	Humedad Relativa (%)	25	23	
Minima	Maxima									
Temperatura (°C)	14.1	15.9								
Humedad Relativa (%)	25	23								



Sello

Laboratorio de Metrología

**JMR EQUIPOS S.A.C.**  
Ing. PAUL FAYO GOUZURIZANGO  
JEFE DE LABORATORIO METROLOGIA



FEI-07

Rev00

Elaborado A.JPM

Revisado GAMP

Aprobado PFSP



**6. TRAZABILIDAD**

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
PESATEC PERU S.A.C.	Pesa 5 kg (Exactitud M2)	0267-MPES-C-2021
PESATEC PERU S.A.C.	Pesa 10 kg (Exactitud M2)	0266-MPES-C-2021
PESATEC PERU S.A.C.	Pesa 20 kg (Exactitud M2)	0268-MPES-C-2021
PESATEC PERU S.A.C.	Pesa 1g a 1 kg (Exactitud M2)	0270-MPES-C-2021
JMR EQUIPOS S.A.C.	Termohigrómetro	L1018042

**7. OBSERVACIONES**

(\*) Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponde a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003-2009. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "Calibrado".

**8. RESULTADO DE MEDICIÓN**

**INSPECCIÓN VISUAL**

AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Temperatura (°C) Inicial / Final : 14.1 / 14.5						
Medición N°	Carga L1 = 7500 g			Carga L2 = 15000 g		
	l (g)	Δ L (g)	E (g)	l (g)	Δ L (g)	E (g)
1	7500	2.500	0.000	15000	2.500	0.000
2	7500	2.600	-0.100	15000	2.600	-0.100
3	7500	2.500	0.000	15000	2.700	-0.200
4	7500	2.700	-0.200	15000	2.600	-0.100
5	7500	2.600	-0.100	15000	2.500	0.000
6	7500	2.600	-0.100	15000	2.700	-0.200
7	7500	2.700	-0.200	15000	2.500	0.000
8	7500	2.600	-0.100	15000	2.700	-0.200
9	7500	2.500	0.000	15000	2.600	-0.100
10	7500	2.600	-0.100	15000	2.700	-0.200
Diferencia Máxima			0.200			0.200
Error máximo permitido	± 1.000			± 5.000		

Sello

Laboratorio de Metrología



JMR EQUIPOS S.A.C.  
PAUL CAYO SOLZA PIZANGO  
JEFE DE LABORATORIO METROLOGÍA



JMR EQUIPOS S.A.C.  
ING. GIANFRANCESCO ANDRE  
MESTRE PIZANGO  
CIP 120335  
JEFE DE LABORATORIO

FEI-07

Rev00

Elaborado:AJPM

Revisado:GAMP

Aprobado:PFSP

DIRECCIÓN FISCAL: CAL., JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA

Tel.: 300 0230 / 562 8972 Cel.: 985 589 914 / E-mail: servicios@jmrequipos.com, ventas@jmrequipos.com / Web: jmrequipos.com

**PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO**

2	5
1	4
3	4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD									
Temperatura (°C) Inicial / Final 14.5 / 14.8									
Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación de Error corregido				
	Carga Mínima * (g)	f (g)	Δ L (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	f (g)	Δ L (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	5.0	5.00	2.500	0.000	5000.0	5000.0	2.600	-0.100	-0.100
2		5.00	2.600	-0.100		5000.0	2.700	-0.200	-0.100
3		5.00	2.500	0.000		5000.0	2.800	-0.100	-0.100
4		5.00	2.700	-0.200		5000.0	2.900	0.000	0.200
5		5.00	2.600	-0.100		5000.0	2.500	0.000	0.100

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido: ± 5.000

ENSAYO DE PESAJE										
Temperatura (°C) Inicial / Final 14.9 / 15.7										
Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp (**)	
	f (g)	Δ L (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	f (g)	Δ L (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)		
5	5	2.500	0.000	0.000	5	2.500	0.000	0.000	1.000	
100	100	2.600	-0.100	-0.100	100	2.600	-0.100	-0.100	1.000	
200	205	2.700	4.800	4.800	200	2.600	-0.100	-0.100	1.000	
500	520	2.500	0.000	0.000	505	2.700	4.800	4.800	1.000	
1000	1005	2.500	5.000	5.000	1000	2.500	0.000	0.000	1.000	
1500	1505	2.600	4.900	4.900	1500	2.600	-0.100	-0.100	1.000	
2000	2000	2.600	-0.100	-0.100	1995	2.600	-5.100	-5.100	1.000	
2500	2505	2.700	4.800	4.800	2500	2.500	0.000	0.000	1.000	
5000	5005	2.600	4.900	4.900	5000	2.600	-0.100	-0.100	2.000	
5500	5495	2.700	-5.200	-5.200	5500	2.700	-0.200	-0.200	2.000	
10000	10005	2.600	4.900	4.900	9995	2.600	-5.100	-5.100	3.000	
15000	14995	2.700	-5.200	-5.200	15000	2.500	0.000	0.000	3.000	

(\*\*) error máximo permitido

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

Lectura Corregida	=	$R - 1,69E-02 \times R$
Incertidumbre Expandida	=	$2 \times (2,86E-04 \text{ mg}^2 + 1,08E-06 \times R^2) 1/2$

Donde el símbolo E-xx significa potencia de 10. Ejemplo E-03 = 10<sup>-3</sup>

Δ L: Indicación de la balanza      E: Error encontrado      E<sub>c</sub>: Error corregido  
 Δ L: Carga Incrementada      E<sub>0</sub>: Error en cero



Laboratorio de Metrología

JMR EQUIPOS S.A.C.  
 Ing. PAUL FAUSTO SOLUZA PIZANGO  
 JEFE DE LABORATORIO METROLOGÍA



JMR EQUIPOS S.A.C.  
 Ing. GUANARCO ANDRÉS  
 MESTRE PIZANGO  
 CIP: 256285  
 JEFE DE LABORATORIO

FEI-07

Rev00

Elaborado: AJPM

Revisado: GAMP

Aprobado: PFSP

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BRERA - LIMA - LIMA

Tel.: 300 0230 / 562 8972 Cel.: 989 589 574 / E-mail: servicios@jmrequipos.com, ventas@jmrequipos.com / Web: jmrequipos.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



**JMR EQUIPOS S.A.C.**  
Equipos para Laboratorio  
de Suelos, Cimiento y Asfalto

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON  
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO  
DE ACREDITACIÓN INACAL

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**N° 20211004**

Expediente : 0103-2021 Página 1 de 2  
Fecha de Emisión : 2021-08-06

1. SOLICITANTE : CORPORACION ACS CONSULTORES S.A.C.  
DIRECCIÓN : JR. BENJAMIN PACHECO VARGAS N° 122 - PUNO

El equipo de medición especificado en este documento ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : Tamiz 1/2"

Marca : Gran Test  
Modelo : No indica  
Número de Serie : 52213  
Diámetro : 8 pulgada  
Estructura : Bronce  
Procedencia : Colombia  
Identificación : No indica  
Ubicación : Campo (\*\*)

Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

JMR EQUIPOS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN

Fecha : 2021-08-03  
Lugar : Instalaciones del Cliente

4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	14.1	15.9
Humedad Relativa (%)	25	23

Sello

Laboratorio de Metrología



**JMR EQUIPOS S.A.C.**  
Ing. PAUL FARIAS SOLZA RIZANGO  
JEFE DE LABORATORIO METROLOGIA



**JMR EQUIPOS S.A.C.**  
Ing. GIANMARCO ANDRÉ  
MESTAS RIZANGO  
C.P. 236245  
JEFE DE LABORATORIO

FEI-20

Rev00

Elaborado: AJPW

Revisado: GAMP

Aprobado: PFSF

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA

Tel.: 300 0230 / 562 8372 Cel.: 980 589 974 / E-mail: servicios@jmrequipos.com, ventas@jmrequipos.com / Web: jmrequipos.com

**PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO**

**6. TRAZABILIDAD**

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD	Redícula (Microscopio)	LLA-030-2018
METROSYSTEMS S.R.L.	Pie de Rey (Vernier)	MS-0052-2021
JMR EQUIPOS S.A.C.	Termohigrómetro	L1018042

**7. OBSERVACIONES**

- Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "Calibrado".

**8. RESULTADO DE MEDICIÓN**

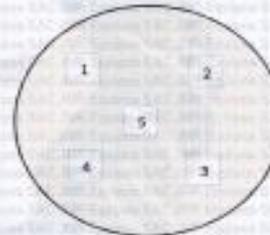
TABLA N° 01

Tamiz	1/2"
Luz	12.5 mm
Error máximo permitido (emp): ± 0.38 mm	
Mínimo	12.11 mm
Máximo	12.89 mm
N° Medición	Medición
1	12.65
2	12.57
3	12.50
4	12.61
5	12.69
Promedio	12.6

Se encuentra en el rango aceptable considerando las medidas y tolerancias establecidas por la Norma ASTM-E11.

FIGURA N° 01

UBICACION DE PUNTOS



Sello

Laboratorio de Metrología



**JMR EQUIPOS S.A.C.**  
Tte. PAUL PAVIO SOUZA PIZANGO  
Jefe de Laboratorio Metrología

**JMR EQUIPOS S.A.C.**  
Ing. GIANFRANCO ANDRÉ  
NESTA PIZANGO  
CIP 236285  
JEFE DE LABORATORIO

FEI-20

Rev00

Elaborado: AJPM

Revisado: GAMP

Aprobado: PPSP

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**N° 20211007**

Expediente	: 0103-2021	Página 1 de 2
Fecha de Emisión	: 2021-08-06	
<b>1. SOLICITANTE</b>	: CORPORACION ACS CONSULTORES S.A.C.	El equipo de medición especificado en este documento ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la dirección de Metrología del INACAL y otros.
DIRECCIÓN	: JR. BENJAMIN PACHECO VARGAS N° 122 - PUNO	
<b>2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN</b>	: Tamiz 1"	Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.
Marca	: Gran Test	
Modelo	: No indica	
Número de Serie	: 52014	
Diámetro	: 8 pulgada	
Estructura	: Bronce	
Procedencia	: Colombia	
Identificación	: No indica	JMR EQUIPOS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
Ubicación	: Campo (**)	

**3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN**

Fecha : 2021-08-03  
 Lugar : Instalaciones del Cliente

**4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012 "Procedimiento de Calibración de Pile de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

**5. CONDICIONES AMBIENTALES**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	14.1	15.9
Humedad Relativa (%)	25	23

Sello

Laboratorio de Metrología



**JMR EQUIPOS S.A.C.**  
 Dra. PAUL FAVIO SOLDAZ PIZANGO  
 JEFE DE LABORATORIO METROLOGIA



**JMR EQUIPOS S.A.C.**  
 ING. GIANFRANCO ANDRÉ  
 MESTAS RIZANGO  
 CIP: 056295  
 JEFE DE LABORATORIO

FEI-20

Rev00

Elaborado: A.JPM

Revisado: GAMP

Aprobado: PFBP

DIRECCIÓN FISCAL: CAL JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA  
 Tel.: 300 0230 / 562 8972 Cel.: 989 589 974 / E-mail: servicios@jmrequipos.com, ventas@jmrequipos.com / Web: jmrequipos.com

**PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO**



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 20211007**

Página 2 de 2

**6. TRAZABILIDAD**

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD	Retícula (Microscopio)	LLA-030-2018
METROSYSTEMS S.R.L.	Plata de Rey (Vernier)	MS-0052-2021
JMR EQUIPOS S.A.C.	Termómetro	L1018042

**7. OBSERVACIONES**

- Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "Calibrado".

**8. RESULTADO DE MEDICIÓN**

**TABLA N° 01**

Tamiz	1"
Luz	25 mm

Error máximo permitido (emp): $\pm 0.8$ mm	
Mínimo	24.2 mm
Máximo	25.8 mm

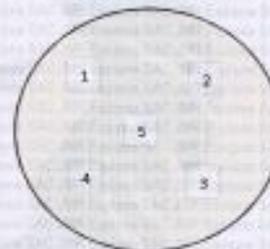
N° Medición	Medición
1	24.8
2	24.5
3	25.3
4	25.1
5	24.9

Promedio	24.9
----------	------

Se encuentra en el rango aceptable considerando las medidas y tolerancias establecidas por la Norma ASTM-E11.

**FIGURA N° 01**

UBICACION DE PUNTOS



Sello

Laboratorio de Metrología



FEI-20

Rev00

Elaborado: A.JPM

Revisado: GAMP

Aprobado: PFSP

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANSAS N° 626, BREÑA - LIMA - LIMA

Tel.: 300 0230 / 562 8972 Cel.: 989 589 974 / E-mail: servicios@jmrequipos.com, ventas@jmrequipos.com / Web: jmrequipos.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



**JMR EQUIPOS S.A.C.**  
Equipos para Laboratorio  
de Suelos, Concreto y Asfalto

**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON  
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO  
DE ACREDITACIÓN INACAL**

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 20211013**

Expediente : 0103-2021  
Fecha de Emisión : 2021-08-06

Página 1 de 2

**1. SOLICITANTE** : CORPORACION ACS CONSULTORES S.A.C.  
**DIRECCIÓN** : JR. BENJAMIN PACHECO VARGAS N° 122 - PUÑO

**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : Tamiz N° 16  
**Marca** : Gran Test  
**Modelo** : No indica  
**Número de Serie** : 52987  
**Diámetro** : 8 pulgada  
**Estructura** : Bronce  
**Procedencia** : Colombia  
**Identificación** : No indica  
**Ubicación** : Campo (\*\*)

El equipo de medición especificado en este documento ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados sólo están relacionados con los ítem calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

JMR EQUIPOS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, si de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN**

**Fecha** : 2021-08-03  
**Lugar** : Instalaciones del Cliente

**4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pila de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

**5. CONDICIONES AMBIENTALES**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	14.1	15.9
Humedad Relativa (%)	25	23

Sello

Laboratorio de Metrología



**JMR EQUIPOS S.A.C.**  
Ing. PAUL FAVIO SOUZA RIZANGO  
JEFE LABORATORIO METROLOGIA



**JMR EQUIPOS S.A.C.**  
Ing. GIANCARLO ANDRE  
MESTAS RIZANGO  
C.I. 236285  
JEFE DE LABORATORIO

FBI-20

Rev00

Elaborado:AJPM

Revisado:GAMP

Aprobado:PFSP

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. LANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA



**JMR EQUIPOS S.A.C.**  
Equipos para Laboratorio  
de Suelos, Concreto y Asfalto

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON  
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO  
DE ACREDITACIÓN INACAL

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 20211013**

Página 2 de 2

**6. TRAZABILIDAD**

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD	Retícula (Microscopio)	LLA-030-2018
METROSYSTEMS S.R.L.	Pie de Rey (Vernier)	MS-0052-2021
JMR EQUIPOS S.A.C.	Termohigrómetro	L1018042

**7. OBSERVACIONES**

- Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "Calibrado".

**8. RESULTADO DE MEDICIÓN**

TABLA N° 01

Tamiz	N° 16
Luz	1.18 mm

Error máximo permitido (emp):  $\pm 0.045$  mm

Mínimo	1.135 mm
Máximo	1.225 mm

N° Medición	Medición
1	1.214
2	1.204
3	1.189
4	1.121
5	1.187

Promedio	1.183
----------	-------

Se encuentra en el rango aceptable considerando las medidas y tolerancias establecidas por la Norma ASTM-E11.

FIGURA N° 01

UBICACION DE PUNTOS



Sello

Laboratorio de Metrología



JMR EQUIPOS S.A.C.  
ING. FELIX DAVID SOLIZA PIZANGO  
LABORATORIO METROLOGIA



JMR EQUIPOS S.A.C.  
ING. GIANFRANCO ANDRÉ  
MESTAS PIZANGO  
CIP 256285  
JEFE DE LABORATORIO

FEI-20

Rev00

Elaborado:AJPM

Revisado:GAMP

Aprobado:PFSP

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA

Tel.: 300 0230 / 562 8972 Cel.: 989 589 974 / E-mail: servicios@jmrequipos.com, ventas@jmrequipos.com / Web: jmrequipos.com

Anexo 11. Boleta de ensayos de laboratorio (doc. que sustente)



**CORPORACIÓN ACS  
CONSULTORES S.A.C**

\* Ejecución de Obras Cíviles, Mineras y Medio Ambiente.  
\* Aseguramiento de Calidad en Obras Cíviles y Mineras.  
\* Ensayos de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto.  
\* Supervisión de Obras en General.

Cel.: 990 810290 / 952 006652 - Fijo (051) 621587 - Email: corporacionacsconsultores@hotmail.com  
Jr. Benjamín Pacheco Vargas N° 122 - PLUNO - PLUNO - PLUNO

R.U.C. 20604940053

FACTURA

001 - N° 000003

Señor (es): CLAUDIO RODOLFO CHURA DUEÑAS R.U.C. 10421865324

Dirección: AV. LAYKAKOTA N° 201 N° de Guía Rem. Remitente:                     

N° de Otro Documento Relacionado a la Operación:                      Fecha: 12 de MARZO del 2022

CANT.	UNID.	DESCRIPCIÓN	P. UNITARIO	IMPORTE
<b>ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS</b>				
06	UND	ENSAYOS CBR	150.00	900.00
06	UND	ENSAYOS PROCTOR MODIFICADO	90.00	540.00
06	UND	LIMITE LIQUIDO	30.00	180.00
06	NDD	ANALISIS GRANULOMETRICO	60.00	360.00
06	UND	HUMEDAD NATURAL	25.00	150.00
04	UND	LIMITE PLASTICO	30.00	180.00
				<b>SUB - TOTAL</b>
				<b>1957.6</b>
				<b>I.G.V. %</b>
				<b>352.4</b>
				<b>TOTAL</b>
				<b>2310.0</b>

SGR: DOSMILTREIENTOS DIES con/00

ALDO'S IMPRESORES  
De ALDO CHOQUEHUANCA YANQUI  
RUC: 10448725443 J. Arequipa 057 - Puno  
N° Aut. 0003520013 - 51 04 - 07 - 2019  
Serie 001 Del 000001 A 000050

Fecha: 12 de MARZO de 2022

CANCELADO

**USUARIO**