



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

“Adición de biorresiduos animales para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante Huamanga - Qorihuillca, Ayacucho 2022”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Rivera Pomahuacre, Angel Jhon (orcid.org/ 0000-0003-3435-7350)

Curi Avalos, Elvis Ivan (orcid.org/ 0000-0001-5452-6284)

ASESOR:

M.Sc. Clemente Condori, Luis Jimmy (orcid.org/ 0000-0002-0250-4363)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL Y UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

A mi novia Sandra por estar conmigo en todo momento malos y buenos apoyándome moralmente, por tenerme mucha paciencia y comprensión. A mis primo hermanos Hernán, Ronal, David y amistades sus consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Angel Jhon

Este trabajo está dedicado en primer lugar a Dios, a mi familia que son mis padres Rosa y Víctor y hermanos Carlos y Jorge que siempre han estado dando su apoyo de manera incondicional y también a todas las personas que me apoyaron para poder lograrlo.

Elvis Ivan

Agradecimiento

“Mi profundo agradecimiento a todas las autoridades y personal que hacen la universidad Cesar Vallejo, por confiar en mí, abrirme las puertas y permitirme realizar todo el proceso investigativo dentro de su establecimiento educativo.

De igual manera a mis asesor M.Sc. Luis Jimmy Clemente Condori y al Ing. David Guerra principales colaboradores durante todo este proceso, quienes con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitieron el desarrollo de este trabajo de investigación.

Angel Jhon

A Dios porque ha estado conmigo en cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar; a mis padres Rosa y Victor, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo incondicional en todo momento.

A mi asesor M.Sc. Luis Jimmy Clemente Condori; quién con su vasta y extenso apoyo a lograr el gran anhelo de titularme como ingeniero civil.

Elvis Ivan

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I.INTRODUCCIÓN.....	1
II.MARCO TEÓRICO.....	8
III.METODOLOGÍA.....	33
3.1 Tipo y Diseño de Investigación.....	33
3.2 Variables y Operacionalización	35
3.3 Población, Muestra y muestreo	35
3.4 Técnicas e Instrumento de Recolección de Datos.....	36
3.5. Procedimiento	38
3.6. Método de análisis de datos.....	39
3.7.Aspectos éticos	39
IV.RESULTADOS.....	41
V.DISCUSIÓN	76
VI.CONCLUSIONES.....	79
VII. RECOMENDACIONES	81
REFERENCIAS	82
ANEXOS.....	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01. Composición química de sangre (g/100g porción comestible)	23
Tabla 02. Peso específico y viscosidad relativa	23
Tabla 03. Población animal en el Perú	24
Tabla 04. Sacrificios en camales y mataderos según región, enero 2015.....	25
Tabla 05. Clasificación de suelos -Atterberg (sistema internacional)	27
Tabla 06. Rango de validez para instrumentos de recolección de datos.....	38
Tabla 07. Ensayos realizados en la calicata N°1 (km 1+750)	41
Tabla 08. Ensayos realizados en la calicata N°2 (km 3+250)	41
Tabla 09. Ensayos Realizados en la calicata N°3 (km 4+500)	41
Tabla 10. Límites de Atterberg con y sin incorporación de BRA	42
Tabla 11. Proctor modificado con y sin incorporación de BRA	43
Tabla 12. CBR con y sin incorporación de BRA	45
Tabla 13. Resistencia a la compresión con y sin incorporación de BRA.....	47
Tabla 14. Cálculos previos al t de student para la hipótesis 1.	51
Tabla 15. Cálculos previos al t de student para la hipótesis 2.	55
Tabla 16. Cálculos previos al t de student para la hipótesis 3.	59
Tabla 17. Cálculos previos al t de student para la hipótesis 4.	63
Tabla 18. Cálculos previos al t de student para la hipótesis 5.	67
Tabla 19. Cálculos previos al t de student para la hipótesis general.	71
Tabla 20. Correlación de Pearson.....	73
Tabla 21. Correlación de Pearson	73
Tabla 22. Verificación de correlación para límites de consistencia	73
Tabla 23. Verificación de correlación para máxima densidad seca	74
Tabla 24. Verificación de correlación para óptimo contenido de humedad	74
Tabla 25. Verificación de correlación para Capacidad de soporte (CBR).....	75
Tabla 26. Verificación de correlación para Resistencia a la compresión.....	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01. Sangre de camal	21
Figura 02. Desperdicio de sangre en camales	22
Figura 03. Cantidad de animales sacrificados a nivel mundial	24
Figura 04. Estructura de cargas de pavimento flexible.....	26
Figura 05. Textura de suelo fino	28
Figura 06. Análisis granulométrico del suelo	30
Figura 07. Curva de Proctor modificado y saturación.....	31
Figura 08. Procedimiento de desarrollo.....	38
Figura 09. Imagen satelital de la zona donde se esta la investigación	39
Figura 10. Gráfico de índice de plasticidad	43
Figura 11. Gráfico de máxima densidad seca	44
Figura 12. Gráfico de Óptimo contenido de humedad	44
Figura 13. Gráfico de CBR al 95% de la MDS.....	46
Figura 14. Gráfico de resistencia a la compresión.....	47
Figura 15. Prueba de normalidad para límite de consistencia-Minitab	49
Figura 16. Punto crítico de la hipótesis 1.....	50
Figura 17. Punto crítico de la hipótesis 1 con el t calculado.....	52
Figura 18. Prueba de normalidad-máxima densidad seca (MDS)-Minitab	53
Figura 19. Punto crítico de la hipótesis 2.....	54
Figura 20. Punto crítico de la hipótesis 2 con el t calculado.....	56
Figura 21. Pruebas de normalidad-óptimo contenido de humedad (OCH).....	57
Figura 22. Punto crítico de la hipótesis 3.....	58
Figura 23. Punto crítico de la hipótesis 3 con el t calculado.....	60
Figura 24. Pruebas de normalidad para el CBR al 95% de la MDS	61
Figura 25. Punto crítico de la hipótesis 4.....	62
Figura 26. Punto crítico de la hipótesis 4 con el t calculado.....	64
Figura 27. Pruebas de normalidad para resistencia a la compresión	65
Figura 28. Punto crítico de la hipótesis 5.....	66
Figura 29. Punto crítico de la hipótesis 5 con el t calculado.....	68
Figura 30. Pruebas de normalidad para modificación de propiedades.....	69
Figura 31. Punto crítico de la hipótesis general.....	70
Figura 32. Punto crítico de la hipótesis General con el t calculado.....	72

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue analizar el efecto de la incorporación de biorresiduos animales sobre las propiedades físicas y mecánicas del suelo, para su uso en vías de tránsito. El método utilizado es de tipo aplicativo, con diseño experimental, en correlación profunda y enfoque cuantitativo. La población de estudio básicamente está conformada por el subsuelo de la vía Huamanga - Qorihuillca. La muestra consta de 3 pozos de exploración con una profundidad de 1,50 m. Los instrumentos utilizados fueron hojas de recolección de datos para diferentes pruebas de análisis de tamaño de partículas de tamiz, límites de densidad, relación de densidad de humedad, compactación simple y CBR sin inmersión. De esta forma, los resultados esperados muestran que se deben mejorar las propiedades físicas y mecánicas del soporte Huamanga - Qorihuillca.

Si bien se puede concluir que este proyecto de investigación contribuye positivamente a la mejora de las propiedades físico-mecánicas del suelo (subrasante) con la adición de biorresiduos animales, ya que mejora significativamente la capacidad de soporte y la resistencia a la compresión simple de la subrasante, cuyo valor óptimo se obtiene con la adición de 6% Biorresiduos Animales (BRA).

Palabras claves: Biorresiduos animales, sub rasante, CBR no sumergido, compresión simple.

ABSTRACT

The objective of the research work was to analyze the effect of the incorporation of animal biowaste on the physical and mechanical properties of the subgrade, for its use in transport routes. The methodology used is of the applied type, with an experimental design, at an explanatory level depth and clearly of a quantitative approach. The study population is basically composed of the subgrade of the Huamanga - Qorihuillca road. The sample consisted of 3 exploration pits with a depth of 1.50m. The instruments were the data collection sheets of the sieve granulometric analysis tests, consistency limits, humidity-density relationship, simple compression and non-submerged CBR.

In this way, the expected results show that the physical and mechanical properties of the Huamanga - Qorihuillca subgrade should be improved.

While it can be concluded that this research project has a positive contribution to improve the physical and mechanical properties of the subgrade with the addition of animal biowaste, it improves the mechanical property and therefore the support capacity significantly, being the most optimal 6% of BRA.

Keywords: Animal biowaste, subgrade, non-submerged CBR, simple compression

I.INTRODUCCIÓN

Planteamiento del problema

A nivel internacional: “Los suelos finos limosos o arcillosos no son adecuados para la construcción debido a sus altas propiedades de contracción e hinchamiento, por lo que se convirtió en un desafío para los ingenieros civiles. Mediante el uso de materiales estabilizadores económicos podemos mejorar la resistencia del suelo. Los desechos médicos, como jeringas, raspadores de medicamentos, primero se esterilizan y pulverizan y luego se mezclan con tierra en cierta proporción en este proyecto, los desechos médicos se mezclan con tierra de algodón negro en una proporción del 3%, 5%, 7% y 9%. Se llevan a cabo pruebas básicas de muestras de suelo y pruebas de determinación de resistencia como la prueba estándar de Proctor, prueba CBR, prueba de compresión no confinada. Se encontró que las propiedades de ingeniería de la tierra de algodón negro mejoraron mediante la adición de polvo de desecho médico, pero en cierto punto la resistencia alcanza el valor pico máximo después de eso, la adición de desechos médicos no afecta ningún cambio en la concentración”. El material del subsuelo es el suelo original debajo del pavimento de la carretera, cuando estos materiales incluyen suelo expandido, se denomina subrasante expandido. A veces, estos materiales no pueden soportar el peso del pavimento y las cargas del tráfico, lo que significa que necesitan algún tipo de modificación para mejorar su capacidad de carga. Técnicas de modificación química que utilizan estabilizadores tradicionales (como cemento y cal) han demostrado ser un medio eficaz de estabilización de la subrasante. Sin embargo, los altos costos y las preocupaciones ambientales asociadas con el uso y la producción de estos aditivos han puesto de relieve la necesidad de sustitutos más sostenibles y respetuosos con el medio ambiente este estudio revisa el uso de subproductos industriales y otros materiales de desecho utilizados para la estabilización de la subrasante, enfocándose en la sostenibilidad del uso de desechos procesados y cómo alteran las propiedades de ingeniería de la subrasante débil, en comparación con el uso de cemento y también revisa la disponibilidad de procesó materiales de desecho en cantidades suficientes

para satisfacer la demanda actual de estabilización de la subrasante. Los hallazgos ilustran que los residuos procesados son menos costosos y tienen mejores credenciales de sostenibilidad en comparación con el cemento, además, los desechos procesados están disponibles en cantidades suficientes para satisfacer las demandas existentes de estabilización de la subrasante, por lo tanto, se recomienda que se promueva y utilice el uso de desechos procesados para mejorar y realzar las propiedades geotécnicas de los materiales de subrasante débiles cuando sea posible.

A nivel nacional: Tener un pavimento que pueda rendir al máximo es el fin de cualquier proyecto de construcción o renovación de carreteras, desde la creación de caminos estructuralmente sólidos hasta caminos que puedan manejar el clima circundante, el pavimento debe funcionar bien y resistir cualquier fuerza externa que pueda encontrar. Muchos problemas pueden afectar el rendimiento del pavimento, como el tráfico y la carga y los factores ambientales. La deformación del módulo del suelo de subrasante se ha determinado en el laboratorio. Se toma un valor de deformación del 10% (20 mm) como criterio de falla para la subrasante para pavimento en zona rural, se utilizó un suelo de subrasante de arena limosa mezclada con un contenido óptimo de cenizas volantes y dos tipos diferentes de fibras que varían en su resistencia a la tracción y coeficiente de fricción. Se llevaron a cabo ensayos triaxiales repetidos en muestras.

A nivel regional en el Perú es de suma importancia disponer de una infraestructura vial de pavimentos o carreteras que se deben encontrar en buena condición y así poder certificar un transporte seguro y eficaz, afirmó que el Perú se produce una gran cantidad de residuos procesados para su uso en diversas actividades de ingeniería antes de que los materiales de desecho puedan usarse en la estabilización de la subrasante, los desechos primero deben procesarse para eliminar los productos químicos tóxicos y la contaminación para que sean aptos para su uso como aditivo en la construcción de carreteras podría decirse que el uso de desechos procesados en la estabilización de la subrasante es la nueva tendencia en la estabilización

química de los materiales de la subrasante. Esto tuvo como objetivo reducir la cantidad de manifestaciones de gases de efecto invernadero y los efectos ambientales asociados con la producción de cemento y cal. Una gran cantidad de residuos procesados se produce en todo el mundo para su uso en diversas actividades de ingeniería. Sin embargo, se han planteado muchas preocupaciones con respecto al costo y los efectos ambientales asociados con el proceso de producción de estos materiales de desecho emitidos durante el procesamiento de residuos.

A nivel local, en la provincia de Huamanga, se encuentra ubicado la trocha carrozable que une a la misma provincia con el centro poblado de Qorihuillca, este tramo de carretera tiene una estructura de suelo tan característica que la planificación del desarrollo requiere un estudio profundo a menudo, los materiales de la subrasante no posee la capacidad suficiente para soportar el peso del pavimento y la carga del tráfico que requerirán algún tipo de modificación para mejorar su capacidad de carga. Las técnicas químicas de estabilización de la subrasante, que utilizan aglutinantes tradicionales (como cemento y cal), se utilizan regularmente para estabilizar los materiales expansivos de la subrasante y han demostrado ser un enfoque eficaz, sin embargo, el uso de cemento y cal en la estabilización de la subrasante de las carreteras ha resultado muy costoso y también insostenible debido a los efectos ambientales asociados con el uso del cemento y su producción.

Formulación del problema

Problema general:

¿Cómo la incorporación de biorresiduos animales podría influir en las propiedades físicas y mecánicas de la sub rasante Huamanga - Qorihuillca, Ayacucho 2022?

Problemas específicos:

¿La incorporación de 2%, 4%, 6% y 8% de biorresiduos animales podría modificar los límites de consistencia de la sub rasante Huamanga - Qorihuillca?

¿La adición del 2% ,4% ,6% y 8% de biorresiduos animales incrementará la densidad máxima seca (MDS) de la sub rasante Huamanga - Qorihuilca?

¿Al adicionar 2% ,4% ,6% y 8% de biorresiduos animales se incrementará el óptimo contenido de humedad (OCH) de la sub rasante Huamanga - Qorihuilca?

¿Cómo la incorporación del 2% ,4% ,6% y 8% de biorresiduos animales podría mejorar la capacidad de resistencia (CBR) de la sub rasante Huamanga - Qorihuilca?

¿Cómo la adición del 2%, 4%, 6% y 8% de biorresiduos animales podría mejorar la resistencia a la compresión simple de la sub rasante Huamanga - Qorihuilca?

Justificación

Justificación social

Esta investigación beneficio económicamente a la construcción civil se justifica porque permitió realizar e investigar nuevos materiales para la ingeniería en general. Desde el punto de vista social se pudo lograr efectos en cuanto a la reducción del costo de las obras al usar un material de desperdicio cuyo costo es prácticamente nulo, económicamente el biorresiduo que usamos es un material reciclado, el costo fue prácticamente nulo ya que este material es desechado al río Huatatas. Los desechos procesados derivados de los subproductos industriales que a menudo se vierten en los vertederos se deben usar como aditivos en la estabilización de la subrasante de las carreteras. El uso de desechos procesados para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del suelo (subrasante) de carreteras expansivas es menos costoso que el cemento y la cal y puede dominar mejor el efecto invernadero.

Justificación práctica

Se resolvió el inconveniente técnico de hacer mejor un suelo poco resistente encontrado en estado natural o al terminar el corte, aplicando biorresiduos animales para normalizar el suelo en la cubierta de subrasante. Existe la enorme necesidad de comprender los provecho positivos y negativos entre todo tipo de aditivos aplicados sobre el suelo; pero de forma especial a los biorresiduos animales (BRA), como la sangre de los mismos, por lo tanto, se pueden utilizar más opciones en la construcción de fuentes, con indicadores como la resistencia al corte del suelo y su fácil compactación.

Justificación teórica

Se justifico en la integración de biorresiduos de animales en la subrasante, pues se cuantifican los resultados mediante ensayos de laboratorio CBR y compresión simple, para proporcionar conocimiento sobre los cambios que ocurren en las propiedades de resistencia del suelo y demostrando que el uso de los biorresiduos de animales en suelos finos mejora las condiciones de las vías, en un espesor óptimo de diseño.

Justificación metodológica

Esta investigación dio como objetivo el proceso metodológico de acuerdo a guías e investigaciones por lo tanto se realizará ensayos de laboratorios siendo esto una investigación cuantitativa.

La presente tesis permitió generalizar el uso de su metodología para que otros trabajos de investigación puedan realizarlo con otras sustancias naturales ya sea al suelo natural(sub rasante) u a otra estructura del pavimento que esté relacionada con la alteración de suelos.

Justificación ambiental

Se demostró que debido a esta tesis apporto los fundamentos para la aplicación de economía circular a la vez que se aprovechan los biorresiduos que pretenden reducir la contaminación ambiental. Según la UE (Unión Europea) los residuos pueden tener un uso de segunda vida, como por ejemplo las cáscaras de huevo que son aprovechables para las nuevas alternativas

constructivas, además estos residuos que terminan en la basura no son reutilizados; por lo cual se aprovecharía el 90% de estas como los desechos del huevo que serían las cáscaras, se usaría como elemento base, para disminuir la extracción y explotación del carbonato de calcio en la naturaleza más conocida como la cal.

Objetivos

Objetivo principal:

- Determinar las propiedades físicas y mecánicas de la sub rasante Huamanga - Qorihuilca a través de la incorporación de biorresiduos animales.

Objetivos secundarios:

- Modificar los límites de consistencia de la sub rasante Huamanga - Qorihuilca mediante la incorporación de 2%, 4%, 6% y 8% de biorresiduos animales.
- Incrementar la densidad máxima seca (MDS) de la sub rasante Huamanga - Qorihuilca por medio de la incorporación del 2%, 4%, 6% y 8% de biorresiduos animales
- Incrementar el óptimo contenido de humedad (OCH) de la sub rasante Huamanga - Qorihuilca por medio de la incorporación del 2%, 4%, 6% y 8% de biorresiduos animales
- Mejorar la capacidad de resistencia (CBR) de la sub rasante Huamanga - Qorihuilca por medio de la incorporación del 2%, 4%, 6% y 8% de biorresiduos animales.
- Mejorar la resistencia a la compresión simple de la sub rasante Huamanga - Qorihuilca con la adición del 2%, 4% 6% y 8% de biorresiduos animales.

Hipótesis

Hipótesis principal:

- La incorporación de biorresiduos animales mejorará las propiedades físicas y mecánicas de la sub rasante Huamanga – Qorihuillca.

Hipótesis secundarias:

- La incorporación de 2%, 4%, 6% y 8% de biorresiduos animales modificará los límites de consistencia de la sub rasante Huamanga - Qorihuillca.
- La incorporación del 2%, 4%, 6% y 8% de biorresiduos animales reduce la máxima densidad seca (MDS) de la sub rasante Huamanga – Qorihuillca.
- La incorporación del 2%, 4%, 6% y 8% de biorresiduos animales reduce el óptimo contenido de humedad (OCH) de la sub rasante Huamanga – Qorihuillca.
- La incorporación del 2%, 4%, 6% y 8% de biorresiduos animales mejorará la capacidad de resistencia (CBR) de la sub rasante Huamanga – Qorihuillca.
- La adición del 2%, 4%, 6% y 8% de biorresiduos animales mejorará la resistencia a la compresión simple de la sub rasante Huamanga – Qorihuillca.

Delimitación de la Investigación

Delimitación espacial

El presente trabajo de investigación se efectuó en la ciudad de Ayacucho, en la vía no pavimentada que une la provincia de Huamanga con el centro poblado de Qorihuillca.

Delimitación temporal

La propuesta de investigación se desarrolló en los meses de mayo a agosto del presente año 2022.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Antecedentes internacionales

C. Kraus y D. Hirmas, y J. Roberts (2018) "Resistencia a la compresión de la de tierra estabilizada con sangre". El objetivo principal fue utilizar subproductos animales como el plasma (sangre), estiércol y orina, para así poder aumentar la resistencia a la humedad y resistencia a la compresión. Para ello la resistencia a la compresión se midió utilizando cilindros de tierra comprimidos, triplicados no estabilizados y cilindros estabilizados con sangre a los 7, 14, y 28 días. La resistencia a la compresión de los cilindros adicionado con sangre fue aproximadamente un 36% mayor que la de los cilindros sin adición de sangre después de 28 días, según los hallazgos. La bioestabilización de la tierra drenada con sangre ofrece la promesa de un entorno construido más sostenible. La metodología se basó en la historia de la arquitectura terrestre, las referencias al uso que se le daba en tiempos pasados a los subproductos animales como la sangre, el estiércol, y la orina para aumentar la cohesión entre partículas, así la fuerza de compresión y la resistencia a la humedad son bastante comunes en estos antecedentes. Sin embargo, se ha realizado poca investigación empírica para corroborar estas prácticas. Los resultados de esta investigación, al determinar el contenido óptimo de humedad, 6.71%, para así lograr la máxima densidad seca. Según la base del incremento de los resultados de la resistencia axial en ensayos pasados, el óptimo de humedad se incrementó en un 10%, lo que dió como resultado un contenido total de humedad del 7,38%. Ya que el suelo empleado para este experimento tuvo un contenido de agua residual del 1,30% en masa, por ello se agregó un 6,08% adicional de agua subterránea de forma artificial para llevar el contenido de humedad de la muestra hasta el 7,38%. En ese sentido, para las muestras sin estabilización con plasma, se agregó agua subterránea artificial de tal manera que la mezcla final contenía 73.8 ml por 1 kg de suelo. Del mismo modo, para el tratamiento de muestras, se agregó sangre en la misma relación volumen-masa que el control. Como conclusión, la gestión de residuos sólidos debe tratarse como una actividad integrada que implica a especialistas / especializaciones multidisciplinares. (C. Kraus y D. Hirmas, 2018)

Sandra Mercedes Llumitasig Chicaiza y Ana Lissette Siza Salazar (2017) en su tesis de pregrado “Estudio de la resistencia a compresión del adobe artesanal estabilizado con paja, estiércol, savia de penca de tuna, sangre de toro y análisis de su comportamiento sísmico usando un modelo a escala”. Con este trabajo se busca el objetivo de lograr la firmeza y la resistencia axial del adobe artesanal esto debidamente fijado con, sangre de toro, estiércol de vaca, savia de penca, tuna y paja; para así poder establecer su procedimiento sísmico utilizando una guía a escala, estos materiales debidamente propuestos por las normas para estabilizar el adobe artesanal están acompañados de la tecnología ancestral que antiguamente ha sido utilizado por los ancestros. Metodología; en este proyecto se requiere estudiar su firmeza a la compresión mediante materia prima de adobe fijado con diferente materia prima (savia de penca de tuna, sangre de toro, paja, estiércol de vaca) en diferentes mezclas y misiones. Se utilizó los estabilizadores naturales que vienen en una variedad de formas adquiridos: paja, estiércol de vaca, savia de penca de tuna y sangre de toro; los cuales previa a la producción de los adobes artesanales poseerán un asunto de preparación. Conclusiones; los bloques artesanales básicos fabricados con agua más barro dormido, obtuvieron una resistencia a compresión de 9,84kg/cm² a los 30 días, Los bloques estabilizados con sangre de toro obtuvieron una resistencia a compresión de 10,36kg/cm² a los 30 días, En comparación con el adobe artesanal básico, mostró un aumento del 5,28% en la resistencia a la compresión. Después de 30 días, los adobes elaborados a mano estabilizados con sangre de vaca y arena tenían una resistencia a la compresión de 9,90 kg/cm², en comparación con el adobe hecho a mano básico, hubo un incremento del 0,61% de la resistencia a la compresión. En 30 días, los bloques estabilizados con sangre de toro, paja de heces de vaca tenían una resistencia a la compresión de 11,29 kg/cm², lo que representa un aumento del 14,74% en la resistencia a la compresión sobre el adobe artesanal básico. (Salazar 2017).

R.D. Del Castillo (2020) “Investigación exploratoria sobre el efecto del aceite de motor usado en un suelo fino de subrasante” El objetivo de este estudio fue determinar el comportamiento geotécnico de una subrasante que ha sido mezclada con aceite de motor usado (AMU). En el entorno colombiano, este es un residuo que se produce en grandes cantidades y por desgracia, suele acabar

en los ríos y depósitos naturales, causando daño al medio ambiente y a la salud humana. La metodología se desarrolló determinando cómo cambian las propiedades del suelo cuando está presente el AMU, por ello se determinó el coeficiente de permeabilidad del suelo natural, así como las dosis de aceite del 4%, el 8%, el 12% y el 16% en función del peso seco del suelo. Para todos los ensayos dosificados, las muestras se impermeabilizaron en un horno a 105°C para las mezclas, el aceite se dosificó y se mezclaron con los suelos manualmente, una vez tamizados para obtener una mezcla homogénea de aceite motor utilizado (AMU), según la prueba a realizar, siempre siguiendo las normas del Instituto Nacional de Carreteras (INVIAS) (15). Como conclusión, Para las dosis superiores al 4% de AMU, la densidad máxima seca aumentó ligeramente (hasta el 7%), mientras que permaneció constante para los contenidos entre el 0% y el 4%. El aumento del contenido de aceite dio lugar a una reducción significativa de la humedad óptima, que se disminuyó hasta el 60% para el 16% de la AMU. Esto es porque el aceite del motor sustituye al agua necesaria para compactar el suelo e incluso lubrica de mejor manera las partículas del suelo, permitiendo que el suelo se reacomode a bajo contenido de agua. En términos de permeabilidad, dado que el limo de alta plasticidad utilizado en los ensayos estaba formado por más del 80% de partículas finas, el contenido de aceite no tuvo un efecto significativo en la permeabilidad del suelo. Además, todas las muestras se compactaron hasta la densidad seca máxima, lo que redujo el coeficiente de permeabilidad hasta el valor más bajo posible. Sin embargo, a medida que se incrementa la cantidad de aceite al suelo, disminuye el volumen de vacíos, lo que permite reducir el coeficiente de permeabilidad en suelos más porosos. (R.D Del Castillo - A. Orobio, 2020)

J. Alarcón, M. Jiménez y R. Benítez (2019) en su trabajo de investigación “Estabilización de suelos mediante el uso de lodos aceitoso” El objetivo de esta investigación fue ver si el uso del lodo aceitoso como agente de estabilización de materiales granular y subrasante es viable, intentando mejorar las propiedades de compresión e índice de plasticidad para hacer uso de los residuos de la extracción de petróleo, con la finalidad de aminorar los el impacto negativo en el medio ambiente. Para ello, se caracterizaron los materiales a estabilizar y el medio de estabilización, para determinar el comportamiento

potencial del nuevo material y el mejor porcentaje de lodo para utilizar, Se añadieron diferentes cantidades de lodo a los suelos para crear mezclas mixtas, que luego se probaron para determinar su resistencia, plasticidad y estabilidad en el agua. Metodología; se definió el CBR de las mezclas para el 2%, 4%, 6% y 8% de lodo y se cura durante 4 días en inmersión; se seca durante 14 días, y se cura durante 14 días con 7 días en inmersión y 7 días en seco. La incorporación del 4% de lodo y un período de curado seco de 14 días parece dar lugar al incremento del CBR del material estabilizado (30%) en comparación con el material no tratado (52%). Del mismo modo, aumento en un 4% el CBR del material no tratado independientemente del tiempo de curación. Para el ensayo de estabilidad hídrica que se realizó en las briquetas sin estabilizar se mostró una pequeña pérdida de material después de 5 minutos, se desintegró en un 60% después de 11 horas, falló en más del 90% después de 24 horas y se destruyó el quinto día, tuvo un fallo del 90% después de 24 horas y se destruyó por completo el quinto día; las probetas estabilizadas no mostraron ninguna variación. Cuando se añadió lodo aceitoso al material granular, pierde el 8% de su plasticidad y se convierte en N.P. Con el 4% de lodo baja hasta el 7%; se reconoce como un efecto favorable. Dado que el peso específico del lodo es menor al peso específico de la subrasante, los pesos específicos de las mezclas disminuyen a medida que el porcentaje de lodo aceitoso aumenta como consecuencia de la estabilización de la subrasante. A medida que se añade lodo al material del suelo, el índice de plasticidad disminuye hasta el 6%; sin embargo, El efecto es obsoleto al 8%, y el material conserva la misma plasticidad que el suelo no estabilizado. La adición de lodo aceitoso a la subrasante tiene poco efecto sobre el contenido óptimo de humedad y la densidad máxima seca. La ascensión capilar estaba ausente en las probetas con aditivo, pero sí se produjo en las probetas básicas. Lodo aceitoso al retrasar el ascenso del agua a la probeta, mejora la impermeabilidad de la subrasante, reduce la cantidad de material perdido debido a la debilitación de resistencia producida por el agua. En la prueba de estabilidad del agua, no se observó ningún cambio en las probetas después de 5 minutos de inmersión; después de 20 días de inmersión, se observó un determinado grado de saturación sin colapso o pérdida de material en las briquetas con 2% y 4% por ciento de lodo, mientras que no se observó ningún cambio en las briquetas con 6% y 8% de lodo. En consecuencia, el

porcentaje óptimo de lodo aceitoso para estabilizar el material granular de tipo granular es del 6%, con el módulo resiliente aumentando un orden de 40% en relación con al módulo de resistencia del material granular no tratado después de un periodo de curación de 7 días. Se recomienda la adición del 4% de lodo para tratar la subrasante, lo que dió lugar a un aumento del 37% de la resistencia en comparación con la subrasante natural. La importancia de curar las mezclas para que adquieran resistencia en este tiempo, esto se reflejó en los resultados de las pruebas CBR y del módulo resiliente, así como en las condiciones en las que se ensayaron las probetas. El lodo aceitoso tuvo un efecto positivo en la estabilización de este suelo, haciéndolo menos susceptible al agua y más impermeable a ella, al exponerlo a la saturación, mejora su estabilidad en el agua, garantizando que las características de soporte del material se conserven incluso en las condiciones más extremas. Es de mencionar la reducción de la plasticidad conseguida combinando materiales granulares con lodo, al pasar de 8% al 0%, En otras palabras, se crea una mezcla no plástica con la adición del agente de estabilización del 6%. Según un análisis químico del agua para revisar la acción de los lixiviados generados por mezclas estabilizadas con lodo aceitoso, la amenaza de contaminación de las fuentes de agua, en el caso de una posible aplicación de la mezcla, es mínima; una vez que en los informes de pruebas químicas no se cuantificaron trazas de los componentes del lodo aceitoso. (J. Alarcón, M. Jiménez y R. Benítez, 2019)

Arcángel Patín (2018) "Reciclado de aceite quemado de vehículo en la estabilización de suelos arenosos". Este estudio utilizó nuevas alternativas para mejorar el suelo de arena, eliminando la necesidad de sustituir el material y reduciendo los costos de construcción en carreteras, para lo cual debemos identificar el porcentaje óptimo de aceite quemado para la estabilización del suelo arenoso, juntamente con la Identificación visual del suelo en estudio y recopilación de muestras. Como metodología se empleó un muestreo del suelo a evaluar a través de calicatas donde las mismas serán identificadas con sus respectivas coordenadas de las zonas de donde se extrajo las muestras para los respectivos ensayos. Los ensayos de análisis granulométrico para la elaboración de este ensayo se apoyaron en las "Normas ASTM D 422 y AASHTO T 88". Y esto permitió determinar el tipo de suelo que se empleó en la

investigación . Esta norma detalla el método para determinar los porcentajes de suelo que pasa por los distintos tamaños de las series de pruebas, hasta el de 0.075 mm (N° 200). Los ensayos de Compactación con el Proctor estándar , para realizar este tipo de ensayo se apoyó en la “Norma AASHTO T 99”, con el fin de obtener la humedad óptima del agua y la densidad máxima del suelo (arena limosa). Este ensayo contiene los procesos de compactación usados en Laboratorio, para determinar la comparación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario Seco de los suelos (curva de compactación) compactados en un molde de 4 ó 6 pulgadas (101,6 ó 152,4 mm) de diámetro con un pisón de 5,5 lbf (24,4 N) que cae de una altura de 12 pulgadas (305 mm), produciendo una energía de compactación de 12 400 lb-pie/pie³ (600 kN-m/m³) donde se utilizará el método a el ensayo de C.B.R. (California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California) para la realización de este ensayo se emplearon las “Normas ASTM D 1883 y AASHTO T 193”, con el propósito de determinar el índice de resistencia de los suelos C.B.R. (California Bearing Ratio). En Conclusión, mediante la realización del ensayo de compactación con el Proctor estándar se obtuvo un valor promedio de máxima densidad de 1528,25 Kg/m³ con una humedad óptima de 7,88 %, del suelo natural de tipo SM (arena limosa). En donde se tomó las mismas muestras para realizar la mezcla entre el suelo natural más aceite quemado y se obtuvo un valor promedio de máxima densidad de 1745 Kg/m³ empleando un 10,53 % de aceite quemado que fue dosificado al peso seco de la muestra. Con el ensayo de compactación con Proctor estándar se obtuvieron densidades máximas del suelo en estado natural y mezclado con aceite quemado se obtuvo un mayor valor de densidad máxima. Estas se dosificaron al peso seco de las muestras y se pudo obtener el porcentaje adecuado y óptimo del 10 a 11 % de aceite quemado que se utilizara para estabilizar el suelo arena limosa y así mejorar sus propiedades. Se obtuvo un valor promedio de C.B.R. 13,35 % al 95 % de su máxima densidad del suelo arena limosa. Tomando las mismas muestras se realizó la mezcla entre el suelo natural más aceite quemado y se obtuvo un valor de C.B.R. 20,18 % al 95 % de su máxima densidad. Con la mezcla de aceite quemado se obtuvieron un valor promedio de 6,83 % mayor de C.B.R. que el que se obtuvo con suelo natural. Por lo tanto, de acuerdo a los resultados obtenidos se puede concluir que el aceite quemado puede ser utilizado como aditivo para mejorar las

características del suelo arena limosa. (Patín, 2018)

Antecedentes nacionales

Fernández Granada Jesus – Holguino Rivas Licette Eliana (2021) “Impermeabilización de suelo de subrasante de la calle Alto Qosqo adicionando grasa porcina proveniente de desechos alimentarios, Cusco”. El objetivo fue ver cuánto se impermeabiliza la subrasante de la calle Alto Qosqo cuando se añade la grasa porcina de los residuos alimentarios, determinar cómo la adición de grasa porcina altera las propiedades físicas del suelo subrasante de la calle de alto Qosco, cuando el tamaño de los granos del suelo varía entre arena y limo, determinar qué porcentaje de grasa porcina tiene un efecto en la impermeabilización, determinar la cantidad de impermeabilización que se produce como resultado de la variación de temperatura durante la adición de la grasa porcina, determinar la cantidad de impermeabilización que se produce como resultado del cambio de temperatura durante la adición de la grasa porcina. Con una mezcla de suelo y grasa porcina, determinar el espesor mínimo de impermeabilización que garantice una impermeabilización adecuada. En este punto, fueron a recoger muestras de suelo de la calle Alto Qosco para analizarlas en el laboratorio con las pruebas respectivas, se creó una calicata de 1,5 m de profundidad (C-1) de la que se extrajo una muestra de suelo, dicha calicata se efectuó en la calle Alto Qosqo del distrito de San Sebastián. Según el estándar, todos los procesos, normas, procedimientos y reglamentos relacionados con los exámenes de materiales deben seguirse para garantizar la objetividad, dado que la calicata C-1 se encuentra en la sección de la zona donde se realizó el estudio y cumple todas las condiciones, propiedades físicas y características de la población de estudio, se realizaron los ensayos en el laboratorio con muestras obtenidas en la calicata C-1. La grasa porcina también se recogió en esta fase de los residuos alimentarios del distrito de Saylla, y la muestra de grasa se tomó de los establecimientos que esta carne para el consumo humano y lo venden al público en general. Tras la finalización de las tomas de muestras y procesos del laboratorio, llegamos a la conclusión de que la adición de grasas porcinas tiene un impacto significativo en la impermeabilidad del suelo de la subrasante de la calle Alto Qosqo. Según los resultados, la adición de grasa porcina tiene un impacto significativo en la impermeabilización

del suelo de la subrasante de la calle Alto Qosqo. Para cada 1% de hierba añadida al suelo, el ascenso capilar está estadísticamente influenciado después de media hora la tasa de ascensión capilar se redujo en 3,44%, Además, como los granos de arena tienen cavidades más grandes en comparación con los limos, la diferencia en el ascenso capilar entre la arena y el limo es del 23,1% más alta para la arena, permite que la capilaridad pase más fácilmente por las partículas de grano de arena, a diferencia del limo, donde disminuyó el tamaño del grano y disminuye la permeabilidad, como en el caso de las arcillas, que son mucho menos permeables. Con un 0% de grasa, la permeabilidad se redujo a $5,57E-03$ cm/s para la arena y a $3,93E-03$ cm/s para el limo. La permeabilidad se logró reducir de los valores iniciales con 0% de g raso, de $5.57E-03$ cm/s para el caso de la arena y $3.93E-03$ cm/s para el caso del limo, en $3.09E-03$ cm/s para el caso de la arena y $1.45E-03$ cm/s para el caso del limo , con un contenido máximo de grasa de 10%. (Jesus, 2021)

Ángel Vidal Peralta Ricra (2020) “Mejoramiento de la subrasante de baja capacidad de soporte mediante la incorporación de la ceniza de gallinaza”. El objetivo de este estudio fue encontrar una solución al problema de la baja capacidad de soporte del suelo, en consecuencia, se generó una propuesta para la mejora de la subrasante, que consiste en la estabilización utilizando cenizas de gallinaza. Los problemas del suelo inestable (CBR) y El uso de este material natural mejoró la reducción del deterioro de las superficies del pavimento y del afirmado, otorgó a la ceniza de gallinaza un nuevo uso. En este estudio de investigación se evaluaron diferentes secciones o carreteras en deterioro en el distrito de Perené, debido al mal estado de funcionamiento de la carretera, eligieron llevar a cabo el estudio en Av. La Esperanza, observando deflexiones, grietas y otras patologías. En consecuencia, se evaluaron las propiedades de la subrasante, que es la causa primaria de las patologías o defectos visibles en la superficie del pavimento. Metodología: Escogieron este material de estabilización porque tiene las propiedades de un material de puzolana, que actúa como estabilizador para las subrasantes con baja capacidad de soporte. El estudio sugirió utilizar porcentajes del 2%, el 4% y el 8% del peso del suelo, en consecuencia, se busca mejorar las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante de baja capacidad de soporte. Conclusiones; la adición de la ceniza

de gallinaza en la mejora de las propiedades del suelo de baja capacidad de soporte de la Av. Esperanza, influyó en un aumento de su índice de plasticidad, así como en un cambio en el tipo de suelo según la clasificación SUCS y en un aumento de su índice de CBR, lo que dio lugar a un resultado favorable en la capacidad de soporte de la subrasante. La adición de ceniza de gallinaza del 2%, 4% y 8% a la subrasante de baja capacidad de soporte de Av. La Esperanza no mejoró las propiedades físicas de la subrasante de baja capacidad de soporte. Según el SUCS y la AASHTO, el suelo que forma la subrasante de Av. La Esperanza se clasifica como CL y A-7-5 (20). Todos los suelos, según esto, no eran adecuados para su uso como material de subrasante, sin embargo, la adición de ceniza de gallinaza cambió su clasificación, lo que dio lugar a un suelo subrasante como el CH, A-7-6 (25), una arcilla de alta plasticidad con arena, como indica el aumento de sus límites líquidos y plásticos, como resultado de obtener un índice de plasticidad del 28% con el porcentaje óptimo de ceniza de gallinaza del 4%, el suelo sigue siendo muy plástico. El mismo impacto negativo se vio en la arena equivalente, donde añadir ceniza de gallinaza del 2% redujo la EA del 20% al 2%, que es el suelo de plástico arcilloso; añadir cantidades mayores de ceniza de gallinaza, como el 4% y el 8%, aumentó la EA del 2% al 18%. En consecuencia, no se consiguió un porcentaje adecuado de ceniza de gallinaza para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante de baja capacidad de soporte se mejoran estabilizándolo con ceniza de gallinaza. Se ha alcanzado el porcentaje óptimo de ceniza de gallinaza, que es del 4%, Cuando se calcularon las propiedades mecánicas utilizando este porcentaje, la capacidad de soporte se mejoró significativamente. Con la adición de ceniza de gallinaza del 4%, los resultados fueron en aumentó del 4% al 9,7%, lo que llevó el total al 95 %DSM, según la clasificación del manual del MTC de suelos, geología, geotecnia y pavimentos, el parámetro a cumplir con este resultado, indicó que ($6\% \leq \text{CBR} < 10\%$), corresponde a una subrasante regular. Con sólo un 2% de adición de ceniza de gallinaza, se consiguió una mejora, según el índice CBR. (Ricra, 2020)

Vilca Cuárez (2021) "Mejoramiento de suelos arcillosos a nivel de Subrasantes con la incorporación del polvo de cáscara de huevo en Pichiwillca – La Mar – Ayacucho". En su investigación pretendió saber cómo las propiedades de la incorporación de PCH mejoran los suelos de arcilla a nivel de subrasante. Este estudio utilizó metodología experimental para así determinar el CBR y el MDS de un suelo arcilloso en su estado natural mediante la realización de pruebas en el laboratorio de suelo. El PCH se añadió en dosis de 5%, 10%, 13% y 15%. Se realizaron pruebas en el laboratorio de suelo para determinar el CBR y el MDS de un suelo de arcilla en su estado natural, así como con la incorporación de PCH en dosis del 5%, el 10%, el 12% y el 15%, los resultados en estado natural 1.343gr/cm³ y con adición del PCH, 1.463gr/cm³(5%), 1.584gr/cm³(10%), 1.635gr/cm³(12%), 1.711gr/cm³(15%), en el ensayo de CBR al 95% de la máxima densidad seca en estado natural 2.3%, con adición del PCH, 3.2%, 5.2%, 6.1%, 7.0% respecto a las dosificaciones de 5%, 10%, 12% y 15%, donde se sugiere que se realice más investigación con dosis más altas que las utilizadas en el estudio. Se determinó que las propiedades físicas de los suelos limosos a nivel de subrasantes en Pichiwillca-La Mar son insuficientes para su uso como material propio, siendo la C-6 el menos favorable en relación de LL=88,5%, LP=38,7% e IP=49,8%. De este modo, se evaluó la mejora de la subrasante la realizar la incorporación de PCH; y del ensayo granulométrico dándonos una clasificación SUCS-AASHTO con simbología de grupo MH A-7-6 (57) el cual representa un suelo arcilloso de plasticidad alta y una subrasante muy pobre de acuerdo a su clasificación, además, tendiendo a un aumento de las propiedades físicas y mecánicas, así como a mejorar la categorización de la subrasante de malo a regular en las pruebas CBR con una dosificación del 15% de PCH. Antes de las comparaciones de los ensayos en estado natural, que dieron valores bajos sin el uso de PCH, las propiedades del Carbonatado de carbón, influyeron en el 91,2% para la mejora del suelo de limoso. (Cuarez, 2021)

Almonacid Román (2019) "Estabilización de subrasante mediante cal y ceniza de quinua en suelos del centro poblado viñas, Tayacaja, Huancavelica". El objetivo principal de su tesis fue realizar un análisis comparativo de las muestras. Para ello, se determinó la capacidad de soporte del suelo (CBR), seguida de una prueba de compactación que reveló la densidad esencialmente seca y la

humedad máxima, seguida de la prueba de CBR. El mismo procedimiento se utilizó para los siguientes tres porcentajes de ceniza de carbón: 20%, 23% y 25%, con la adición de ceniza de carbón teniendo un efecto favorable en los suelos expansivos. La propuesta para el Centro Poblado de Viñas, para evaluar los efectos de la ceniza de carbón y quinua en la estabilización de la subrasante en los suelos se justifica, Tenemos el equipo, los instrumentos y el personal con conocimientos para llevar a cabo 15 estudios de gabinete, que incluyen un estudio topográfico, un estudio del suelo, el recojo de muestras, de calibración y pruebas en el laboratorio para identificar el porcentaje de estabilizador. Metodología: Los resultados de cada calibración y sus dosificaciones muestran que los valores del Proctor modificado no varían significativamente, permaneciendo dentro de los requisitos de calidad, para el CBR, el aumento de la dosis aumenta la capacidad de carga; para el índice de plástico, el aumento del porcentaje de sal o ceniza de quinua aumenta el IP, que está muy cerca del límite del 11%. En consecuencia, llegaron a la conclusión de que añadir cal, ceniza de quinua o sus mezclas a los suelos mejora su capacidad de soporte o CBR, que es superior al 6%. Conclusión: La adición de cal y ceniza de quinua a las muestras de suelo subrasante aumenta la densidad máxima seca, así como la capacidad de carga, con todas las muestras superando el 6%. La adición de más cal o ceniza de quinua aumenta el índice de plasticidad, que está muy cerca del límite del 11%. Con las adiciones de cal 5%, ceniza de quinua 20% y ceniza de quinua 7%, los límites de consistencia de las calicatas C-1, C-2 y C-3 de los progresivos Km. 1+250, 1+500 y 1+750 tienen variaciones en el límite líquido y el índice de plasticidad. En consecuencia, añadir cal, ceniza de quinua o una combinación de ambos elevó el índice de plasticidad (IP), pero sólo cumplió el 11% de los requisitos de calidad de una subrasante.

Lalangue Córdova Oscar Elmer (2019) "Estabilización de la subrasante con aceite sulfonado para la Carretera Departamental Ruta PI- 114 Emp. PE-1N (El Alto-Talara) - Emp. PI-105 (Pariñas), km:08+000.00 - 09+000.00, Talara – Piura". El objetivo de este estudio se justifica técnicamente porque pretende llenar un gran vacío en suelos de baja resistencia dentro de los confines de la estabilización subrasante con aceite sulfonado para los fines de la estabilización del suelo para la carretera departamental ya mencionada, también proporcionan

una justificación práctica, que les permite ayudar en la resolución de los problemas de la carretera departamental PE-1N (El Alto–Talara) – Emp.PI-05 (Pariñas), buscando dar solución a los problemas de los suelos con baja resistencia. Desde el punto de vista metodológico, se justifica porque esta investigación servirá de referencia para subsanar problemas en otras vías con alta plasticidad y CBR menor al 6%, con el objetivo de investigar los malos suelos que se encuentran en la carretera y proporcionar soluciones adecuadas para los futuros diseños de pavimentos también tiene importancia social porque, al resolver los problemas de los suelos expansivos a través de la estabilización de la subrasante, los residentes de Atascadero y Hualtcal tendrán una mejor calidad de vida, contribuyendo a su desarrollo. Metodología: Los tratamientos que se utilizarán en la investigación serán la acción recíproca entre los factores arcilla, cemento y aceite sulfurado, de los cuales habrá 6 tratamientos (3 por 2), a los que habrá que aplicar un esquema de bloques aleatorios, y que se comparó con nuestro testigo utilizando las Técnicas de análisis de documentos y observación en campo, así como tablas y fórmulas de Excel para determinar la granulometría de la subrasante. Las propiedades del aceite sulfonado se utilizaron como base fundamental porque este aditivo líquido puede liberar agua de los suelos, dejando huecos que se compensan por la compactación del suelo. La metodología utilizada para compilar la información sobre la estabilización con aceite de sulfuro fue el uso de fórmulas específicas de Excel para determinar cada variación que figura en la tabla de operativización de las variables, además de la inspección y verificación realizadas para los resultados del informe de las muestras. Para ello, se tuvo en cuenta los siguientes factores: - Información acerca la subrasante en general - Determinar las propiedades mecánicas y físicas de la esta capa y obtener resultados - Además, de acuerdo con las normas para comparar arcilla y cemento, una propuesta para mejorar la subrasante con una mezcla de aditivos líquidos y sólidos, al tiempo que se adhiere a los parámetros mínimos del Manual de Carreteras del MTC (suelos, geología y pavimentos). Conclusión: La estabilización con aceite sulfonado incrementa la resistencia de la subrasante con un porcentaje inicial de CBR del 2,1% y aumentó su capacidad de soporte hasta el 8,8%, según los ensayos del laboratorio de la Carretera en mención. La proporción óptima para los diferentes tipos de suelos probados fue de 0,35 l/m³ basándose en los resultados obtenidos

en laboratorio, En otras palabras, el aumento de la proporción aditiva (aceite sulfonado) hace que la curva de expansión de los resultados baje. Según los resultados del gabinete, la estabilización con aceite de sulfuro y un aditivo sólido (cal) consigue un CBR del 8,8% y un coste directo de S/.56,41 por metro cúbico, mientras que la estabilización con cal consigue un CBR del 3,8 % y un coste directo de S/.14,41 por metro cúbico. La estabilización con aceite sulfonado y un aditivo sólido (cemento) consigue un CBR del 5,3 por ciento y un costo directo de S/.74,18 por metro cúbico, en comparación con la estabilización con cemento, que consiguió un CBR del 4,4 por ciento y un coste directo de S/.32,20 por metro cúbico. Tras la comparación, se descubrió que el aditivo sólido que produce mejores resultados con el aceite sulfurado es la arcilla, que aumentó el CBR en un suelo fino (limo orgánico de alta plasticidad) en comparación con su CBR inicial.

2.2 Bases Teóricas

El biorresiduo, que es el plasma (sangre) de los camales, forma una sección considerable de nuestra base teórica: “Según los estudiosos de Teagasc en Irlanda, es crítico reutilizar algunos subproductos de la industria de la carne, como los camales municipales, porque la sangre de los animales tiene dentro una diversidad de elementos, agregado el hierro, tenemos la posibilidad de clasificarlo como un subproducto de los mataderos, que se produce en proporciones masivas. Según numerosos profesionales que la sangre de animal es un enorme recurso con enorme potencial que nos ayudara a reducir el encontronazo ambiental de alguna u otra forma además a hacer mejor la sostenibilidad de los mataderos y reducir el enorme desperdicio que se hace en los camales municipales”, como se muestra en la figura 01.



Figura 01. *Sangre de camal*
Fuente: <https://bit.ly/3KOraVN>

El término "sangre" se refiere a un plasma animal entero o a un extracto de sangre animal en este contexto que contiene hemoglobina, Entre los extractos de sangre animal adecuados, hay que mencionar en particular los siguientes: Todos los elementos constituidos por glóbulos rojos, los glóbulos blancos y los trombocitos, presentes en la eliminación de la sangre. Se ha comprobado que las propiedades deseadas de incorporación de este estabilizante se encuentran principalmente en las células rojas y en la hemoglobina de la sangre. La sangre entera o un extracto de sangre que sea más o menos rico en células rojas y hemoglobina deben preferirse por razones de costo al estabilizar los suelos, Hay un gran desecho de sangre animal en los camales o en las grandes industrias de carne, como se muestra en la figura 2.



Figura 02. Desperdicio de sangre en camales

Fuente: <https://bit.ly/38RffZj>

La comparación de la composición química de la sangre basada en las características hematológicas, químicas y funcionales de la sangre de vaca, pollo y pato, dio los siguientes resultados: La muestra de sangre porcina tenía la mayor concentración de células rojas, hemoglobina, volumen de células envasadas y concentración de proteínas del plasma, también poseía los contenidos más favorables de proteína, grasa, cu y cr con mayor contenido en porcentaje de hierro hemo ($p < 0,05$), en comparación de la sangre pollo, que mostró un buen equilibrio de aminoácidos esenciales, con una mayor concentración de isoleucina ($p < 0,05$), Además de tener el mayor contenido de carbohidratos, zn y también tiene el mayor contenido de hierro no hemo ($p < 0,05$) La sangre de pollo fue la más rápida a formar un gel fuerte a 70°C y 80°C , seguida de la sangre de pato y la sangre de cerdo, en ese orden. La baja concentración de proteínas como resultado de la relación de acción líquida (EAI) y la relación de estabilidad de la emulsión (ESI), dio a conocer que la sangre aviar presentó las propiedades de emulsión más altas ($p < 0,05$) mientras que la sangre de pato, presentó la concentración más alta de mg y mn ($p < 0,05$), cabe señalar de que la sangre de pato tuvo propiedades espumantes parecidas a la sangre de cerdo, en la que determino valores mayores que la sangre de pollo ($p < 0,05$), por lo tanto, Según sus posibles aplicaciones, las propiedades de la

sangre reducían según las especies animales, que podrían utilizarse como suplemento alimentario o desarrollo de productos, como se puede apreciar en la tabla 01. (C . Kraus y D. Hirmas, 2019)

Tabla 01. *Composición química de sangre (g/100g porción comestible)*

Sangre (Vacuno)	Agua	Proteína	Grasa	Carbohidratos	Energía (KJ)
	80.5	17.3	0.13	0.065	335

Fuente: <https://bit.ly/3rt1INU>

Según el método de AOAC (2012). 4 g de muestras se dotaron con 4 ml de ácido nitroso concentrado y agitaron vigorosamente durante 5 minutos, seguidamente, las mismas se calentaron por medio de una placa caliente hasta que se terminó la digestión, las muestras digeridas se transportaron a un matraz aforado y se llevó a volumen de 25 ml con agua desionizada, esta solución se sometió a análisis ICP-OES donde las longitudes de onda para el análisis de Mg, Fe, Zn, Mn, Cu y Cr, fueron de 285,213, 238,204, 206,200, 327,393, 267,716, 257,610, y 196,026 nm, respectivamente. La concentración de mineral se calculó y expresó como mg/kg de peso seco. (Korkiala, 2021).

Peso específico y viscosidad relativa

En la tabla N°02 se presenta la información correspondiente a la sangre de ganado vacuno.

Tabla 02. *Peso específico y viscosidad relativa*

Ganado vacuno	Peso específico	Viscosidad relativa
Sangre entera	1.052	4.6
Glóbulos rojos	1.084	-
Plasma	1.029	-

Fuente: <https://bit.ly/3EheoMY>

Disponibilidad de sangre

En un camal, se sacrifican varios tipos de animales para producir carne para el consumo humano, algunos mataderos utilizan una bomba lobular giratoria llamada börger para transferir sangre de un animal sacrificado, toda la sangre se

extrae en el área de sangrado, y se dispone de un contenedor de acero inoxidable lo suficientemente grande como para recoger toda la sangre que fluye del procedimiento. La bomba lobular rotativa de börger lleva la sangre desde un hueco en el recipiente hasta un tanque de almacenamiento o simplemente en otros casos la desechan a ríos o desagües, Los fluidos del cuerpo producen residuos orgánicos muy fuertes como resultado del procesamiento, como la sangre y el interior intestinal. La extracción, la matanza, el escaldado y/o la eliminación de la piel, la extirpación de los órganos internos, el lavado, el enfriamiento, el envasado y la limpieza son los principales pasos del sacrificio de ganado. La sangre animal es un subproducto de las plantas de procesamiento de carne que contiene proteínas de alto valor, así como una fuente potencial de productos biotecnológicos. La sangre contiene alrededor del 18% de proteínas, casi lo mismo que la carne grasa, y a veces se denomina proteína líquida, como se podría apreciar en las tablas 03 y 04; y en la figura 03 la cantidad de animales existentes y para consumo. (ALBURU, 2021)

Tabla 03. Población animal en el Perú

Especie	Cantidad de animales Perú	Cantidad de animales Ayacucho
Vacuno	4 459 300	302 900
Ovino	12 085 700	689 300
Aves de corral	72 014 100	300 100

Fuente: <https://bit.ly/36hnr7Y>

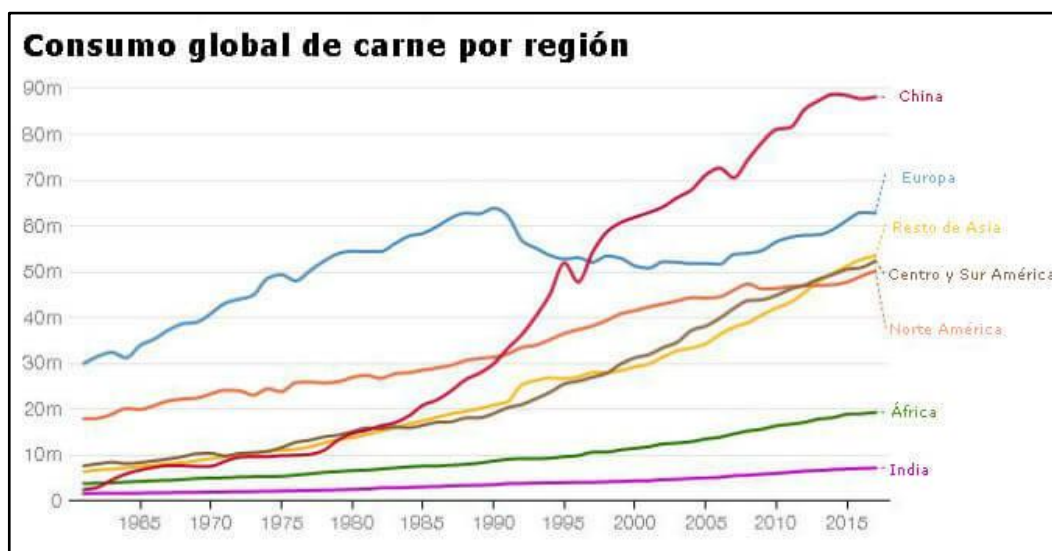


Figura 03. Cantidad de animales sacrificados a nivel mundial

Fuente: <https://bit.ly/3EbYKtf>

Tabla 04. Sacrificios en camales y mataderos según región, enero 2015

Región	Total	Beneficio de ganado		
		Vacuno	Ovino	Porcino
Total nacional	25 682,0	16 216,8	708,9	8 756,2
Amazonas	344,1	244,5	4,6	95,0
Ancash	383,1	298,3	38,6	46,2
Apurímac	258,7	194,6	12,4	51,6
Arequipa	3 521,7	1 896,6	90,6	1 534,4
Ayacucho	392,2	322,0	19,1	51,1
Cajamarca	889,4	518,4	74,9	296,1
Callao	2 264,6	640,1	-	1 624,6
Cusco	1 112,9	1 106,8	6,1	-
Huancavelica	46,2	18,8	16,1	11,4
Huánuco	341,3	231,8	31,2	78,3
Ica	613,9	432,5	3,0	178,4
Junín	398,2	302,8	38,3	57,1
La libertad	1 130,7	632,1	106,8	391,9
Lambayeque	938,7	696,2	33,9	208,6
Lima metropolitana	8 466,8	5 682,7	91,0	2 693,1
Lima	1 006,4	481,1	12,1	513,2
Loreto	316,8	158,4	1,4	157,1
Madre de Dios	127,0	127,0	-	-
Moquegua	198,7	158,1	2,0	38,6
Pasco	286,9	212,7	60,4	13,9
Piura	1 059,1	862,2	21,6	175,2
Puno	441,5	371,6	35,3	34,7
San martin	567,3	255,0	4,3	308,0
Tacna	323,3	183,9	1,7	137,7
Tumbes	63,5	49,2	3,5	10,7
Ucayali	189,1	139,5	0,2	49,5

Fuente: <https://bit.ly/3uM6V5y>

Subrasante

Es la superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte y relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento u afirmado. La subrasante viene a ser el soporte directo de la estructura del pavimento y forma parte del prisma de la carretera, que se construye entre el suelo natural allanado o plano y la estructura del pavimento. Si la subrasante posee mejor calidad mejor será la durabilidad de nuestro pavimento, los suelos se clasifican para la construcción de pavimentos a fin de predecir el rendimiento de la subrasante. La resistencia y el drenaje adecuado son las propiedades más importantes de los suelos debajo de los pavimentos. Los cambios en la resistencia o el volumen causados por la humedad, la resistencia a la congelación y las características de compactación son críticos para comprender y abordar para garantizar una buena construcción y una durabilidad a largo plazo del pavimento. Según se puede apreciar en la Figura 04 como parte de la estructura de un pavimento flexible. (Juarez Badillo, Eulalio y Rico Rodriguez, Alfonso, 1996)

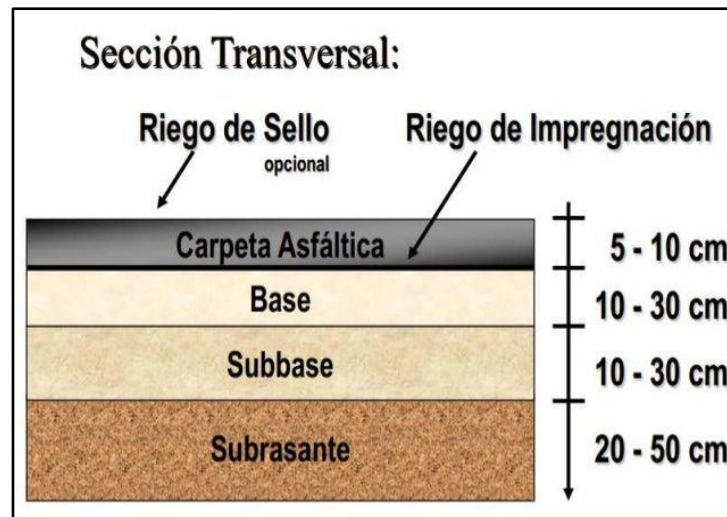


Figura 04. Estructura de cargas de pavimento flexible

Fuente: <https://bit.ly/37nBwNN>

Clasificación del tipo de suelo: Para la clasificación de los suelos tenemos, por ejemplo: “El sistema SUCS que clasifica los tipos de suelos dentro de ellos tenemos grava, arena, limo, arcilla. Así como este método hay varios métodos o maneras de clasificar, para nosotros poder clasificar es fundamental la granulometría de suelos y también los límites, Este método nos permite identificar los suelos a trabajar y agruparlos juntos en función de su comportamiento. En cuestión de la definición de AASHTO son de uso específico en las obras de vías, en específico para conducción de la subrasantes y taludes este está enfocado hacia la construcción pistas, carreteras, pavimentos, en general también se basa en clasificar los suelos en la fracción gruesa, fracción fina, pero este no ocupa el 50% como el sistema unificado de clasificaciones de suelo si no que este ocupa el 35% este también clasifica los suelos o los divide en gravas o arena, limo, arcilla”. En este método de clasificación, del suelo se cataloga en función de las características de plasticidad y el tamaño de las partículas del suelo. Las divisiones principales, sin embargo, incluyen tres categorías, a saber, los suelos de grano grueso, los suelos de grano fino y suelos consonantes los suelos francos son suelos que tienen proporciones aproximadamente, las principales divisiones del suelo de acuerdo con esta clasificación se han descrito brevemente a continuación. Como se podría sintetizar en la tabla 05

las dimensiones de las partículas por su sistema de clasificación. (SUCS, 1952)

Tabla 05. *Clasificación de suelos -Atterberg (sistema internacional)*

Clasificación de suelos	
Dimensiones de la partícula elemental mm	Atterberg (Sistema Internacional)
<0.001	Arcillas
<0.002	
0.005	Limos
0.01	
0.02	
0.05	
0.1	Arena Fina
0.25	
0.2	
0.5	
1.0	Arena gruesa
2.0	
3.0	
5.0	Grava fina
10.0	Grava media
20.0	Grava gruesa
>20.0	

Fuente: <https://bit.ly/3Ohgcu0>

Suelos finos

De acuerdo al convenio con el método unificado de codificación de suelos, el suelo es de grano delicado si más del 50 % del suelo pasa por un tamiz de 0,075 mm. El suelo de grano fino se clasifica además en plástico bajo (l) y plástico alto (h), esta subdivisión de los granulados finos se realiza en base a las características de plasticidad, el suelo fino significa cuyas partículas individuales no son visibles a simple vista, se dividió en dos partes: arcilla y limos, según muestra la figura 06. (Muelas Rodriguez, 2001)

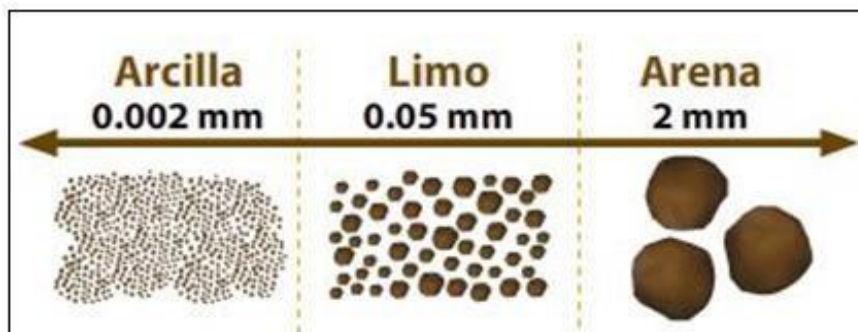


Figura 05. Textura de suelo fino

Fuente: <https://bit.ly/3xBxsUZ>

Suelo grueso

Según el sistema unificado de clasificación de suelos, el suelo es de grano grueso si más del 50 % del suelo se retiene en un tamiz de 0,075 mm. El suelo de grano grueso se clasifica además en grava (G) y arena (S), el suelo de grano grueso es grava si más del 50 % de las partículas gruesas se retienen en el tamiz de 4,75 mm; de lo contrario, es arena.

Arcillosos

La arcilla partículas de mínimo tamaño es superior con diámetro 0.005 mm. Son suelos aproximadamente impermeables sino muy tupidos en ausencia de agua. Dominan mucha materia orgánica. Se llama suelo franco a aquel que tiene a corta distancia la misma proporción de las tres clases de partículas minerales, Todos ellos se caracterizan por la presencia de uno o más minerales arcillosos, junto con cantidades variables de materiales orgánicos y detríticos, entre los que predomina el cuarzo. Los materiales arcillosos son plásticos cuando están húmedos y coherentes cuando están secos. (Juarez Badillo, Eulalio y Rico Rodriguez, Alfonso, 1996)

Limosos

Estas partículas del volumen medio, el limo, son las que influyen por ello, son suelos que no filtran el agua ágilmente, aguanta numeroso material orgánica, pero se compactan mucho al secarse, suelo que contiene no menos del 80 por ciento de limo y no más del 12 por ciento de arena. Sus características: son compactas sin llegar a serlo tiene una gran similitud a los

arcillosos se producen por sedimentación. Desventajas, no soportan peso y no son estables. Conclusión, el suelo limo se caracteriza por húmedo y frío, por que retiene agua durante bastante tiempo. (Juarez Badillo, Eulalio y Rico Rodriguez, Alfonso, 1996)

Sistema AASHTO de Clasificación de Suelo

El sistema AASHTO de clasificación de suelos fue desarrollado por la oficina de carreteras públicas de USA en 1920 para la clasificación de suelos para uso en subrasantes de carreteras fue revisado por AASHTO en 1945 en este sistema, el suelo se clasifica según las características de plasticidad y el tamaño de partícula del suelo. Este sistema clasifica el suelo en siete categorías principales. (Muelas Rodriguez, 2001)

Estudio de mecánica de suelos

Es una disciplina de la Ingeniería Civil que implica el estudio del suelo, su accionar y aplicación como material de ingeniería. La mecánica de suelos es la aplicación de las leyes de la mecánica y la hidráulica a problemas de ingeniería relacionados con sedimentos y otras acumulaciones no consolidadas de partículas sólidas, que se producen por la desintegración mecánica y química de las rocas, independientemente de que contengan o no una mezcla de constituyentes orgánicos. El suelo consiste en una agregación de partículas sólidas, agua y aire, esta composición fundamental da lugar a propiedades de ingeniería únicas, y la descripción de su comportamiento mecánico requiere algunos de los principios más clásicos de la ingeniería mecánica. (Muelas Rodriguez, 2001)

Análisis granulométrico (NTP 400.012:2018)

Partículas a un tamizado electrónico sin contacto, esta técnica permite obtener rápidamente las características granulométricas de una población. Estas características se expresan luego de acuerdo con las recomendaciones estándar de NF, la determinación en laboratorio de la granulometría del suelo según el método de tamizado y sedimentación, más concretamente el método de la pipeta (ISO 11277) (ISO, 1998) y la clasificación según las clases texturales USDA–FAO (FAO, 1990), es la más aceptada, método de

referencia. Las clases texturales de la fracción tierra fina (< 2 mm) se basan en las fracciones granulométricas de arcilla, limo y arena, que siguen los límites de 2, 63 y 2000 µm de diámetro esférico equivalente; como se puede apreciar en la figura 06 las condiciones granulométricas en una curva. (MTC, 2013)

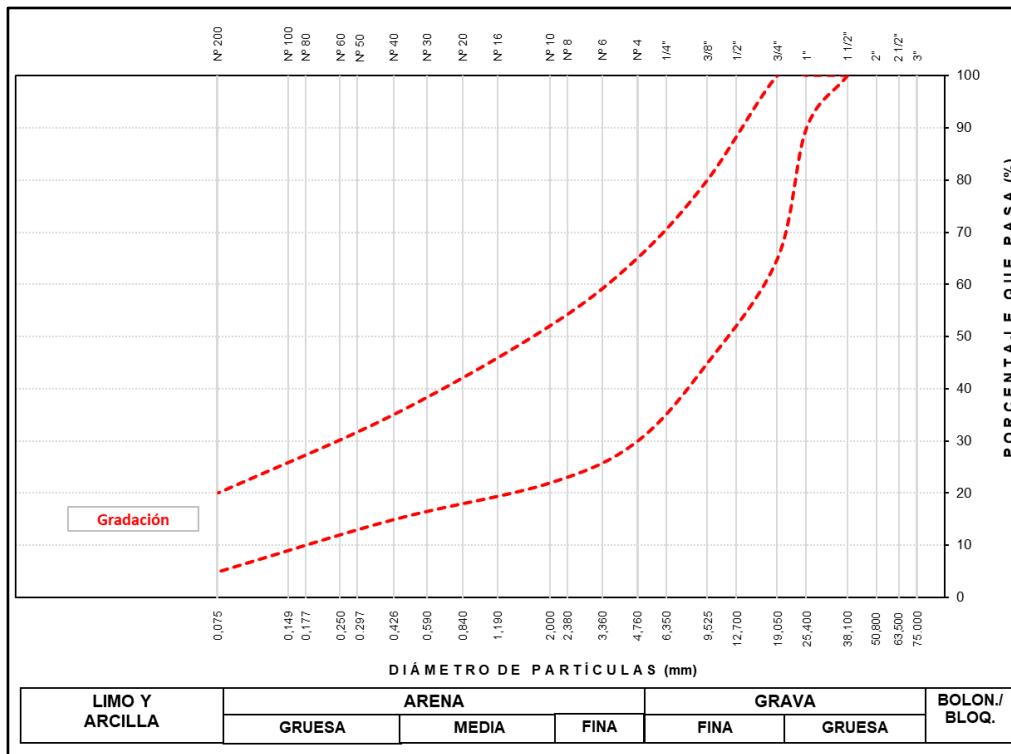


Figura 06. Análisis granulométrico del suelo

Fuente: Elaboración propia

Ensayo Proctor (NTP 339.142):

El ensayo de Proctor mide la compactación del suelo, para saber el punto donde los suelos se tienen la posibilidad de compactar de forma más eficaz usando equipos, en funcionalidad de su contenido de humedad óptimo y su peso seco máximo”, el objetivo de la prueba es simple: detectar el más óptimo contenido de humedad para un suelo dado, en el que alcanzará su más grande consistencia, antes de empezar un emprendimiento de suelo, se va a volver más densa y alcanzará su máxima consistencia seca como se expone en la figura; según se expresa en la figura 07 (MTC, 2013)

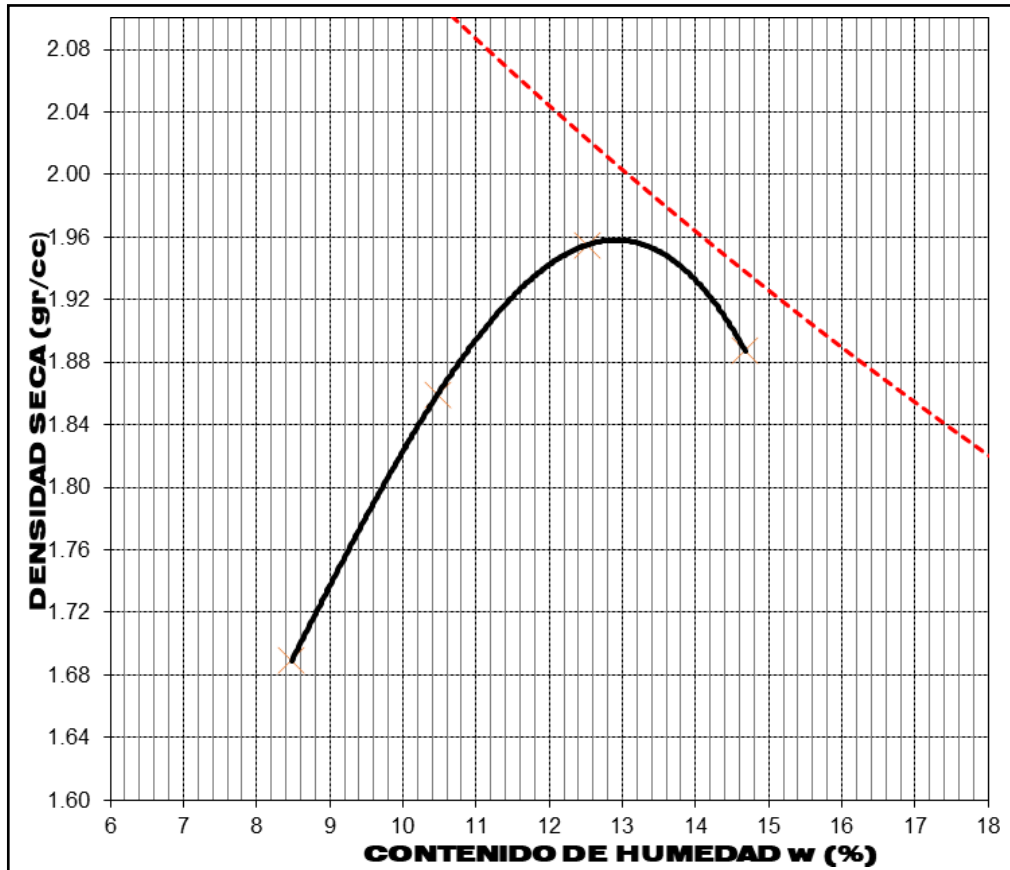


Figura 07. Curva de Proctor modificado y saturación

Fuente: Elaboración propia

Enfoques Conceptuales

La sangre de camal de residuo, es la sangre que se produce como residuo en un camal las dimensiones son las dosis que se aplicaran al suelo de subrasante limosa es la resistencia CBR que se mide en el suelo a través de cualquier método ya sea en laboratorio o in- situ, el CBR es un valor porcentual y sirve para el proyecto de la colocación del pavimento los suelos limosos suelen tener un CBR menor a 6%.

Densidad seca (tn/m³) (NTP 339.143)

En la compactación de suelos, el objetivo principal es mantener las partículas del suelo juntas, lo que conduce a mejorar la densidad seca del suelo. El suelo con máxima densidad seca es apto para los diversos fines constructivos, pero la máxima densidad seca del suelo a través de la compactación será posible con un contenido de humedad particular

llamado contenido de humedad óptimo, por lo tanto, la compactación depende puramente de la relación entre el contenido de humedad del suelo y su densidad seca, la densidad seca de un suelo es la relación entre la masa seca total del suelo y el volumen total del suelo. la densidad seca está relacionada con el grado de compactación de la masa del suelo, si el grado de compactación será mayor, entonces la densidad seca de esa masa de suelo será mayor. (MTC, 2013)

Contenido de humedad (%) (N.T.P 339.127)

El contenido de humedad correspondiente a la máxima densidad seca del suelo se denomina contenido de humedad óptimo". Si se agrega agua más allá del contenido de humedad óptimo, el agua ocupará el espacio extra ya que no hay volumen de aire y la densidad seca se reducirá este cambio en los valores de densidad seca con respecto al contenido de agua se muestra en la siguiente curva de compactación". (MTC, 2013)

CBR (%) (NTP 339,145)

La prueba de relación de carga de california es una prueba de penetración destinada a la evaluación de la resistencia de la subrasante de caminos y pavimentos. Los resultados obtenidos por estas pruebas se utilizan con las curvas empíricas para determinar el espesor del pavimento y las capas que lo componen, este uno de los métodos más empleados para el diseño de pavimentos flexibles". Esta hoja de instrucciones cubre el método de laboratorio para la determinación de CBR de muestras de suelo no perturbado y remodelado/compactado, tanto en estado empapado como no empapado. (MTC, 2013)

III.METODOLOGÍA

3.1 Tipo y Diseño de Investigación

Tipo de investigación

Según Borja (2012) el tipo aplicada se desalinea del conocimiento teórico, para adentrarse en la búsqueda de fines netamente prácticos bien establecidos, o sea, se estudia para poder desarrollar, cambiar o adaptar determinados ámbitos; estableciéndolos en prototipos de conocimiento y tecnología. (Borja, 2012)

Para la estabilización de subrasante con biorresiduos animales, se realizó 2 tipos ensayos de pruebas de resistencia.

Según este análisis, el tipo de investigación es: Aplicada.

Enfoque de investigación

Según Baena (2017) el enfoque cuantitativo se relaciona con la aplicación del diseño tal como fue recibido y/o elaborado, también se le puede decir que es de enfoque cuantitativo porque se basa en una investigación empírico-analista, basando sus estudios en números estadísticos. (Baena, 2017)

Para contrastar la hipótesis se usaron ensayos de resistencia, los mismos que fueron sometido a un análisis matemático y estadístico, para el cálculo adecuado.

Según este análisis, el enfoque de investigación es: Cuantitativo.

Diseño de la investigación

Según Valderrama (2013) el diseño experimental es aquel que para la determinación de la hipótesis se usarán ensayos y pruebas que se irán afinando de manera práctica, repetitiva y comparativa hasta encontrar o estimar los valores buscados, pero además los grupos de estudio no serán tomados en forma aleatoria, sino que se obtendrán según el cumplimiento de determinados parámetros, además de usar explícitamente 2 variables. (Santiago, 2013)

El diseño indica el uso de dos variables de biorresiduos de animal en proporciones que variaron para la estabilización de las subrasantes.

Por lo tanto, el diseño de la investigación será: Experimental.

$$G_c(a): Y_1 \rightarrow X \rightarrow Y_2$$

$$G_e(a): Y_3 \rightarrow X' \rightarrow Y_4$$

Dónde:

Ge: Grupo experimental, recibe tratamiento. Incorporación de biorresiduos animales
Gc: Grupo control, no intervención / tratamiento tradicional, sin incorporar biorresiduos animales

X: Variable independiente/tratamiento

X': No intervención/tratamiento normal

Y1, Y3: Preprueba

Y2, Y4: Posprueba

Nivel de investigación

Según (Cata, 2018) en el nivel explicativo las investigaciones responden a la interrogante del ¿Por qué? Por lo tanto, la realidad del objeto de indagación. Son fuentes que plantean hipótesis que mediante la relación de variables los problemas con la realidad problemática, plantean propuesta de descripción al problema causal luego tendrán que ser desarrolladas. (Cata, 2018)

Para la estabilización de subrasantes con biorresiduos se efectuó el porqué de la variante de los resultados por cada tipo de ensayos a realizar.

Por lo tanto, el trabajo de investigación corresponde al nivel Correlacional.

Método de la Investigación

Según el método científico, los valores numéricos son necesarios para contrastar la hipótesis, para esta investigación, estos valores se obtendrán con los ensayos que se realizarán en el laboratorio. (Ruiz, 2007)

El tipo de método utilizado en la investigación es: Científico.

3.2 Variables y Operacionalización

Propiedad que tiene una variación que puede medirse u observarse. (Hernández, 2014)

Variable Independiente: Biorresiduos animales.

Definición Conceptual: Es el subproducto líquido principal que se obtiene del sacrificio de los animales. (Zhang, 2021)

Definición Operacional: Se realizó un análisis cuantitativo para conocer sus características y beneficios, al momento de emplearlos en vías de transporte.

Variable Dependiente: Subrasante

Definición Conceptual: Es una capa de suelo natural que tiene que soportar las cargas que transmite la estructura del pavimento. (Menéndez, 2012)

Definición Operacional: Se analizaron los efectos del CBR y la compresión simple de los suelos finos, para conocer su comportamiento físico y mecánico, calificar su condición y evaluar su calidad.

Como se puede apreciar con mayor detalle en el anexo 02.

3.3 Población, Muestra y muestreo

Población

“Una población de investigación también se conoce como una colección bien definida de individuos u objetos que se sabe que tienen características similares. Todos los individuos u objetos dentro de una determinada población suelen tener una característica o rasgo común y vinculante”. (Gonzales Raisirys y Salazar franciris, 2008)

Como un contexto que conforma un conjunto de elementos estudiados en el cual son válidas las conclusiones de nuestra investigación, la población solo recolecta elementos o datos de interés para nuestra investigación, el problema interrogativo lo hace con referencia a la población.

La población está compuesta por la sub rasante de la vía Huamanga – Qorihuillca que se ensayó según el CBR no sumergido (%) y resistencia a la simple (Kg/cm²) en combinaciones con sangre animal proveniente de camales.

Muestra

Tenemos como objetivo hacer un listado detallado y actualizada de unidades o elementos que compone el universo que quiere estudiar. La muestra detalla las especificaciones e instrucciones para identificar la población meta.

La muestra en conjunto donde obtuvimos, de la población, para realizar la examinación de la muestra en un fenómeno estadístico, son vías transitables, que no logran las características exactas de una calzada, que se trabaja con la norma CE-010 Pavimentos urbanos, proveniente de 3 calicatas de la vía Huamanga –Qorihuillca, con ensayos de caracterización, compactación y resistencia.

Muestreo

El tipo de muestreo es no probabilístico pues se seleccionará las muestras por conveniencia. Antes de decir el uso que se dara al suelo, fue necesario conocer sus condiciones y características. Por ello, el análisis de suelo es la mejor guía para el diagnóstico de sus condiciones, lo que permitió una mejor planificación de las actividades y manejo, ajustando los insumos de producción.

3.4 Técnicas e Instrumento de Recolección de Datos

Técnicas de investigación

Los métodos de investigación son procedimientos específicos para recaudar y analizar datos, desarrollar los métodos de investigación es una parte integral de su diseño de investigación, que al planificarlos hay dos decisiones clave que se debe tomar. Primero, decidir cómo recopilar los datos, sus métodos dependen del tipo de datos que necesita para responder. (Fridias, 2012)

En esta investigación se empleó la recopilación de datos y la observación directa ya que se trabajó en la zona a investigar, y el diseño es cuasiexperimental.

Instrumentos de recolección de datos

Un instrumento que tenga mejor precisión y exactitud es aquel que apunta toda la data observada y describe el objetivo de la investigación planteada. Los instrumentos empleados en la técnica de recolección son: Fichas de observación de cada ensayo.

Validez

“Consiste en asegurar que el resultado sea resultado de la variable independiente y no sea de otras circunstancias que puedan intervenir y estas deben de controlarse” (Vara Horna, 2012)

El presente trabajo se realizó con las normas técnicas peruanas (NTP 339.128) y el ASTM D-6913, para el ensayo de Análisis granulométrico. (NTP 339.129) y el ASTM D-4318, para el ensayo de Limites de consistencia, (NTP 339.141) y el ASTM D-1557, para el ensayo de Proctor modificado, (NTP 339.145) el ASTM D-1883, para el ensayo CBR y ASTM D-1883 para el ensayo de Compresión simple; bajo estas normas se validará el presente trabajo. Los ensayos se realizarán en un laboratorio con certificación ISO 9001 2015.

Confiabilidad

De manera Frecuente los investigadores necesitan tener la seguridad sobre el instrumento que emplean para extraer cierta información de cualquier fenómeno, y poder medir lo que realmente quieren medir y que sea coherente. La confiabilidad en esta presente investigación se dió por los laboratorios donde se realizaron los ensayos, los mismos que fueron asesorados y sometidos ala validez de las normas ASTM, MTC Y NTP. A continuación , se muestra en la tabla 06 los rangos permitidos por el juicio de 3 expertos en función a la calificación del grado de validez como se muestra a más detalle en el anexo04.

Tabla 06. Rango de validez para instrumentos de recolección de datos

Rango	Confiabilidad
0.81 a 1.00	Muy alta
0.61 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a 0.20	Muy baja

Fuente: <https://bit.ly/3MC6kcX>

3.5. Procedimiento

Como primer paso, se realizó el plan de exploración en la vía que conecta Huamanga con Qorihuillca. La muestra en conjunto de donde obtendremos la población para realizar la examinación de la muestra en un fenómeno estadístico, de ahí se hará un transporte de los materiales al laboratorio donde realizaremos la clasificación de muestras, después se ejecutará la experimentación dentro de ello está la dosificación, mezclado y homogenización, vertido y compactación, eyección, fraguado, secado según se explica en la figura 08. Los biorresiduos, que es la sangre se adquirirán en el camal municipal de San Juan – Ayacucho; se muestra la ubicación satelital en la figura 09.

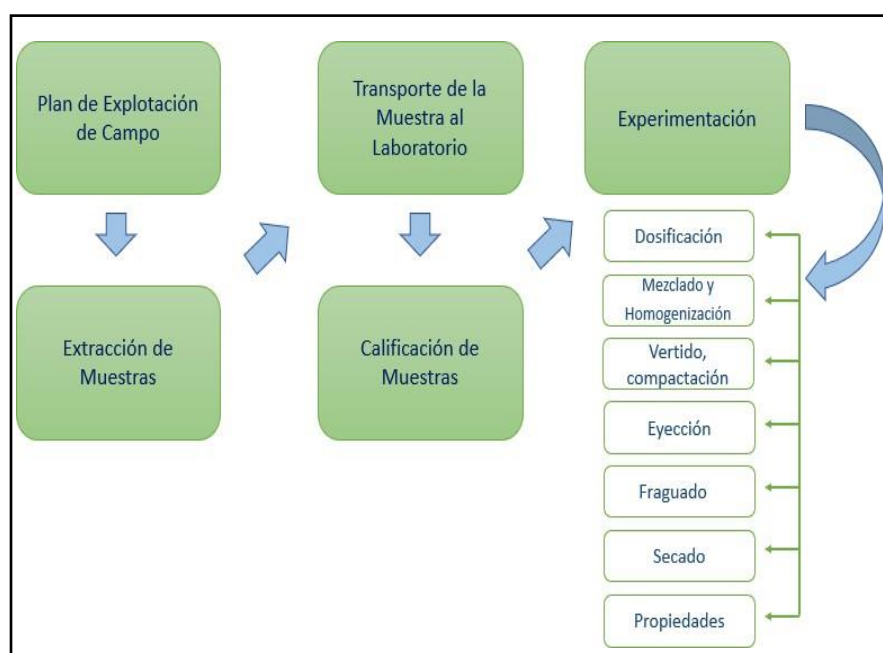


Figura 08. Procedimiento de desarrollo

Fuente: Elaboración propia

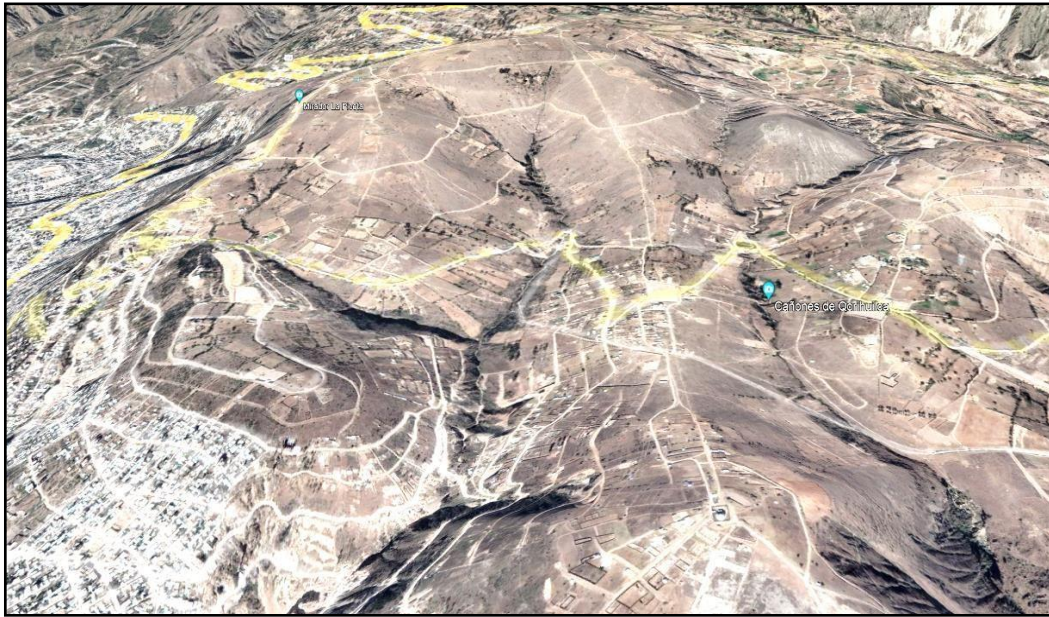


Figura 09. Imagen satelital de la zona donde se esta la investigación

Fuente: Google Earth.

3.6. Método de análisis de datos

En este apartado se describen las diferentes operaciones que se efectuaron sobre los datos obtenidos: Clasificación, registro, tabulación y codificación.

En este trabajo de investigación se usó la metodología inductiva en razón que se realizaron trabajos en campo donde aplicamos la observación directa por consiguiente nos permitió visualizar cada prueba de la subrasante; éstas dan las bases para nuestra conclusión en la cual interpretamos los resultados de laboratorio, mediante las cuales también empleamos apuntes correspondientes respecto a la variable independiente.

3.7. Aspectos éticos

La investigación estará sometido al código de ética de la universidad; en tanto al rigor científico (Art. 7 Código ética UCV) se evaluó los efectos de adición de biorresiduos al suelo fino en el mejoramiento de sus características mecánicas. Los expertos en tema del suelo y pavimentos realizaron las pruebas en el laboratorio de CASAGRANDE SAC en la ciudad de Ayacucho, donde se recogieron los datos de acuerdo con las normas nacionales NTP y las normas internacionales de ASTM, bajo la supervisión y conformidad de los ingenieros consultores. La calidad de los datos recogidos y la aprobación de la prueba se

revisarán por el ingeniero consultor y asesor. Los ingenieros y técnicos supervisarán el procesamiento de datos, garantizando que los datos sean coherentes y que los resultados sean confiables. Los resultados del estudio se utilizaron para sacar las conclusiones y plantear las recomendaciones para futuras investigaciones. En las distintas etapas del proceso de investigación se consideraron las opiniones y observaciones del ingeniero consultor. En tanto a la investigación con animales (Art. 11 Código ética UCV), se evitó el contacto con los mismos pues la sangre obtenida de los mismos se solicitó a los responsables del camal y se les exigió que cumplan con los reglamentos nacionales. En tanto a las políticas antiplagio y derechos de autoría (Art. 15-16 Código ética UCV), se cumplió fielmente la exigencia de la universidad para un buen desarrollo de la investigación la misma que busca contribuir con futuras investigaciones y con la sociedad objetivo. En tanto a otros principios y valores, existió el compromiso de desarrollar la investigación cumpliendo los códigos de ética de la universidad y normas nacionales con enfoque en el mismo tema.

IV.RESULTADOS

Para demostrar el efecto de la incorporación de biorresiduos animales en las propiedades físicas y mecánicas de la sub rasante se realizó 3 calicatas las cuales fueron evaluadas a través de los diferentes ensayos: Granulometría, límites de Atterberg, Proctor modificado, resistencia a la compresión simple, los cuales se presentan a continuación.

Calicata N°1

Tabla 07. Ensayos realizados en la calicata N°1 (km 1+750)

ENSAYOS							
LÍMITES DE ATTERBERG			CLASIFICACIÓN DE SUELOS			PROCTOR MODIFICADO	
Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad	SUCS	AASHTO	NOMBRE	Óptimo contenido de humedad	Máxima densidad seca
32.00%	21.80%	10.10%	CL	A-6(3)	Arcilla ligera arenosa	20.40%	1.634 tn/m ³
California Bearing Ratio					7.7%		
Resistencia a la compresión simple					13.6 kg/cm ²		

Fuente. Elaboración propia

Calicata N°2

Tabla 08. Ensayos realizados en la calicata N°2 (km 3+250)

ENSAYOS							
LÍMITES DE ATTERBERG			CLASIFICACIÓN DE SUELOS			PROCTOR MODIFICADO	
Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad	SUCS	AASHTO	NOMBRE	Óptimo contenido de humedad	Máxima densidad seca
36.50%	22.20%	14.20%	SC	A-6(2)	Arena arcillosa con grava	17.00%	1.714 Tn/m ³
California Bearing Ratio					9.9%		
Resistencia a la compresión simple					15.2 kg/cm ²		

Fuente. Elaboración propia

Calicata N°3

Tabla 09. Ensayos Realizados en la calicata N°3 (km 4+500)

ENSAYOS							
LÍMITES DE ATTERBERG			CLASIFICACIÓN DE SUELOS			PROCTOR MODIFICADO	
Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad	SUCS	AASHTO	NOMBRE	Óptimo contenido de humedad	Máxima densidad seca
42.90%	23.80%	19.00%	CL	A-7-6(12)	Arcilla ligera arenosa	20.80%	1.590 Tn/m ³
California Bearing Ratio					2.8%		
Resistencia a la compresión simple					2.40 kg/cm ²		

Fuente. Elaboración propia

• **Índice de plasticidad**

Tabla 10. Límites de Atterberg con y sin incorporación de BRA

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	PROGRESIVA	LL (%)	LP (%)	IP (%)
1	Muestra+0.0% de BRA C-1	1+750	32.00	21.80	10.10
2	Muestra+0.0% de BRA C-2	3+250	36.50	22.20	14.20
3	Muestra+0.0% de BRA C-3	4+500	42.90	23.80	19.00
PROMEDIO			37.13	22.60	14.43
4	Muestra+2.0% de BRA C-3	4+500	42.90	23.80	19.00
5	Muestra+4.0% de BRA C-3	4+500	42.90	23.80	19.00
6	Muestra+6.0% de BRA C-3	4+500	42.90	23.80	19.00
7	Muestra+8.0% de BRA C-3	4+500	42.90	23.80	19.00

Fuente. Elaboración propia

NOTA: *BRA: Biorresiduos de animales

De acuerdo a los datos visualizados en la tabla N°10, se puede apreciar que la muestra (Extraída del terreno natural) sin la incorporación de BRA cuenta con un índice de plasticidad natural (IP) del 14.43%, el cual de acuerdo a la clasificación de suelos según índice de plasticidad del manual de carreteras geología, geotecnia y pavimentos sección suelos y pavimentos R.D. N° 10 – 2014 – MTC/14, se categoriza como un suelo de plasticidad media (suelos arcillosos) ya que se encuentra entre los siguientes valores de $IP \leq 20$ A $IP > 7$. En tanto al aplicar diferentes dosificaciones de Biorresiduos de animales (BRA) en la calicata N°3, se obtuvo el siguiente resultado:

La incorporación del 0%, 2%,4%,6% y 8% de BRA no altera los valores iniciales referente al índice plástico.

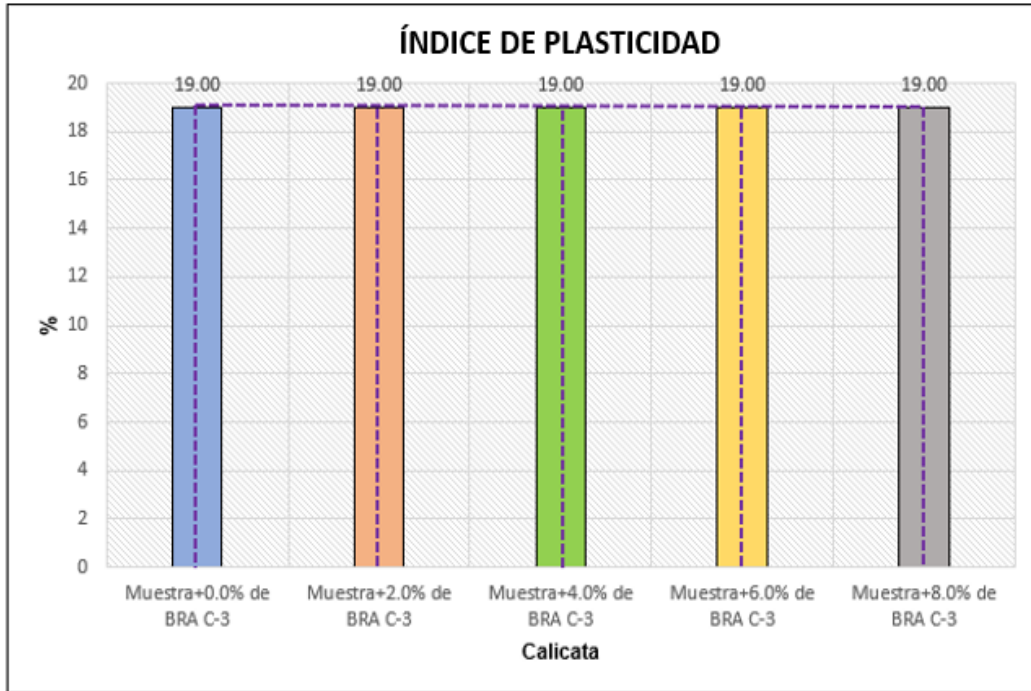


Figura 10. Gráfico de índice de plasticidad

Fuente. Elaboración propia

• Grado de compactación

Tabla 11. Proctor modificado con y sin incorporación de BRA

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	PROGRESIVA	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) OCH	MÁXIMA DENSIDAD SECA (tn/m ³) MDS
1	Muestra+0.0% de BRA C-1	1+750	20.40	1.634
2	Muestra+0.0% de BRA C-2	3+250	17.00	1.714
3	Muestra+0.0% de BRA C-3	4+500	20.80	1.590
PROMEDIO			19.40	1.646
4	Muestra+2.0% de BRA C-3	4+500	21.40	1.571
5	Muestra+4.0% de BRA C-3	4+500	24.40	1.492
6	Muestra+6.0% de BRA C-3	4+500	26.30	1.469
7	Muestra+8.0% de BRA C-3	4+500	29.90	1.403
PROMEDIO			25.50	1.484

Fuente. Elaboración propia

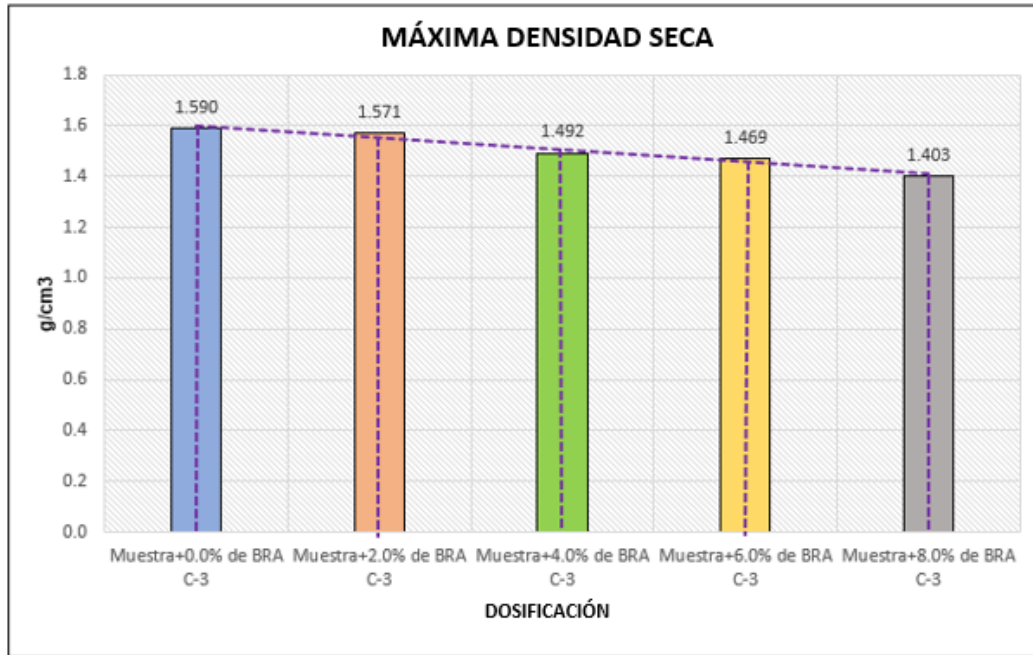


Figura 11. Gráfico de máxima densidad seca
Fuente. Elaboración propia

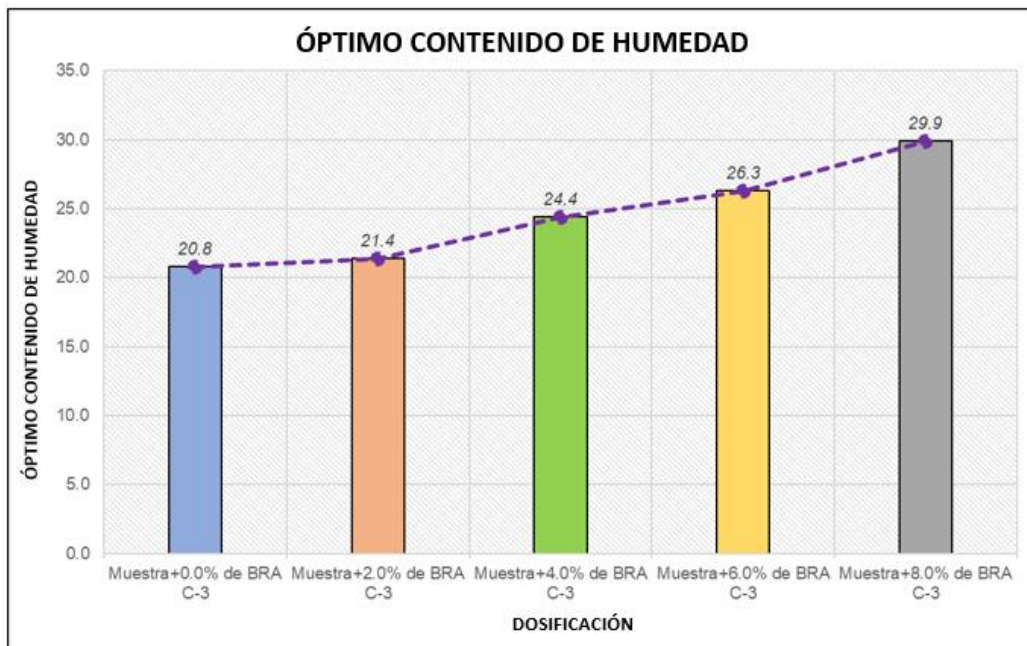


Figura 12. Gráfico de Óptimo contenido de humedad
Fuente. Elaboración propia

De acuerdo a los datos visualizados en la tabla N°11, se puede apreciar que el terreno natural cuenta con una MDS del 1.646% promedio. En tanto al aplicar diferentes dosificaciones de Biorresiduos de animales (BRA), se obtuvo óptimos resultados, teniendo primeramente la incorporación del 2% BRA la

cual reflejo un descenso de la máxima densidad seca en un 4.56%, así mismo este valor se vio reflejado con la aplicación del 4% de BRA en el terreno natural, ya que se tendió un descenso de la máxima densidad seca en un 9.36%, de manera similar con la incorporación del 6% de BRA en el terreno natural se vio un descenso de la máxima densidad seca en un 10.75%, finalmente al aplicar el 8% de BRA se vio reflejado en un descenso considerable de la propiedad MDS siendo este del 14.76%, por lo cual la influencia que origina los Biorresiduos de animales disminuye la MDS, siendo la más influyente el 8% de BRA. Sin embargo el óptimo contenido de acuerdo a los valores mostrados en el Tabla N°11 y la figura 11 el suelo patrón poseía un valor promedio del óptimo contenido de humedad es de 19.40%, sin embargo, el óptimo contenido de humedad aumentaba con la adición de biorresiduo animal, donde se resalta la dosificación del 8%, debido a que con esta dosificación la subrasante incremento el óptimo contenido de humedad en un 54.12% llegando a tener un valor de 29.90.

• **Capacidad de resistencia u soporte (CBR)**

Tabla 12. CBR con y sin incorporación de BRA

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	PROGRESIVA	CBR (95%)	CBR (100%)
1	Muestra+0.0% de BRA C-1	1+750	5.5%	7.5%
2	Muestra+0.0% de BRA C-2	3+250	7.5%	9.9%
3	Muestra+0.0% de BRA C-3	4+500	2.5%	2.8%
PROMEDIO			5.17%	6.73%
4	Muestra+2.0% de BRA C-3	4+500	10.0%	7.6%
5	Muestra+4.0% de BRA C-3	4+500	14.6%	12.5%
6	Muestra+6.0% de BRA C-3	4+500	19.7%	17.2%
7	Muestra+8.0% de BRA C-3	4+500	14.8%	14.3%
PROMEDIO			14.78%	12.90

Fuente. Elaboración propia

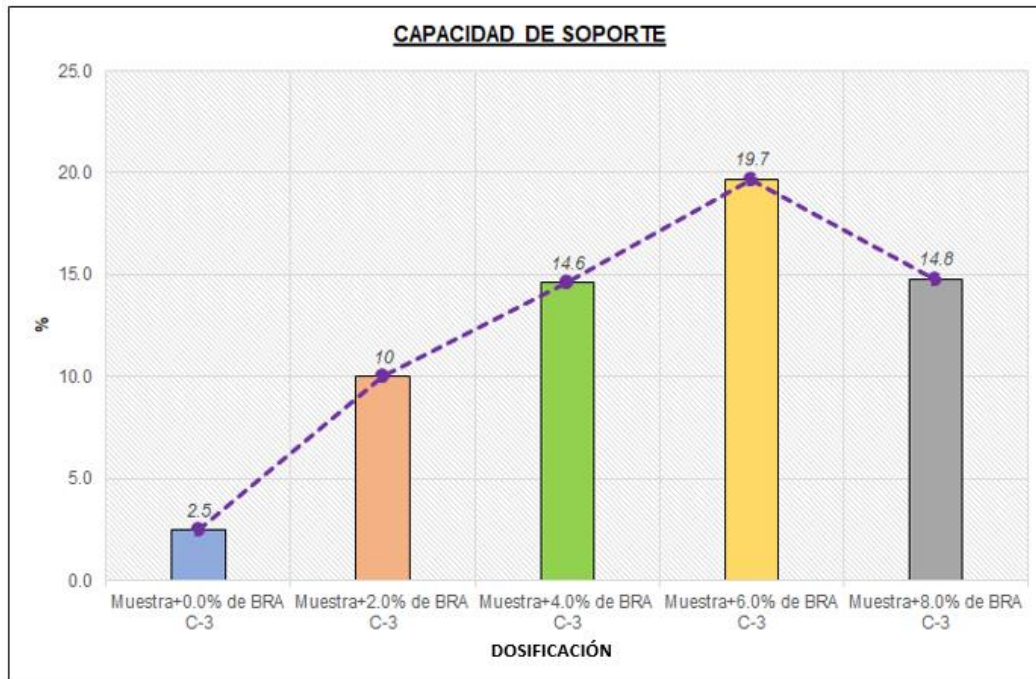


Figura 13. Gráfico de CBR al 95% de la MDS

Fuente. Elaboración propia

De acuerdo a los datos visualizados en la tabla N°12, se puede apreciar que el terreno natural cuenta con un CBR al 95% del 5.17% (Promedio), el cual de acuerdo al cuadro de categorías de subrasante del manual de carreteras geología, geotecnia y pavimentos sección suelos y pavimentos R.D. N° 10 – 2014 – MTC/14, se categoriza como una subrasante insuficiente ya que se encuentra entre los siguientes valores de $CBR \geq 3\%$ A $CBR < 6\%$, por lo cual es ineficiente para la óptima conformación de una subrasante, debido a que el valor mínimo para la conformación de una subrasante es contener un CBR al 95% de la MDS mayor al 6%. En tanto al aplicar diferentes dosificaciones de Biorresiduos de animales (BRA) para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante, se obtuvo óptimos resultados, teniendo primeramente la incorporación del 2% de BRA, la cual reflejo un incremento del CBR al 95% de la MDS en un 93.55%, categorizando una subrasante regular debido a que se encuentra entre los rangos de $CBR \geq 6\%$ A $CBR < 10\%$, así mismo esto se vio reflejado con la aplicación del 4% de BRA en el terreno natural, ya que se tendió un aumento de la capacidad de soporte en un 116.83%, así mismo esto se vio reflejado con la aplicación del 6% de BRA en el terreno natural, ya que se tendió un aumento de la capacidad de soporte en un 192.57%, finalmente al aplicar el 8% de BRA se vio reflejado en un

incremento en menor medida de la propiedad CBR siendo este del 119.80%, por lo cual la influencia que origina los biorresiduos de animales mejora la propiedad mecánica y por ende la capacidad de soporte significativamente, siendo la más óptima el 6% de BRA.

• **Capacidad de resistencia a la compresión simple**

Tabla 13. Resistencia a la compresión con y sin incorporación de BRA

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	PROGRESIVA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Kg/cm2
1	Muestra+0.0% de BRA C-1	1+750	13.6
2	Muestra+0.0% de BRA C-2	3+250	15.2
3	Muestra+0.0% de BRA C-3	4+500	2.4
PROMEDIO			10.4
4	Muestra+2.0% de BRA C-3	4+500	7.4
5	Muestra+4.0% de BRA C-3	4+500	17.1
6	Muestra+6.0% de BRA C-3	4+500	28.8
7	Muestra+8.0% de BRA C-3	4+500	20.9
PROMEDIO			18.55

Fuente. Elaboración propia



Figura 14. Gráfico de resistencia a la compresión

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los datos visualizados en la tabla N°13, se puede apreciar que el terreno natural cuenta con una resistencia a la compresión 10.4 kg/cm2 (Promedio), el cual de acuerdo al cuadro de categorías de subrasante del manual de carreteras geología, geotecnia y pavimentos sección suelos y

pavimentos R.D. N° 10 – 2014 – MTC/14, se categoriza como una subrasante insuficiente ya que se encuentra entre los siguientes valores de $15 \geq f'c < 30$, por lo cual es ineficiente para la óptima conformación de una subrasante. En tanto al aplicar diferentes dosificaciones de Biorresiduos de animales (BRA) para mejorar las propiedades mecánicas de la subrasante, se obtuvo óptimos resultados, teniendo primeramente la incorporación del 2% de BRA, la cual reflejo un incremento de la resistencia a la compresión del 308% en la muestra de la calicata N°3, así mismo esto se vio reflejado con la aplicación del 4% de BRA en el terreno natural, ya que se tendió un aumento de la resistencia a la compresión en 712.5%, así mismo esto se vio reflejado con la aplicación del 6% de BRA en el terreno natural, ya que se tendió un aumento de la resistencia a la compresión en 1200%, finalmente al aplicar el 8% de BRA se vio un incremento pero en menor porcentaje 870%, por lo cual la influencia que origina los biorresiduos de animales mejora la propiedad mecánica y por ende la resistencia a la compresión simple, siendo la más óptima el 6% de BRA.

Prueba Hipótesis

Para la demostración de la hipótesis planteadas, sólo se contrastaran la dosificación de Biorresiduos de animales en las características físicas y mecánicas de la subrasante para la muestra 3 (Calicata N°3), para lo cual en primer lugar se analizaron las muestras con la finalidad de determinar si presentan una distribución normal, empleando el software estadístico Minitab, conociendo estos datos se procedió a determinar el estadístico de prueba que se utilizara para la contratación de la hipótesis, T student (si tiene normalidad y las variables son cuantitativas).

Prueba de hipótesis para las características físicas de la subrasante.

Prueba hipótesis específica 1: Límites de consistencia

$H_0: \bar{x} = \mu$ La incorporación de 2%, 4%, 6% y 8% de biorresiduos animales no modifica los límites de consistencia de la sub rasante.

$H_1: \bar{x} > \mu$ La incorporación de 2%, 4%, 6% y 8% de biorresiduos animales modifica los límites de consistencia de la sub rasante.

a) Prueba de normalidad

- Nivel de significancia de: $\alpha=5\%$ (0.05)
- Estadístico de prueba
- Se utilizó la prueba estadística es Kolmogorov-Smirnov ya que esta se utiliza para muestras ($n<30$)
- Regla de decisión

Si $p\text{-valor}\leq 0.05$... Se rechaza la hipótesis nula

Si $p\text{-valor}>0.05$... Se acepta la hipótesis nula

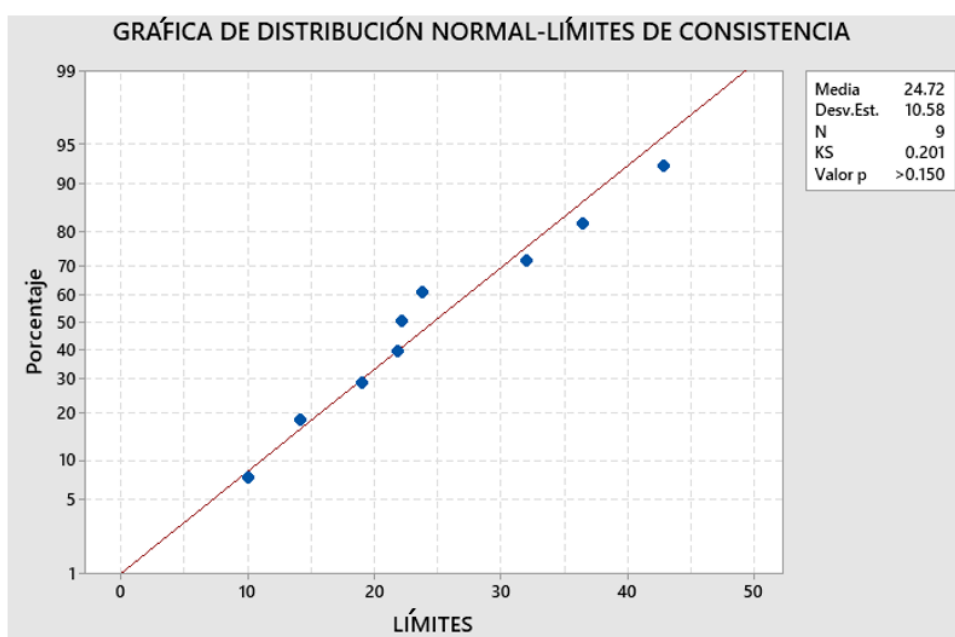


Figura 15. Prueba de normalidad para límite de consistencia-Minitab

Fuente. Elaboración propia

b) Conclusión

Como el valor de $p>0.150$ entonces, los datos de límites de consistencia presentan normalidad con un nivel de significancia de 5%.

Contrastación de la hipótesis

Ya que la prueba de normalidad demostró que la muestra sigue una distribución normal para los datos de límites de consistencia y las variables son cuantitativas continuas, se medirá el grado de asociación o influencia de la adición de Biorresiduos de animales en la subrasante mediante el estadístico de prueba de "T student".

i. Se realizó el planteamiento de la hipótesis nula y alternativa

$H_0: \bar{x} = \mu$ La incorporación de 2%, 4%, 6% y 8% de biorresiduos animales no modifica los límites de consistencia de la sub rasante.

$H_1: \bar{x} > \mu$ La incorporación de 2%, 4%, 6% y 8% de biorresiduos animales modifica los límites de consistencia de la sub rasante.

Dónde:

H_0 : hipótesis nula

H_1 : hipótesis alternativa

ii. Nivel de significancia de: $\alpha=5\%$ (0.05)

iii. Estadístico de prueba.

Se utilizó la prueba de T student

iv. Cálculo del punto crítico.

En este paso usaremos el software Minitab que nos ayudó a calcular el punto crítico, este software requiere de dos datos los cuales son:

Grados de libertad = $n-1$ $gl=3-1$ $gl=2$

Nivel de significancia $\alpha=0.05$

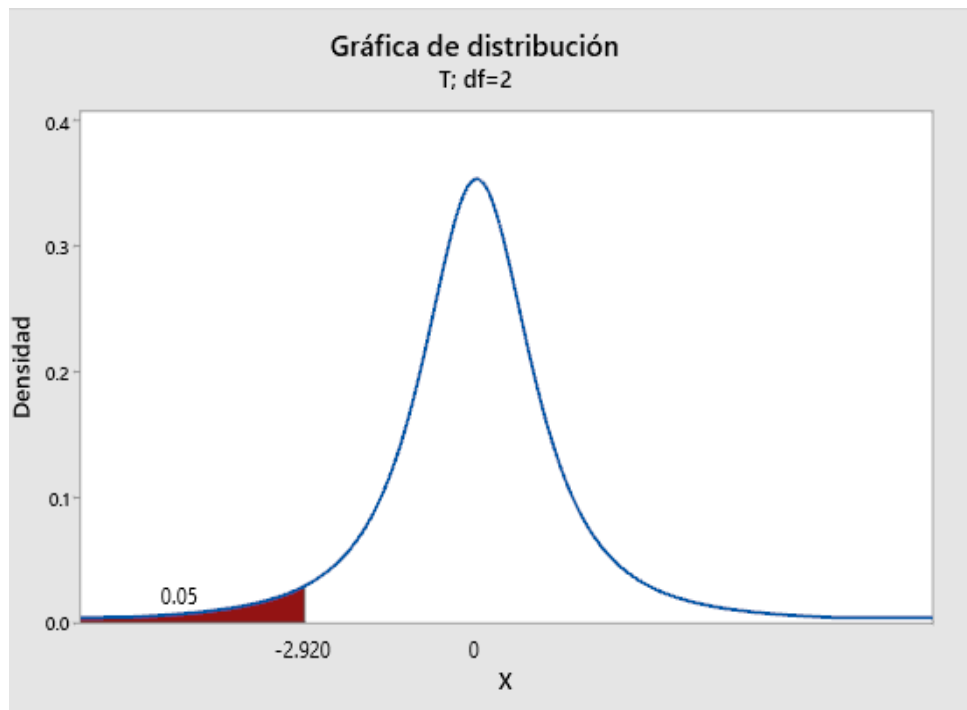


Figura 16. Punto crítico de la hipótesis 1

Fuente. Elaboración propia

v. Estadístico de prueba

Para esta tesis será el (t de student) por que estas se realizan para muestras menores o iguales a 30, son hipótesis sobre media muestral y de variable cuantitativa.

Para este cálculo usaremos la siguiente ecuación:

$$t = \frac{\bar{x} - u}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

Dónde:

t = t de student calculado.

\bar{x} = media muestral

u = valor de SN sin alterar

S = desviación estándar

n = número de muestras

En la tabla siguiente se muestra los resultados que nos ayudaran a calcular el T de student.

Tabla 14. Cálculos previos al t de student para la hipótesis 1.

DESCRIPCIÓN		LÍMITE DE CONSISTENCIA			PROM.	MEDIA MUESTRAL	DESV. EST.	NÚMERO DE MUESTRAS
		LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE PLÁSTICO				
GRUPO DE CONTROL	Muestra+0.0% de BRA C-3	42.90	23.80	19.00	28.6	28.57	-	1
GRUPO DE EXPERIMENT.	Muestra+2.0% de BRA C-3	42.90	23.80	19.00	28.6	28.57	10.78	4
	Muestra+4.0% de BRA C-3	42.90	23.80	19.00	28.6			
	Muestra+6.0% de BRA C-3	42.90	23.80	19.00	28.6			
	Muestra+8.0% de BRA C-3	42.90	23.80	19.00	28.6			

Fuente. Elaboración propia

Reemplazando datos en la ecuación anterior:

$$t = \frac{28.57 - 28.57}{\frac{10.78}{\sqrt{4}}}$$

Obtenemos un t calculado de: 0

Ahora procedemos a insertar nuestro t calculado

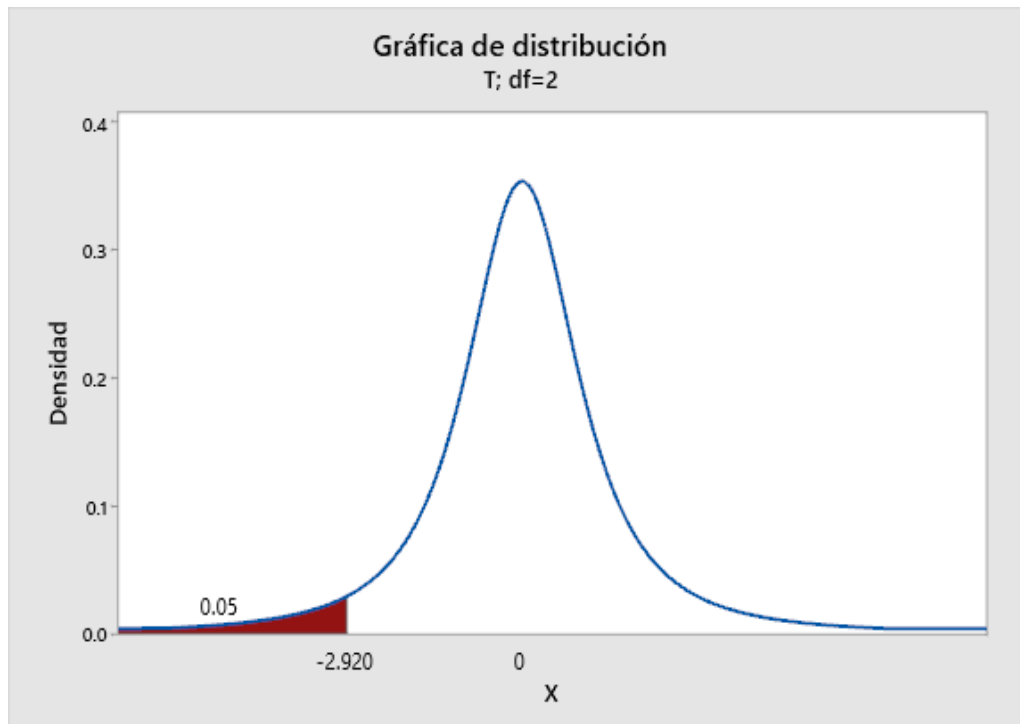


Figura 17. Punto crítico de la hipótesis 1 con el t calculado.

Fuente. Elaboración propia

vi. Toma de decisiones.

Dado que el valor de nuestro t calculado pertenece a la zona de aceptación, la hipótesis nula planteada se acepta: “La incorporación de 2%, 4%, 6% y 8% de biorresiduos animales no modifica los límites de consistencia de la sub rasante”

Prueba hipótesis específica 2: Máxima densidad Seca (MDS)

$H_0: \bar{x} = \mu$ La incorporación de 2%, 4%, 6% y 8% de biorresiduos animales no reducirá la máxima densidad seca (MDS) de la sub rasante.

$H_1: \bar{x} < \mu$ La incorporación de 2%, 4%, 6% y 8% de biorresiduos animales reducirá la máxima densidad seca (MDS) de la sub rasante.

a) Prueba de normalidad

- Nivel de significancia de: $\alpha=5\%$ (0.05)
- Estadístico de prueba
- Se utilizó la prueba estadística Kolmogorov-Smirnov ya que esta se utiliza para muestras ($n < 30$)

- Regla de decisión

Si $p\text{-valor} \leq 0.05$... Se rechaza la hipótesis nula

Si $p\text{-valor} > 0.05$... Se acepta la hipótesis nula

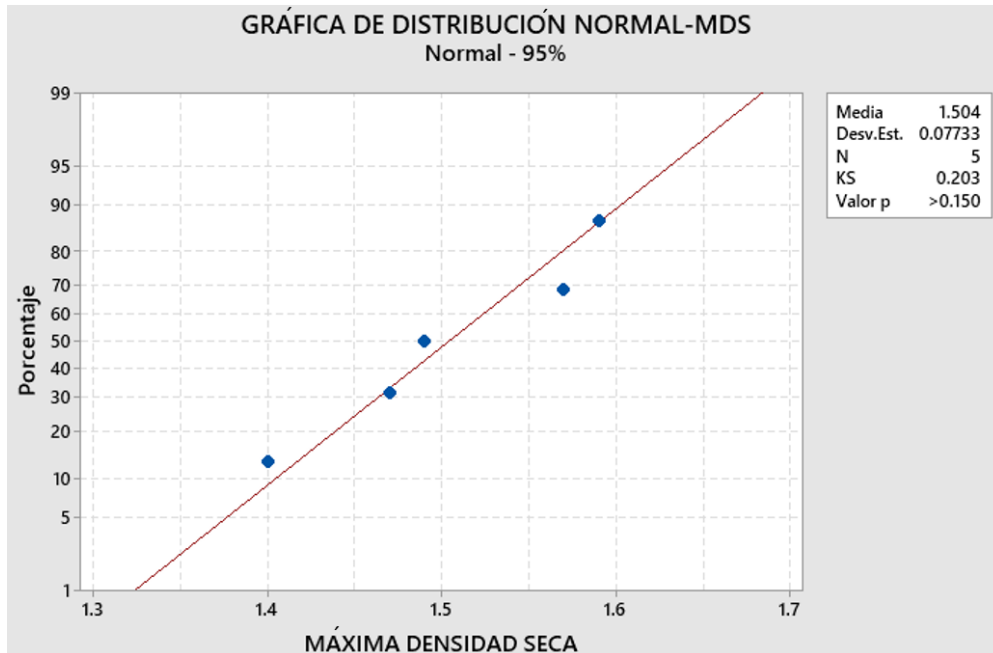


Figura 18. Prueba de normalidad-máxima densidad seca (MDS)-Minitab

Fuente. Elaboración propia

b) Conclusión

Los datos de máxima densidad seca (MDS) presentan normalidad con un nivel de significancia de 5%.

Contrastación de la hipótesis

Ya que la prueba de normalidad demostró que la muestra sigue una distribución normal para los datos de máxima densidad seca (MDS) y las variables son cuantitativas continuas, se medirá el grado de asociación o influencia de la adición de Biorresiduos de animales en la subrasante mediante el estadístico de prueba de "T student".

i. Se realizó el planteamiento de la hipótesis nula y alternativa

$H_0: \bar{x} = \mu$ La incorporación de 2%, 4%, 6% y 8% de biorresiduos animales no reducirá la máxima densidad seca (MDS) de la sub rasante.

$H_1: \bar{x} < \mu$ La incorporación de 2%, 4%, 6% y 8% de biorresiduos animales reducirá la máxima densidad seca (MDS) de la sub rasante.

Dónde:

H_0 : hipótesis nula

H_1 : hipótesis alternativa

ii. Nivel de significancia de: $\alpha=5\%$ (0.05)

iii. Estadístico de prueba.

Se utilizó la prueba de T student

iv. Cálculo del punto crítico.

En este paso usaremos el software Minitab que nos ayudó a calcular el punto crítico, este software requiere de dos datos los cuales son:

Grados de libertad = $n-1$ $gl=3-1$ $gl=2$

Nivel de significancia $\alpha=0.05$

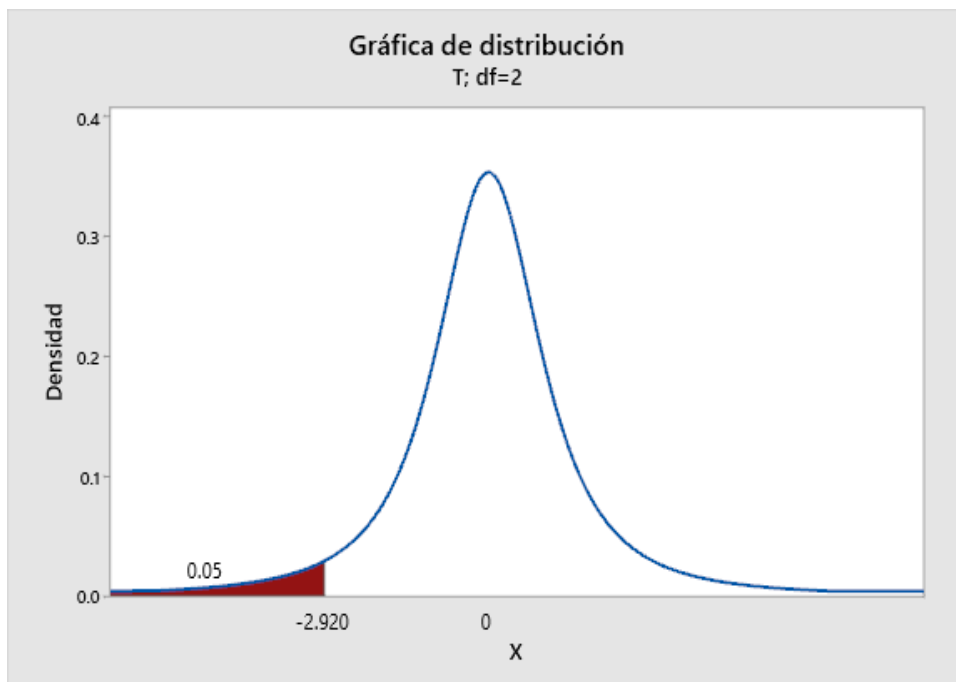


Figura 19. Punto crítico de la hipótesis 2

Fuente. Elaboración propia

v. Estadístico de prueba

Para esta tesis será el (t de student) por que estas se realizan para muestras menores o iguales a 30, son hipótesis sobre media muestral y de variable cuantitativa.

Para este cálculo usaremos la siguiente ecuación:

$$t = \frac{\bar{x} - u}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

Dónde:

t = t de student calculado.

\bar{x} = media muestral

u = valor de SN sin alterar

S = desviación estándar

n = número de muestras

En la tabla siguiente se muestra los resultados que nos ayudaran a calcular el T de student.

Tabla 15. Cálculos previos al t de student para la hipótesis 2.

DESCRIPCIÓN		MÁXIMA DENSIDAD SECA (tn/m3)	PROMEDIO	MEDIA MUESTRAL	DESV. EST.	NÚMERO DE MUESTRAS
		MDS				
GRUPO DE CONTROL	Muestra+0.0% de BRA C-3	1.59	1.59	1.59	-	1
GRUPO DE EXPERIMENT.	Muestra+2.0% de BRA C-3	1.58	1.57	1.48	0.07	4
	Muestra+4.0% de BRA C-3	1.49	1.49			
	Muestra+6.0% de BRA C-3	1.47	1.47			
	Muestra+8.0% de BRA C-3	1.40	1.40			

Fuente. Elaboración propia

Reemplazando datos en la ecuación anterior:

$$t = \frac{1.48 - 1.59}{\frac{0.07}{\sqrt{4}}}$$

Obtenemos un t calculado de: -3.21

Ahora procedemos a insertar nuestro t calculado

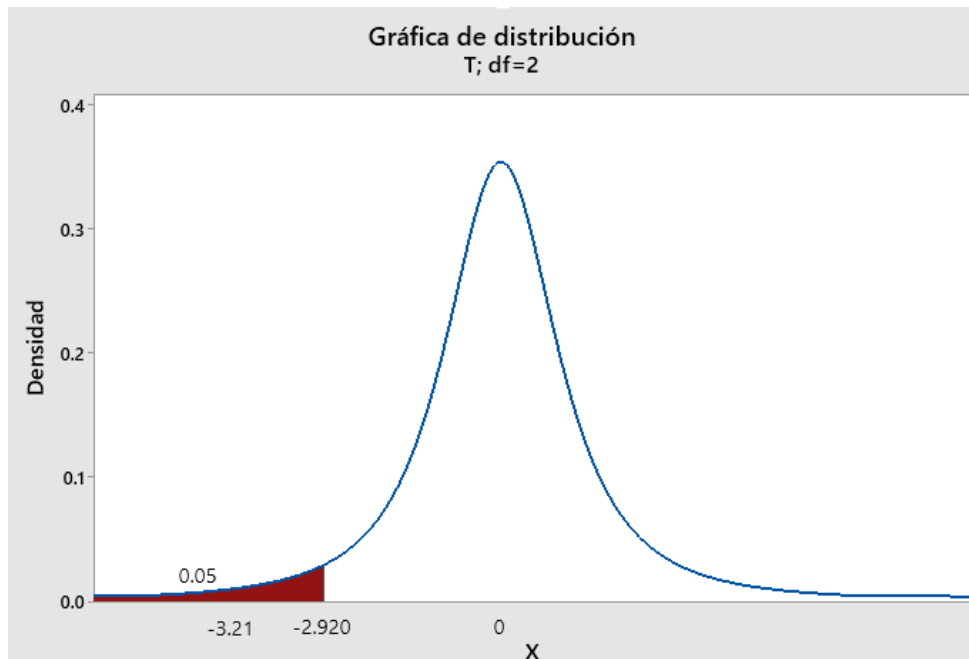


Figura 20. Punto crítico de la hipótesis 2 con el t calculado.

Fuente. Elaboración propia

vii. Toma de decisiones.

Dado que el valor de nuestro t calculado pertenece a la zona de rechazo, la hipótesis nula planteada se rechaza, y se acepta la hipótesis alternativa: “La incorporación de 2%, 4%, 6% y 8% de biorresiduos animales reducirá la máxima densidad seca (MDS) de la sub rasante.

Prueba hipótesis específica 3: Óptimo contenido de humedad (OCH)

$H_0: \bar{x} = \mu$ La incorporación del 2%, 4%, 6% y 8% de biorresiduos animales no incrementará el óptimo contenido de humedad (OCH) de la sub rasante.

$H_1: \bar{x} > \mu$ La incorporación del 2%, 4%, 6% y 8% de biorresiduos animales incrementará el óptimo contenido de humedad (OCH) de la sub rasante.

a) Prueba de normalidad

- Nivel de significancia de: $\alpha=5\%$ (0.05)
- Estadístico de prueba

Se utilizó la prueba estadística Kolmogorov-Smirnov ya que esta se utiliza para muestras ($n < 30$)

- Regla de decisión

Si p-valor \leq 0.05... Se rechaza la hipótesis nula

Si p-valor $>$ 0.05... Se acepta la hipótesis nula

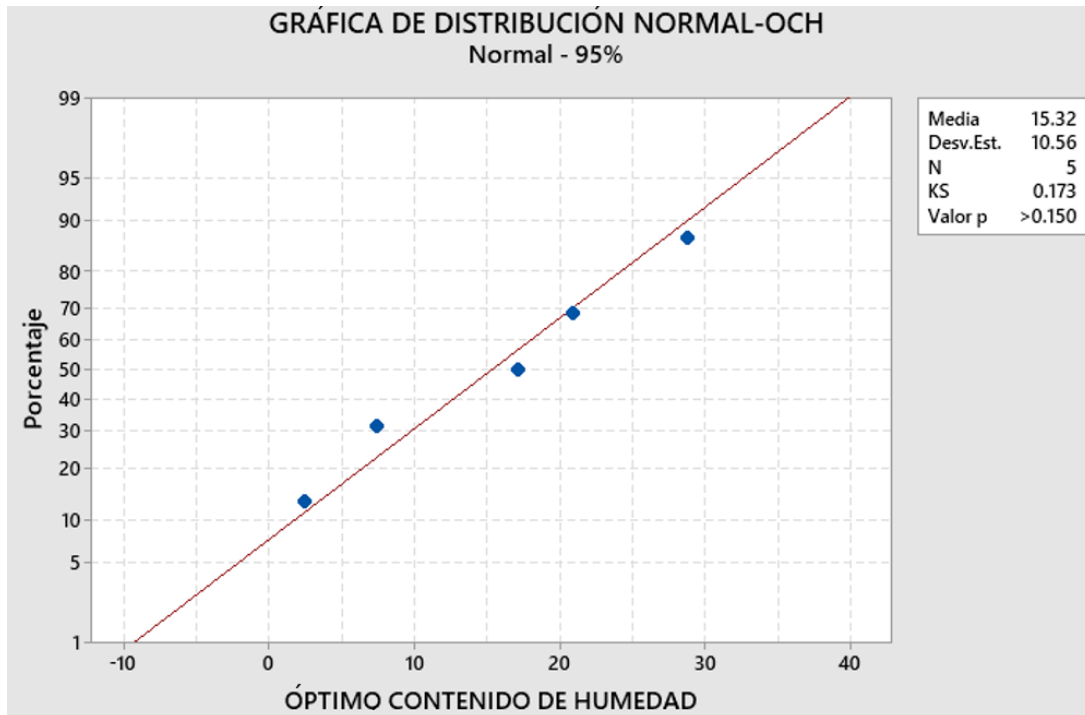


Figura 21. Pruebas de normalidad-óptimo contenido de humedad (OCH)

Fuente. Elaboración propia

b) Conclusión

Los datos de óptimo contenido de humedad (OCH) presentan normalidad con un nivel de significancia de 5%.

Contrastación de la hipótesis

Ya que la prueba de normalidad demostró que la muestra sigue una distribución normal para los datos de óptimo contenido de humedad (OCH) y las variables son cuantitativas continuas, se medirá el grado de asociación o influencia de la adición de Biorresiduos de animales en la subrasante mediante el estadístico de prueba de “T student”.

i. Se realizó el planteamiento de la hipótesis nula y alternativa

$H_0: \bar{x} = \mu$ La incorporación del 2%, 4%, 6% y 8% de biorresiduos animales incrementa el óptimo contenido de humedad (OCH) de la sub rasante.

$H_1: \bar{x} < \mu$ La incorporación del 2%, 4%, 6% y 8% de biorresiduos animales reduce el óptimo contenido de humedad (OCH) de la sub rasante.

Dónde:

H_0 : hipótesis nula

H_1 : hipótesis alternativa

ii. Nivel de significancia de: $\alpha=5\%$ (0.05)

iii. Estadístico de prueba.

Se utilizó la prueba de T student

iv. Cálculo del punto crítico.

En este paso usaremos el software Minitab que nos ayudó a calcular el punto crítico, este software requiere de dos datos los cuales son:

Grados de libertad = $n-1$ $gl=3-1$ $gl=2$

Nivel de significancia $\alpha=0.05$

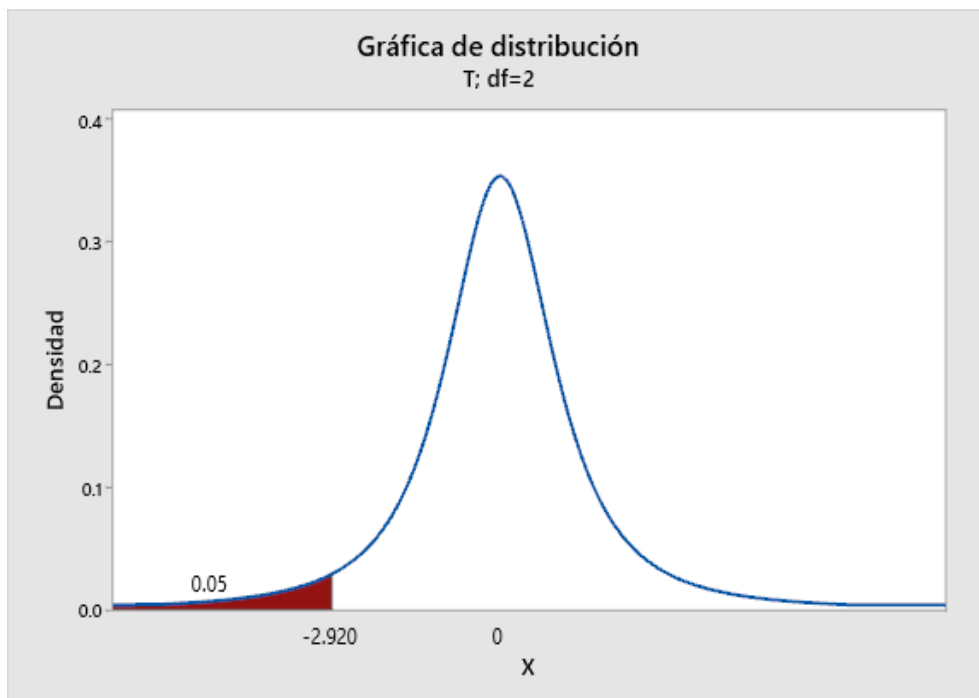


Figura 22. Punto crítico de la hipótesis 3

Fuente. Elaboración propia

v. Estadístico de prueba

Para esta tesis será el (t de student) por que estas se realizan para muestras menores o iguales a 30, son hipótesis sobre media muestral y de variable cuantitativa.

Para este cálculo usaremos la siguiente ecuación:

$$t = \frac{\bar{x} - u}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

Dónde:

t = t de student calculado.

\bar{x} = media muestral

u = valor de SN sin alterar

S = desviación estándar

n = número de muestras

En la tabla siguiente se muestra los resultados que nos ayudaran a calcular el T de student.

Tabla 16. Cálculos previos al t de student para la hipótesis 3.

DESCRIPCIÓN		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	PROMEDIO	MEDIA MUES TRAL	DES V. EST.	NÚMERO DE MUES TRAS
		OCH				
GRUPO DE CONTROL	Muestra+0.0% de BRA C-3	20.80	20.8	20.80	-	1
GRUPO DE EXPERIMENT.	Muestra+2.0% de BRA C-3	21.40	21.4	25.50	3.24	4
	Muestra+4.0% de BRA C-3	24.40	24.4			
	Muestra+6.0% de BRA C-3	26.30	26.3			
	Muestra+8.0% de BRA C-3	29.90	29.9			

Fuente. Elaboración propia

Reemplazando datos en la ecuación anterior:

$$t = \frac{25.50 - 20.80}{\frac{3.24}{\sqrt{4}}}$$

Obtenemos un t calculado de: 2.90

Ahora procedemos a insertar nuestro t calculado

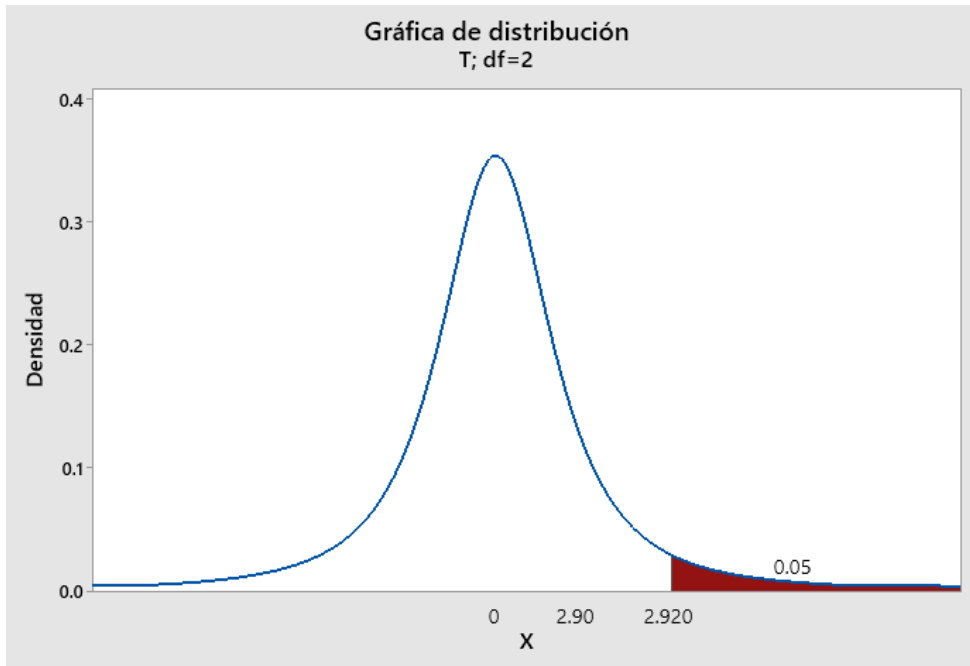


Figura 23. Punto crítico de la hipótesis 3 con el t calculado.

Fuente. Elaboración propia

vi. Toma de decisiones.

Dado que el valor de nuestro t calculado pertenece a la zona de aceptación, la hipótesis nula planteada se acepta y se rechaza la hipótesis alternativa: “La incorporación de 2%, 4%, 6% y 8% de biorresiduos animales aumenta el óptimo contenido de humedad.

Prueba hipótesis específica 4: Capacidad de soporte (CBR)

$H_0: \bar{x} = \mu$ La incorporación del 2%, 4%, 6% de biorresiduos animales no mejorará la capacidad de resistencia (CBR) de la sub rasante.

$H_1: \bar{x} > \mu$ La incorporación del 2%, 4%, 6% de biorresiduos animales mejorará la capacidad de resistencia (CBR) de la sub rasante.

a) Prueba de normalidad

- Nivel de significancia de: $\alpha=5\%$ (0.05)
- Estadístico de prueba

Se utilizó la prueba estadística Kolmogorov-Smirnov ya que esta se utiliza para muestras ($n < 30$)

- Regla de decisión

Si $p\text{-valor} \leq 0.05$... Se rechaza la hipótesis nula

Si $p\text{-valor} > 0.05$... Se acepta la hipótesis nula

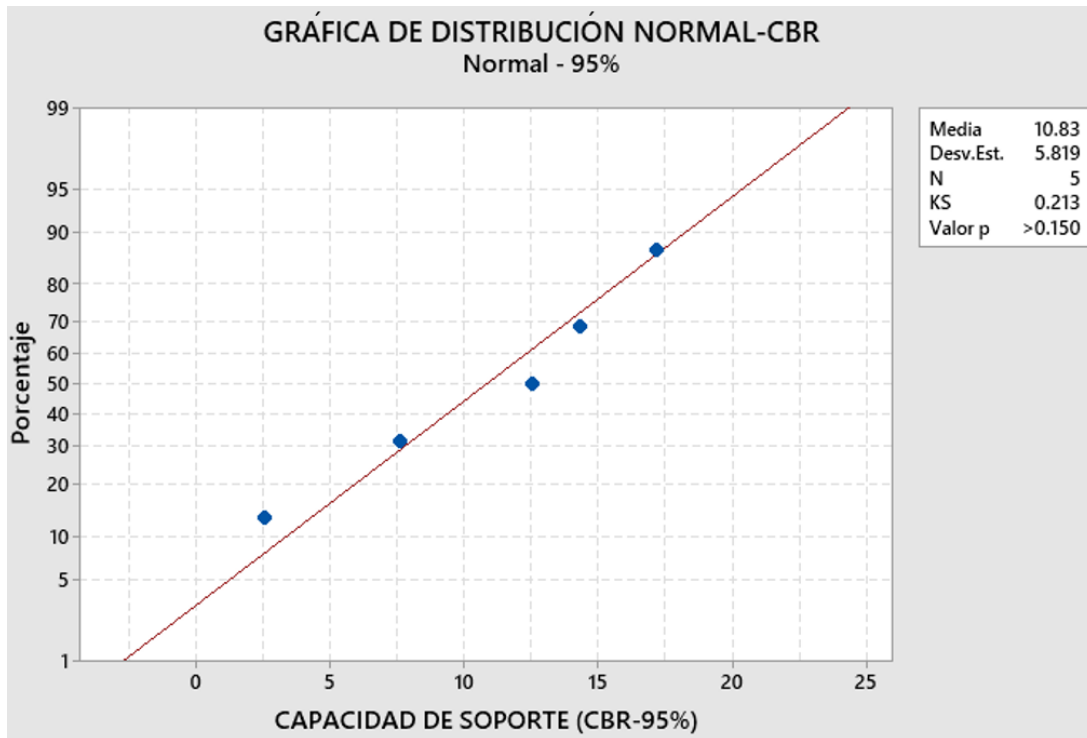


Figura 24. Pruebas de normalidad para el CBR al 95% de la MDS

Fuente. Elaboración propia

b) Conclusión

Los datos de capacidad de soporte (CBR) presentan normalidad con un nivel de significancia de 5%.

Contrastación de la hipótesis

Ya que la prueba de normalidad demostró que la muestra sigue una distribución normal para los datos de capacidad de soporte (CBR) y las variables son cuantitativas continuas, se medirá el grado de asociación o influencia de la adición de Biorresiduos de animales en la subrasante mediante el estadístico de prueba de "T student".

i. Se realizó el planteamiento de la hipótesis nula y alternativa

$H_0: \bar{x} = \mu$ La incorporación del 2%, 4%, 6% de biorresiduos animales no mejorará la capacidad de resistencia (CBR) de la sub rasante.

$H_1: \bar{x} > \mu$ La incorporación del 2%, 4%, 6% de biorresiduos animales mejorará la capacidad de resistencia (CBR) de la sub rasante.

Dónde:

H_0 : hipótesis nula

H_1 : hipótesis alternativa

ii. Nivel de significancia de: $\alpha=5\%$ (0.05)

iii. Estadístico de prueba.

Se utilizó la prueba de T student

iv. Cálculo del punto crítico.

En este paso usaremos el software Minitab que nos ayudó a calcular el punto crítico, este software requiere de dos datos los cuales son:

Grados de libertad = $n-1$ $gl=3-1$ $gl=2$

Nivel de significancia $\alpha=0.05$

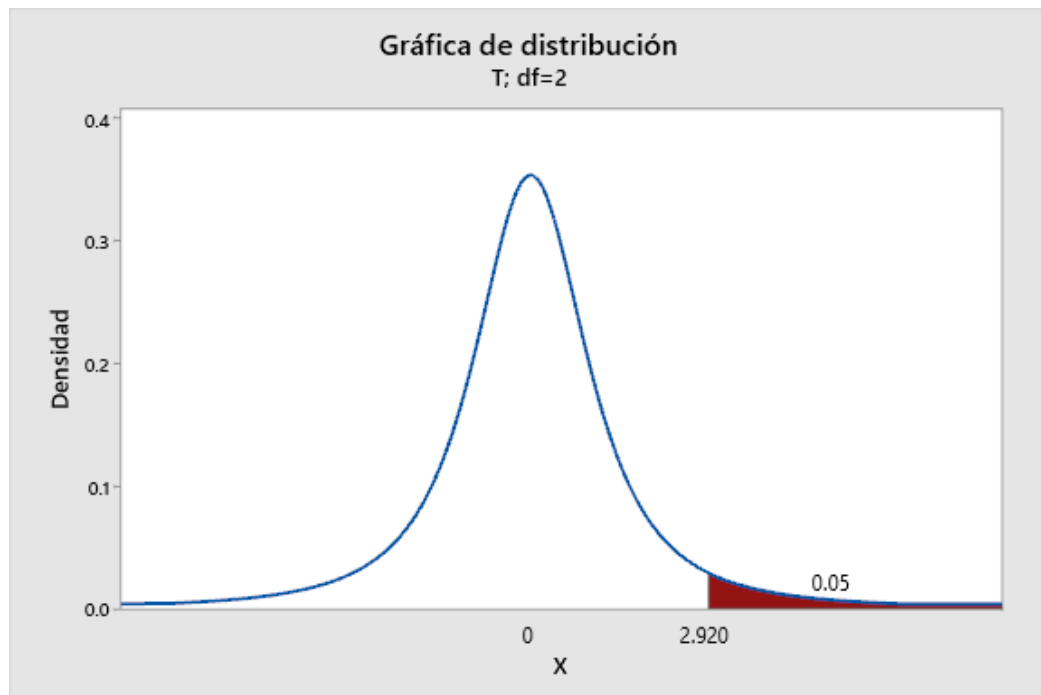


Figura 25. Punto crítico de la hipótesis 4

Fuente. Elaboración propia

v. Estadístico de prueba

Para esta tesis será el (t de student) por que estas se realizan para muestras menores o iguales a 30, son hipótesis sobre media muestral y de variable cuantitativa.

Para este cálculo usaremos la siguiente ecuación:

$$t = \frac{\bar{x} - u}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

Dónde:

- t = t de student calculado.
- \bar{x} = media muestral
- u = valor de SN sin alterar
- S = desviación estándar
- n = número de muestras

En la tabla siguiente se muestra los resultados que nos ayudaran a calcular el T de student.

Tabla 17. Cálculos previos al t de student para la hipótesis 4.

DESCRIPCIÓN		CAPACIDAD DE SOPORTE	PROMEDIO	MEDIA MUESTRAL	DESV. EST.	NÚMERO DE MUESTRAS
		CBR (%)				
GRUPO DE CONTROL	Muestra+0.0% de BRA C-3	2.50	2.50	2.50	-	1
GRUPO DE EXPERIMENT.	Muestra+2.0%	7.60	7.60	12.91	3.65	4
	Muestra+4.0%	12.50	12.50			
	Muestra+6.0%	17.20	17.20			
	Muestra+8.0%	14.30	14.33			

Fuente. Elaboración propia

Reemplazando datos en la ecuación anterior:

$$t = \frac{12.91 - 2.50}{\frac{3.65}{\sqrt{4}}}$$

Obtenemos un t calculado de: 5.71

Ahora procedemos a insertar nuestro t calculado

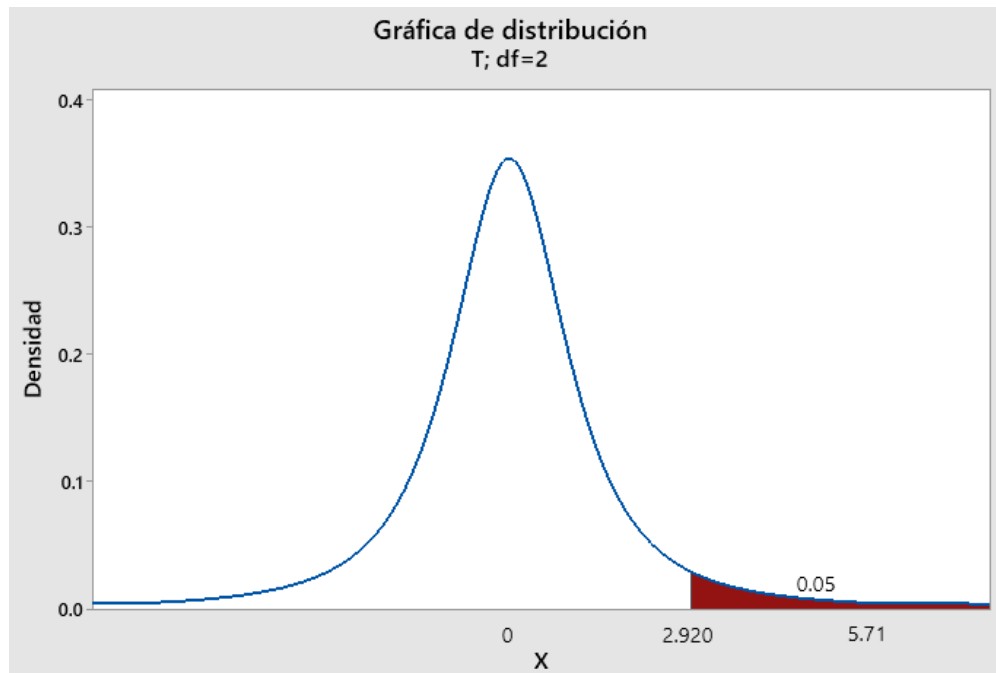


Figura 26. Punto crítico de la hipótesis 4 con el t calculado.

Fuente. Elaboración propia

vi. Toma de decisiones.

Dado que el valor de nuestro t calculado pertenece a la zona de rechazo, la hipótesis nula planteada se rechaza y la hipótesis alternativa es aceptada: “La incorporación del 2%, 4%, 6% de biorresiduos animales mejorará la capacidad de resistencia (CBR) de la sub rasante.

Prueba hipótesis específica 5: Resistencia a la compresión simple

$H_0: \bar{x} = \mu$ La adición del 2%, 4% y 6% de biorresiduos animales no mejorará la resistencia a la compresión simple de la sub rasante.

$H_1: \bar{x} > \mu$ La adición del 2%, 4% y 6% de biorresiduos animales mejorará la resistencia a la compresión simple de la sub rasante.

a) Prueba de normalidad

- Nivel de significancia de: $\alpha=5\%$ (0.05)
- Estadístico de prueba

Se utilizó la prueba estadística Kolmogorov-Smirnov ya que esta se utiliza para muestras ($n < 30$)

- Regla de decisión

Si $p\text{-valor} \leq 0.05$... Se rechaza la hipótesis nula

Si $p\text{-valor} > 0.05$... Se acepta la hipótesis nula

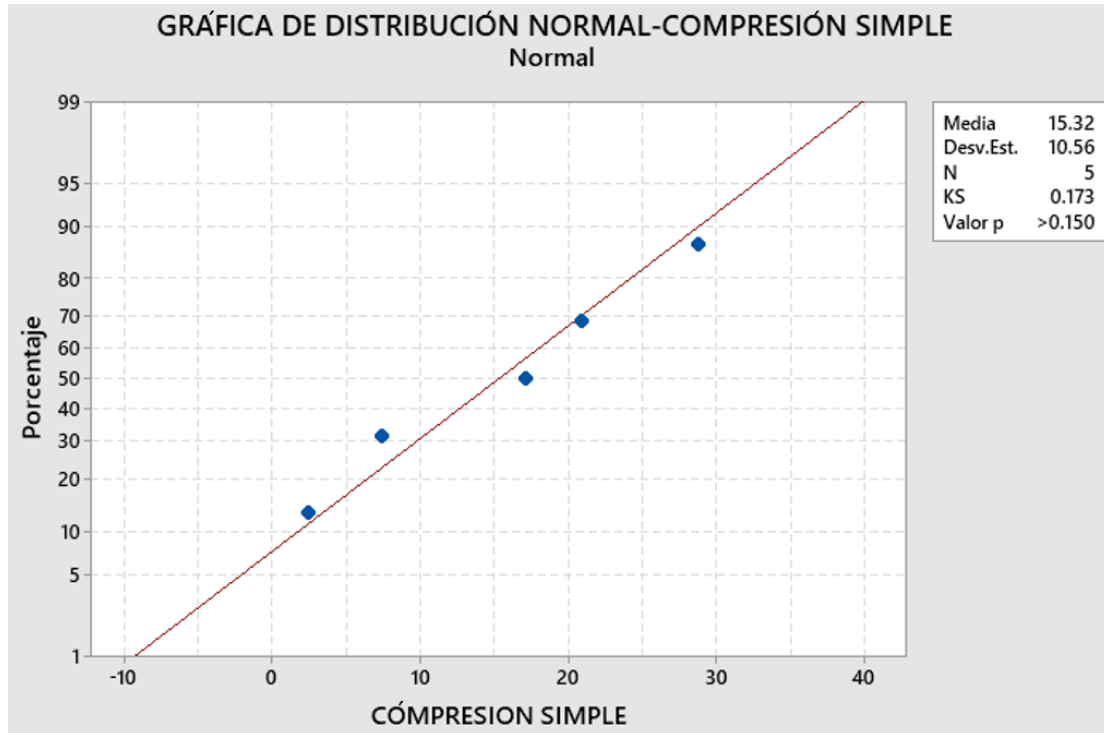


Figura 27. Pruebas de normalidad para resistencia a la compresión

Fuente. Elaboración propia

b) Conclusión

Los datos de compresión simple presentan normalidad con un nivel de significancia de 5%.

Contrastación de la hipótesis

Ya que la prueba de normalidad demostró que la muestra sigue una distribución normal para los datos de capacidad de soporte (CBR) y las variables son cuantitativas continuas, se medirá el grado de asociación o influencia de la adición de Biorresiduos de animales en la subrasante mediante el estadístico de prueba de “T student”.

i. Se realizó el planteamiento de la hipótesis nula y alternativa

$H_0: \bar{x} = \mu$ La adición del 2%, 4% y 6% de biorresiduos animales no mejorará la resistencia a la compresión simple de la sub rasante.

$H_1: \bar{x} > \mu$ La adición del 2%, 4% y 6% de biorresiduos animales mejorará la resistencia a la compresión simple de la sub rasante.

Dónde:

H_0 : hipótesis nula

H_1 : hipótesis alternativa

ii. Nivel de significancia de: $\alpha=5\%$ (0.05)

iii. Estadístico de prueba.

Se utilizó la prueba de T student

iv. Cálculo del punto crítico.

En este paso usaremos el software Minitab que nos ayudó a calcular el punto crítico, este software requiere de dos datos los cuales son:

Grados de libertad = $n-1$ $gl=3-1$ $gl=2$

Nivel de significancia $\alpha=0.05$

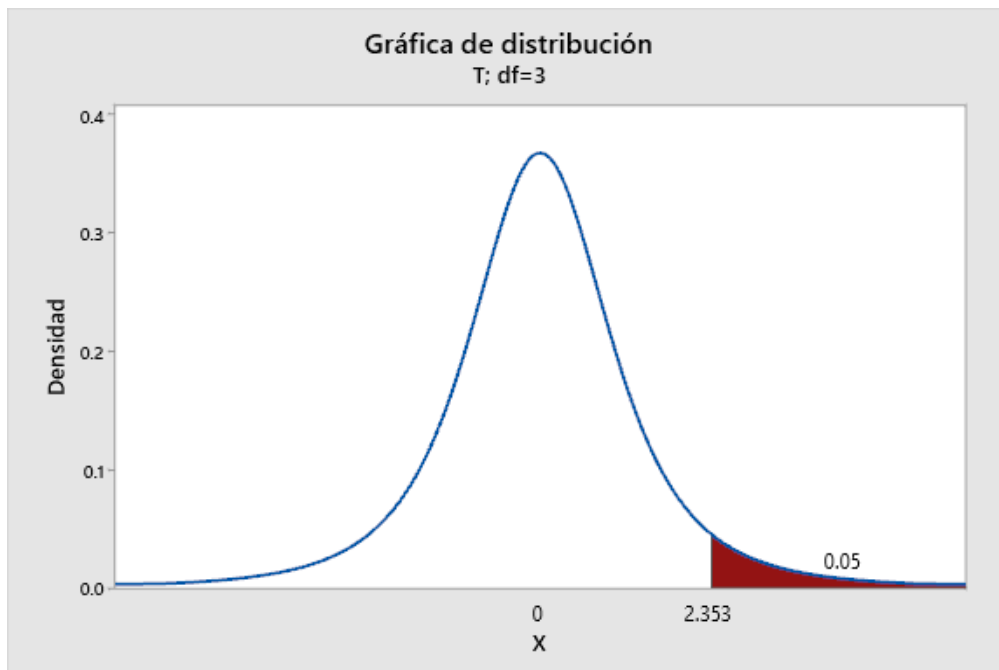


Figura 28. Punto crítico de la hipótesis 5

Fuente. Elaboración propia

v. Estadístico de prueba

Para esta tesis será el (t de student) por que estas se realizan para muestras menores o iguales a 30, son hipótesis sobre media muestral y de variable cuantitativa.

Para este cálculo usaremos la siguiente ecuación:

$$t = \frac{\bar{x} - u}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

Dónde:

t = t de student calculado.

\bar{x} = media muestral

u = valor de SN sin alterar

S = desviación estándar

n = número de muestras

En la tabla siguiente se muestra los resultados que nos ayudaran a calcular el T de student.

Tabla 18. Cálculos previos al t de student para la hipótesis 5.

DESCRIPCIÓN		COMPRESIÓN SIMPLE	PROMEDIO	MEDIA MUESTRAL	DESV. EST.	NÚMERO DE MUESTRAS
		KG/CM2				
GRUPO DE CONTROL	Muestra+0.0% de BRA C-3	2.40	2.46	2.46	-	1
GRUPO DE EXPERIMENT.	Muestra+2.0% de BRA C-3	7.40	7.40	18.55	6.18	4
	Muestra+4.0% de BRA C-3	17.10	17.10			
	Muestra+6.0% de BRA C-3	28.80	28.80			
	Muestra+8.0% de BRA C-3	20.90	20.90			

Fuente. Elaboración propia

Reemplazando datos en la ecuación anterior:

$$t = \frac{18.55 - 2.46}{\frac{6.18}{\sqrt{4}}}$$

Obtenemos un t calculado de: 5.21.

Ahora procedemos a insertar nuestro t calculado

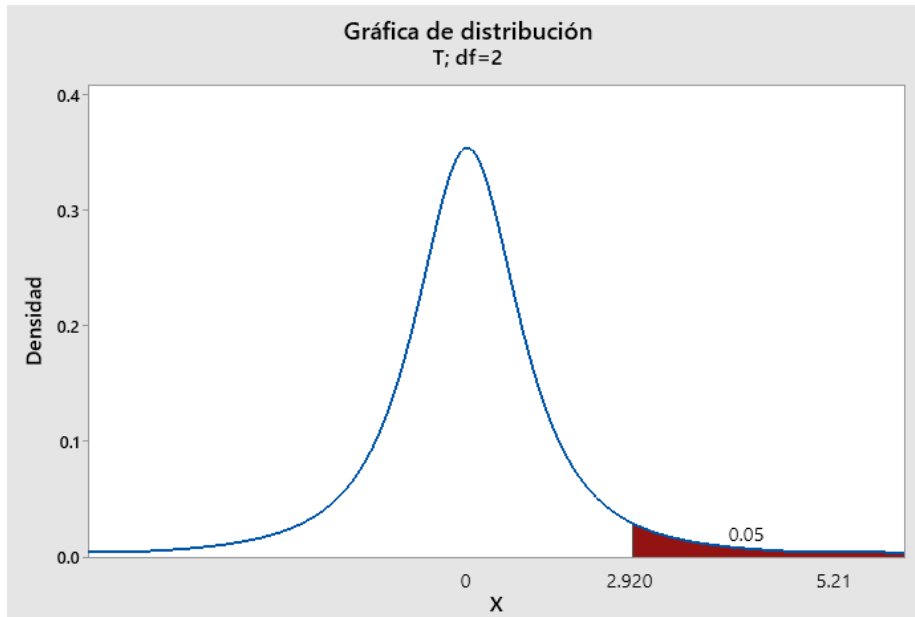


Figura 29. Punto crítico de la hipótesis 5 con el t calculado.

Fuente. Elaboración propia

vi. Toma de decisiones.

Dado que el valor de nuestro t calculado pertenece a la zona de rechazo, la hipótesis nula planteada se rechaza y la hipótesis alternativa es aceptada: “La adición del 2%, 4% y 6% de biorresiduos animales mejorará la resistencia a la compresión simple de la sub rasante.

Prueba hipótesis General: La incorporación de biorresiduos animales mejorará las propiedades físicas y mecánicas de la sub rasante Huamanga – Qorihuilca.

Por lo tanto:

$H_0: \bar{x} = \mu$ La incorporación de biorresiduos animales no mejorará las propiedades físicas y mecánicas de la sub rasante.

$H_1: \bar{x} > \mu$ La incorporación de biorresiduos animales mejorará las propiedades físicas y mecánicas de la sub rasante.

c) Prueba de normalidad

- Nivel de significancia de: $\alpha=5\%$ (0.05)
- Estadístico de prueba

Se utilizó la prueba estadística Kolmogorov-Smirnov ya que esta se utiliza

para muestras ($n < 30$)

- Regla de decisión

Si $p\text{-valor} \leq 0.05$... Se rechaza la hipótesis nula

Si $p\text{-valor} > 0.05$... Se acepta la hipótesis nula

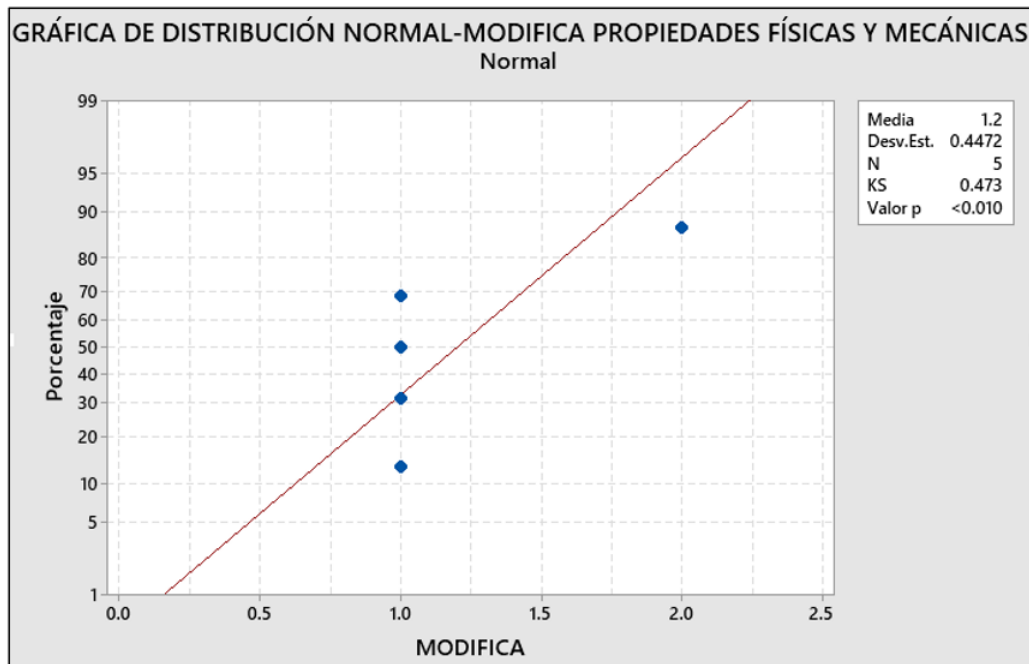


Figura 30. Pruebas de normalidad para modificación de propiedades

Fuente. Elaboración propia

d) Conclusión

Los datos de compresión simple presentan normalidad con un nivel de significancia de 5%.

Contrastación de la hipótesis

Ya que la prueba de normalidad demostró que la muestra sigue una distribución normal para los datos de modificación de propiedades físicas y mecánicas y las variables son cuantitativas continuas, se medirá el grado de asociación o influencia de la adición de Biorresiduos de animales en la subrasante mediante el estadístico de prueba de “T student”.

- Se realizó el planteamiento de la hipótesis nula y alternativa

$H_0: \bar{x} = \mu$ La incorporación de biorresiduos animales no mejorará las propiedades físicas y mecánicas de la sub rasante.

$H_1: \bar{x} > \mu$ La incorporación de biorresiduos animales mejorará las propiedades físicas y mecánicas de la sub rasante.

Dónde:

H_0 : hipótesis nula

H_1 : hipótesis alternativa

ii. Nivel de significancia de: $\alpha=5\%$ (0.05)

iii. Estadístico de prueba.

Se utilizó la prueba de T student

iv. Cálculo del punto crítico.

En este paso usaremos el software Minitab que nos ayudó a calcular el punto crítico, este software requiere de dos datos los cuales son:

Grados de libertad = $n-1$ $gl=3-1$ $gl=2$

Nivel de significancia $\alpha=0.05$

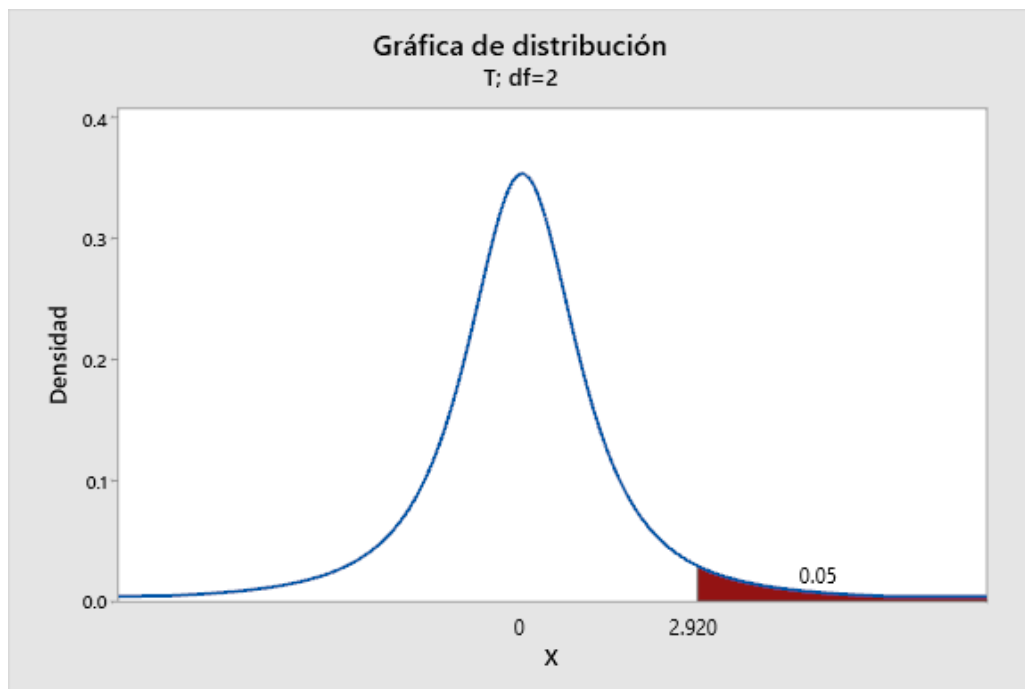


Figura 31. Punto crítico de la hipótesis general

Fuente. Elaboración propia

v. Estadístico de prueba

Para esta tesis será el (t de student) por que estas se realizan para muestras menores o iguales a 30, son hipótesis sobre media muestral y de variable cuantitativa.

Para este cálculo usaremos la siguiente ecuación:

$$t = \frac{\bar{x} - u}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

Dónde:

t = t de student calculado.

\bar{x} = media muestral

u = valor de SN sin alterar

S = desviación estándar

n = número de muestras

En la tabla siguiente se muestra los resultados que nos ayudaran a calcular el T de student.

Tabla 19. Cálculos previos al t de student para la hipótesis general.

DESCRIPCIÓN		LÍMITES DE CONSIST.	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	CBR	COMPR SIMPLE	PROM	MEDIA MUESTRAL	DESV. EST.	NÚMERO DE MUESTRAS
		IP	OCH	MDS	CBR	FC				
GRUPO DE CONTROL	Muestra+0.0% de BRA C-3	28.6	20.80	1.59	2.50	2.40	11.18	11.18	-	1
GRUPO DE EXPERIMENT	Muestra+2.0% de BRA C-3	28.6	21.40	1.58	7.60	7.40	13.32	16.16	10.73	20
	Muestra+4.0% de BRA C-3	28.6	24.40	1.49	12.50	17.10	16.82			
	Muestra+6.0% de BRA C-3	28.6	26.30	1.47	17.20	28.80	20.47			
	Muestra+8.0% de BRA C-3	28.6	29.90	1.40	14.30	20.90	19.02			

Fuente. Elaboración propia

Reemplazando datos en la ecuación anterior:

$$t = \frac{17.41 - 11.18}{\frac{10.73}{\sqrt{24}}}$$

Obtenemos un t calculado de: 2.94.

Ahora procedemos a insertar nuestro t calculado

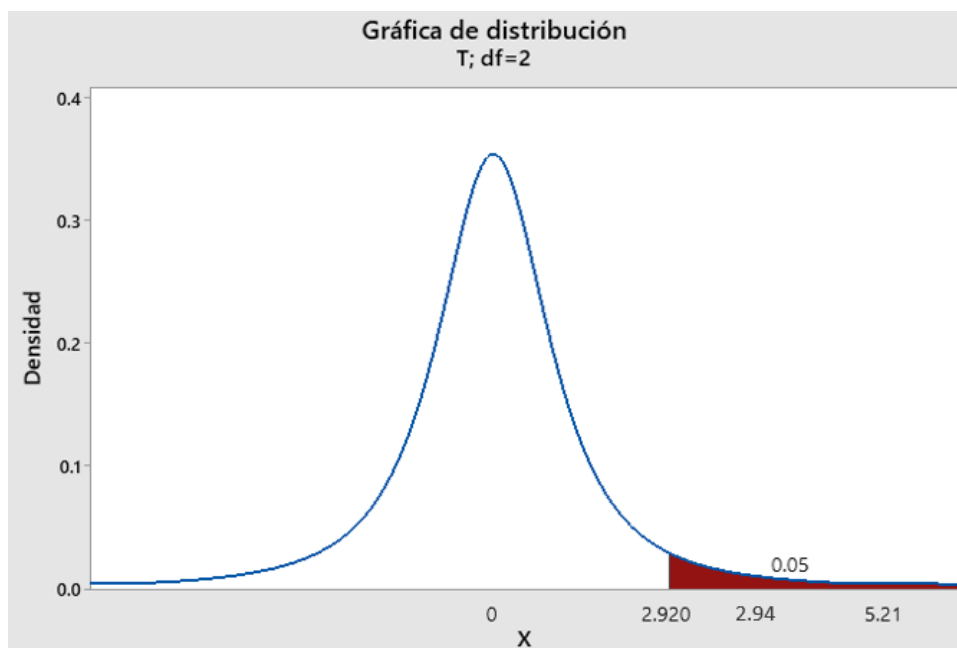


Figura 32. Punto crítico de la hipótesis General con el t calculado.

Fuente. Elaboración propia

vi. Toma de decisiones.

Dado que el valor de nuestro t calculado pertenece a la zona de rechazo, la hipótesis nula planteada se rechaza y la hipótesis alternativa es aceptada: “La incorporación de biorresiduos animales mejorará las propiedades físicas y mecánicas de la sub rasante.

Correlación de pearson

Para poder determinar el nivel de correlación y grado de correlación se empleará el método de correlación de Pearson.

El método de correlación de Pearson considera que si el coeficiente significación (valor de p) es menor o igual a 0.05 existe significancia, es decir existe un 95% de probabilidad de que exista una correlación, si el valor de p es mayor a 0.05 no existe relación entre variables.

El coeficiente “r” de Pearson mide el grado de relación entre variables, este valor varia de -1 a 1.

Si este valor es positivo entonces se tiene una relación directa, caso contrario se tendrá una relación inversa. Para calificar el grado de correlación se empleará la siguiente tabla.

Tabla 20. Correlación de Pearson

-1.00	Correlación negativa perfecta
-0.90	Correlación negativa muy fuerte
-0.75	Correlación negativa considerable
-0.50	Correlación negativa mediana
-0.25	Correlación negativa débil
-0.10	Correlación negativa muy débil
0.00	No existe correlación alguna
0.10	Correlación positiva muy débil
0.25	Correlación positiva débil
0.50	Correlación positiva Mediana
0.75	Correlación positiva Considerable
0.90	Correlación positiva muy fuerte
1.00	Correlación positiva perfecta

Fuente: Hernández Fernández y Baptista (2006)

Tabla 21. Correlación de Pearson

1	Correlación Perfecta
0.80-0.99	Correlación muy alta
0.60-0.79	Correlación alta
0.40-0.59	Correlación moderada
0.20-0.39	Correlación baja
0.01-0.20	Correlación muy baja
0	Correlación nula

Fuente: Hernández Fernández y Baptista (2006)

1. Correlación-límites de consistencia

Tabla 22. Verificación de correlación para límites de consistencia

CORRELACIÓN-LÍMITES DE CONSISTENCIA			
		DOSIFICACIÓN	LÍMITES DE CONSISTENCIA
DOSIFICACIÓN	Correlación de Pearson	1	,373
	Sig. (bilateral)		,536
	N	5	5
LÍMITES DE CONSISTENCIA	Correlación de Pearson	,373	1
	Sig. (bilateral)	,536	
	N	5	5

Fuente. Elaboración propia

Como podemos visualizar en la tabla N°22 el nivel de significancia es de 0.536 que es mayor a 0.05 por lo tanto no existe significancia (correlación). Esto solo reafirma los resultados de laboratorio puesto que al adicionar

biorresiduos animales en la sub rasante, no han alterado u modificado los valores de límites de consistencia.

2. Correlación-máxima densidad seca

Tabla 23. Verificación de correlación para máxima densidad seca

CORRELACIÓN-MÁXIMA DENSIDAD SECA			
		DOSIFICACIÓN	MÁXIMA DENSIDAD SECA
DOSIFICACIÓN	Correlación de Pearson	1	-,974
	Sig. (bilateral)		,005
	N	5	5
MÁXIMA DENSIDAD SECA	Correlación de Pearson	-,974	1
	Sig. (bilateral)	,005	
	N	5	5

Fuente. Elaboración propia

Como podemos visualizar en la tabla N°23 el nivel de significancia es de 0.05 que es igual a 0.05 por lo tanto si existe correlación.

El grado de correlación es negativa muy fuerte (-0.974), del tipo inversa.

3. Correlacion-óptimo contenido de humedad

Tabla 24. Verificación de correlación para óptimo contenido de humedad

CORRELACIÓN-ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD			
		DOSIFICACIÓN	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD
DOSIFICACIÓN	Correlación de Pearson	1	,979
	Sig. (bilateral)		,004
	N	5	5
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	Correlación de Pearson	,979	1
	Sig. (bilateral)	,004	
	N	5	5

Fuente. Elaboración propia

Como podemos visualizar en la tabla N°24 el nivel de significancia es de 0.04 que es menor a 0.05 por lo tanto si existe correlación.

El grado de correlación es positiva muy alta y/o muy fuerte (0.979), del tipo directa.

4.correlacion-capacidad de soporte (cbr)

Tabla 25. Verificación de correlación para Capacidad de soporte (CBR)

CORRELACIÓN-CAPACIDAD DE SOPORTE(CBR)			
		DOSIFICACIÓN	CAPACIDAD DE SOPORTE
DOSIFICACIÓN	Correlación de Pearson	1	,903
	Sig. (bilateral)		,036
	N	5	5
CAPACIDAD DE SOPORTE	Correlación de Pearson	,903	1
	Sig. (bilateral)	,036	
	N	5	5

Fuente. Elaboración propia

Como podemos visualizar en la tabla N°25 el nivel de significancia es de 0.036 que es menor a 0.05 por lo tanto si existe correlación.

El grado de correlación es positiva muy alta y/o muy fuerte (0.903), del tipo directa.

5.Correlación-resistencia a la compresión

Tabla 26. Verificación de correlación para Resistencia a la compresión

CORRELACIÓN- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			
		DOSIFICACIÓN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
DOSIFICACIÓN	Correlación de Pearson	1	,875
	Sig. (bilateral)		,050
	N	5	5
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Correlación de Pearson	,875	1
	Sig. (bilateral)	,050	
	N	5	5

Fuente. Elaboración propia

Como podemos visualizar en la tabla N°26 el nivel de significancia es de 0.050 que es igual a 0.05 por lo tanto si existe correlación. El grado de correlación es positiva muy alta y/o considerable (0.875), del tipo directa.

V.DISCUSIÓN

Discusión 1: En la investigación de Fernández Granada Jesus – Holguino Rivas Licette Eliana (2021), quien adiciono grasa porcina proveniente de desechos alimentarios para buscar mejorar la impermeabilización del suelo modificando así las propiedades físicas de la subrasante, obteniéndose un impacto significativo en la impermeabilización del suelo de la subrasante, la permeabilidad se logró reducir de los valores iniciales con 0% de grasa, de $5.57E-03\text{cm/s}$ para el caso de la arena y $3.93E-03\text{ cm/s}$ para el caso del limo, en $3.09E-03\text{cm/s}$ para el caso de la arena y $1.45E-03\text{cm/s}$ para el caso del limo, con un contenido máximo de grasa de 10%.

En cuanto a los valores iniciales para este estudio, referido a las propiedades físicas de la subrasante (Limites de consistencia), estas no han sufrido modificaciones, por el contrario, se han mantenido constantes para distintos porcentajes de biorresiduos animales adicionados a la subrasante (2%,4%,6%,8%), cuyos resultados han sido obtenidos a través de los diferentes ensayos de laboratorio, tales como: ensayos de plasticidad y clasificación de suelos.

En cuanto se refiere a los valores de máxima densidad seca esta se reduce conforme se va incrementando el porcentaje de adición de los biorresiduos animales, mientras que el valor del óptimo contenido de humedad se incrementa conforme se va adicionando Biorresiduos animales.

Discusión 2: En la investigación de Ángel Vidal Peralta Ricra (2020), quien adiciono cenizas de gallinaza buscando mejorar la subrasante de baja capacidad de soporte, para ello adiciono cenizas de gallinaza en 2%, el 4% y el 8% del peso del suelo, modificando las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante de baja capacidad de soporte.

De esta manera se incrementó las propiedades mecánicas de la sub rasante, donde se ha alcanzado el porcentaje óptimo de ceniza de gallinaza, que es del 4%, Cuando se calcularon las propiedades mecánicas de la sub rasante utilizando este porcentaje, la capacidad de soporte se mejoró

significativamente. Con la adición de ceniza de gallinaza del 4%, los resultados fueron en aumento del 4% al 9,7%, lo que llevó el total al 95 % MDS. Según la clasificación del manual del MTC de suelos, geología, geotecnia y pavimentos, el parámetro a cumplir con este resultado, indicó que ($6\% \leq \text{CBR} < 10\%$), corresponde a una subrasante regular.

Asimismo, en el estudio de Lalangue Córdova Oscar Elmer (2019), que adicionando aceite sulfonado buscando mejorar la estabilización del suelo.

De esta manera se incrementó las propiedades mecánicas de la subrasante, obteniéndose que la resistencia de la subrasante (CBR) aumento del 2.1% al 8,8%, según los ensayos del laboratorio de la Carretera en mención. La proporción óptima para los diferentes tipos de suelos probados fue de 0,35 l/m³ basándose en los resultados obtenidos en laboratorio.

Estos valores obtenidos son similares a los de este estudio, debido a que los resultados conseguidos mediante los ensayos de plasticidad (LL, LP), son valores que se mantienen constantes, pero en cuanto al CBR (95%) se determinó que al adicionar biorresiduos de animales (BRA) hay un incremento significativo y positivo en el CBR (95%), obteniéndose el valor óptimo con un 6% de BRA.

Discusión 3: En el estudio de Vilca Cuárez (2021), quien incorporo polvo de cáscara de huevo para el mejoramiento de suelos arcillosos a nivel de subrasante se mejoró las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante. Consiguiéndose el aumento de las propiedades físicas y mecánicas, así como a mejorar la categorización de la subrasante de malo a regular en las pruebas CBR con una dosificación del 15% de PCH.

De la misma manera, en el estudio de Almonacid Román (2019), quien incorporo cal y ceniza de quinua a las muestras de suelo de la subrasante se observó que aumenta la densidad máxima seca, así como la capacidad de carga.

De la misma manera, en el estudio de Lalangue Córdova Oscar Elmer (2019), quien incorporo aceite sulfonado para mejorar la estabilización de la

subrasante incrementa la resistencia de la subrasante con un porcentaje inicial de CBR del 2,1% y aumentó su capacidad de soporte hasta el 8,8% según los ensayos del laboratorio realizado.

Estos valores son similares a los de este estudio, que, de acuerdo a los resultados conseguidos mediante el ensayo de laboratorio, se pudo determinar que al adicionar biorresiduos de animales hay un incremento significativo y positivo en el CBR (95%). De igual manera el contenido de humedad y la resistencia a la compresión simple se ha incrementado acorde se va aumentando el porcentaje de biorresiduos de animales en la subrasante. Mientras que la máxima densidad seca se ha reducido con el incremento porcentual del BRA. El resultado más óptimo se obtuvo incrementado un 6% de BRA en la subrasante.

Discusión general: Como se ha señalado y detallado en las discusiones específicas se constató que la adición de Biorresiduos de animales (BRA) si tiene un efecto sobre las propiedades físicas y mecánicas de la sub rasante Huamanga - Qorihuillca, debido a que se incrementaron los valores de CBR, y del óptimo contenido de humedad (OCH) y la resistencia a la compresión simple, además hubo una reducción de la máxima densidad seca (MDS), pero se mantuvieron constantes los valores de plasticidad, donde resaltó la aplicación de 6% de Biorresiduos de animales que logró incrementar la capacidad de soporte (95%) de la máxima densidad seca de 5.17% a 19.7%.

De acuerdo a lo establecido por el Manual de Carreteras en la sección de suelos pavimentos, el suelo natural se categoriza como una subrasante “insuficiente”, sin embargo, con la incorporación de 6% de Biorresiduos de animales esta se modificaría en una subrasante categorizada como “buena”.

La metodología usada en el presente estudio fue la adecuada debido a que permitió responder los problemas planteados, asimismo dar validez a las hipótesis planteadas con el análisis estadístico, los resultados de los ensayos de límite líquido, límite plástico, Proctor modificado y Californian Bearing Ratio ayudaron a determinar que el empleo de Biorresiduos de animales si influye sobre la estabilización de subrasante de Huamanga - Qorihuillca por lo cual el objetivo general fue alcanzado.

VI.CONCLUSIONES

- Al adicionar Biorresiduos animales si se causa un efecto positivo y significativo sobre las propiedades físicas y mecánicas de la sub rasante de Huamanga - Qorihuillca, debido a que se logra incrementar y mejorar sus propiedad físicas y mecánicas, Puesto que el CBR (95%), resistencia a la compresión simple y óptimo contenido de humedad quienes manifestaron incremento en sus valores, mientras la máxima densidad seca sufrió un descenso, sin embargo se mantuvieron constantes los valores de límites de consistencia.

Se obtuvo los valores óptimos con la aplicación del 6% Biorresiduos animales (BRA), con cuyo valor se logró incrementar la capacidad de soporte consiguiéndose un incremento del 5.17% al 19.70% (representa un incremento del 176%) y la resistencia a la compresión tuvo un incremento desde 10.4 kg/cm² a 28.8 kg/cm² (representa un incremento del 176%) de resistencia a la compresión simple en la sub rasante Huamanga – Qorihuillca.

- Como respuesta al objetivo específico 1, se determinó que los Biorresiduos de animales (BRA) no influye sobre propiedades físicas en particular sobre los límites de consistencia de la sub rasante, debido a que dichos valores se mantuvieron constantes para diferentes porcentajes de Biorresiduos animales adicionados a la subrasante.
- Como respuesta al objetivo específico 2, se determinó que los Biorresiduos de animales (BRA) influyen sobre las propiedades físicas, en particular sobre la máxima densidad seca, que se va reduciendo conforme se va adicionando más porcentaje de Biorresiduos animales, consiguiéndose el óptimo valor con la aplicación del 8% Biorresiduos animales (BRA), logrando reducir desde 1.646 tn/m³ a 1.403 tn/m³, que representa una reducción del 14.76% en la sub rasante Huamanga – Qorihuillca.

- Como respuesta al objetivo específico 3, se determinó que los Biorresiduos animales (BRA) influyen sobre las propiedades físicas, en particular sobre el óptimo contenido de humedad, que se va incrementando conforme se va adicionando más porcentaje de Biorresiduos animales, consiguiéndose el óptimo valor con la aplicación del 6% Biorresiduos de animales (BRA) lográndose así un incremento de 19.40 % a 29.90% que representa un incremento del 54.12% en la sub rasante Huamanga – Qorihuillca.
- Como respuesta al objetivo específico 4, se determinó que los Biorresiduos de animales (BRA) influyen sobre las propiedades mecánicas de la sub rasante Huamanga – Qorihuillca puesto que estas generan efectos positivos o negativos tales es el caso del incremento del CBR (efecto positivo). La capacidad de soporte de la subrasante sin adición de biorresiduos animales (CBR 95%) obtuvo un valor de 5.17% (Promedio), sin embargo, con la adición de 2%, 4%, 6% y 8% de Biorresiduos de animales los valores de capacidad de soporte fueron de 10%,14.6%,19.7%,14.8% respectivamente, llegando a conseguir un valor de CBR al 95% de 19.70%, obteniendo el valor más óptimo con la adición del 6% de BRA.
- Como respuesta al objetivo específico 5, se constató que, si existe un efecto significativo y positivo sobre la resistencia a la compresión, ya que al adicionar biorresiduos animales la resistencia a la compresión se va incrementando, consiguiéndose el óptimo valor con la aplicación del 6% Biorresiduos de animales (BRA) lográndose así un incremento desde 10.4 kg/cm² a 28.8 kg/cm², que representa un incremento del 176% en la sub rasante Huamanga – Qorihuillca.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que para proyectos venideros de investigación se estudie repercusión de los Biorresiduos de animales (BRA) sobre materiales granulares provenientes de canteras, empleadas en el mejoramiento de capas como son la base y subbase.
- Los resultados mostrados en el presente estudio se recomiendan tener en cuenta tanto las propiedades y características físicas y mecánicas de los Biorresiduos de animales (BRA) como en la subrasante (suelo) empleado para este estudio de investigación.
- Se recomienda que al momento de realizar la recolección de los Biorresiduos de animales (BRA), tener cuidado en su gestión y selección para que estos no presenten materiales ajenos que puedan contaminar el insumo.
- El uso de Biorresiduos de animales (BRA) proveniente de los mataderos (camal) es beneficioso para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del suelo (se ha visto un incremento del CBR), sin embargo, en dosificaciones mayores influye negativamente para ello sería recomendable el uso de un aditivo para incrementar o compensar la resistencia que le quita el porcentaje de BRA. Por ello se recomienda el uso de la BRA sin alterar su contenido natural.
- Es importante mencionar el uso de biorresiduos (BRA) animales para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante, biorresiduos procedentes de desechos alimentarios con el fin de contribuir con el medio ambiente, ya que con el reciclado de materiales como en este caso los BRA que normalmente son desechados a los desagües o a los suelos contaminando y perjudicando el medio ambiente.

REFERENCIAS

- ARBULÚ, Cesar. Biosustituto de cemento para mejorar suelos reaprovechando residuo de la industria ganadera 2021. Artículo investigación (Pregrado). Cusco: Universidad Andina del Cusco, Facultad de Ingeniería Civil, 2021. Disponible en: <https://bit.ly/3jEJ95f>
- VILCA, Ángel. Mejoramiento de Suelos Arcillosos a Nivel de Subrasantes con la Incorporación del Polvo de Cáscara de Huevo en Pichiwillca – La Mar – Ayacucho. Tesis (Pregrado). Lima: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería Civil, 2021. Disponible en: <https://bit.ly/3KMDLsl>
- BOLDEN, Johnny. Usos innovadores de reciclado Usos de materiales reciclados, horneados y de desecho en la construcción Materiales en aplicaciones de construcción. Tesis (Pregrado). Colombia: Universidad Católica Colombia, 2017.
- BORJA, Manuel. Metodología de la investigación científica para ingenieros. Chiclayo - Perú, 2012. Disponible en: <https://bit.ly/37Okpol>
- KRAUS, HIRMAS Y ROBERTS. Resistencia a la compresión de la tierra estabilizada con sangre. Artículo (Posgrado). USA: Universidad Kansas, 2018. Disponible en: <https://bit.ly/3EkzBWp>
- ELMER, O. Estabilización de la Subrasante con Aceite Sulfonado para la Carretera Departamental Ruta PI- 114 Emp. PE-1N (El Alto–Talara) - Emp. PI-105 (Pariñas), km:08+000.00 - 09+000.00, Talara – Piura. Piura – Perú. Tesis (Pregrado). Perú: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería Civil, 2019. Disponible en: <https://bit.ly/3vmen6t>
- FERNANDEZ y HOLGUINO. Alto Qosqo Adicionando Grasa Porcina Proveniente de Desechos Alimenticios, Cusco. Tesis (Pregrado). Perú: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería Civil, 2021. Disponible en: <https://bit.ly/3xy6OMK>
- ARIAS, Fidias. El proyecto de investigación, introducción a la metodología científica. Caracas – Venezuela, 2012. Disponible en: <https://bit.ly/3jNHlBe>
- GONZALEZ y SALAZAR. Aspectos básicos del estudio muestra y población para la elaboración de proyectos de investigación. Tesis (Pregrado). Venezuela: Universidad de Oriente, Facultad de Administración, 2008. Disponible en: <https://bit.ly/3OfDG2U>

- BAEMA, Guillermina. Metodología de investigación. México – México, 2017. Disponible en: <https://bit.ly/3OcLKkN>
- ALARCON, JIMENEZ y BENITEZ. Estabilización de Suelos Mediante el uso de Lodos Aceitosos. Artículo (Postgrado). Colombia: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 2019. Disponible en: <https://bit.ly/3vqrpjz>
- JUAREZ, RODRIGUEZ. Mecánica de suelos - Tomo II. Limusa – México, 1996. Disponible en: <https://bit.ly/3M9OkpM>
- ALMONACID, Max. Estabilización de Subrasante Mediante Cal y Ceniza de Quinoa en Suelos del Centro Poblado Viñas, Tayacaja, Huancavelica. Trabajo de Suficiencia Profesional (Pregrado). Perú: Universidad Peruana los Andes, Facultad de Ingeniería Civil, 2019. Disponible en: <https://bit.ly/3jK9A9r>
- MTC. Manual de carreteras, geología, geotecnia y pavimentos; sección suelos y pavimentos. Lima – Perú, 2013. Disponible en: <https://bit.ly/3jEM2mB>
- MUELAS, Ángel. Manual de Mecánica de Suelos y cimentaciones. Madrid – España, 2021. Disponible en: <https://bit.ly/3M9zHTv>
- ORTEGON y COBOS. Caracterización del comportamiento geotécnico de suelos de origen. Tesis (Pregrado). Perú: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería Civil, 2019. Disponible en: <https://bit.ly/3vfon1a>
- PATÍN, Arcángel. Reciclado de Aceite Quemado de Vehículos en la Estabilización de Suelos Arenosos. Tesis (Pregrado). Ecuador: Universidad Nacional Autónoma de Chota, 2018. Disponible en: <https://bit.ly/3jJayD1>
- CASTILLO, Orobio. Investigación exploratoria sobre el efecto del aceite de motor usado en un suelo fino de subrasante. Tesis (Postgrado). Colombia – Cali, 2020. Disponible en: <https://bit.ly/3KUEOXD>
- CATAYBUTRON, Raúl. Tipos Nivel y Diseño de investigación. México – México, 2014. Disponible en: <https://bit.ly/38VbbqO>
- RUÍZ, Ramón. El método científico y sus etapas. Artículo (Pregrado). México D.F México. Disponible en: <https://bit.ly/3jYYrlo>
- HERNANDEZ, Roberto. Metodología de la investigación. México D.F – México. 2014. Disponible en: <https://bit.ly/3K3lsgi>

- ZHANG, Yinnig. Uso de sangre en la industria del cemento, morteros y hormigones para la obtención de un material aligerado. 2021. Disponible en: <https://bit.ly/36AFIPw>
- MENENDÉZ, Rafael. Ingeniería de pavimentos. Editorial ICG. Lima – Perú, 2012. Disponible en: <https://bit.ly/37wtu5i>
- VIDAL, Ángel. Mejoramiento de la Subrasante de Baja Capacidad de Soporte Mediante la Incorporación de la Ceniza de Gallinaza. Tesis (Pregrado). Perú: Universidad Peruana los Andes, Facultad de Ingeniería Civil, 2020. Disponible en: <https://bit.ly/3xuL9VG>
- SALAZAR, Sisa. Estudio de la resistencia a compresión del adobe. Tesis (Pregrado). Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil, 2017. Disponible en: <https://bit.ly/3vyVmhs>
- VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica: cuantitativa, cualitativa y mixta. 2da edición. Artículo (Postgrado). Lima –Perú, 2013. Disponible en: <https://bit.ly/3OgIKVz>
- HORNA, Alfredo. 7 pasos para una tesis exitosa. Artículo (Pregrado). Lima – Perú, 2012. Disponible en: <https://bit.ly/3MqyPdx>
- TERRONES, Andrea. Estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de bagazo de caña para mejoramiento de subrasante en el sector barraza, trujillo – 2018. Tesis (Pregrado). Peru. Universidad Privada del norte Facultad de Ingeniería Civil, 2018. Disponible en: <https://bit.ly/3vHZegY>.
- BRAJA M., Das. Fundamentos de ingeniería geotécnica. Cengage Learning Latin, 2001. Disponible en: <https://bit.ly/3BN1qHD>
- CAAMAÑO, I. Mejoramiento de un suelo blando de subrasante mediante la adición de cascarilla de arroz y su efecto en el módulo resiliente. (Tesis). Colombia: Universidad Militar Nueva Granada Facultad de Ingeniería Civil, 2016. Disponible en: <https://bit.ly/3Qrhgfi>
- FERNÁNDEZ, Loaiza. Mejoramiento y estabilización de suelos, 1982. D.F: LIMUSA. Disponible en: <https://bit.ly/3BJi7DW>
- GONZÁLEZ, Angel. Estabilización mecánica de suelos cohesivos a través de la utilización de cal – ceniza volante. (Tesis). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería Civil, 2014. Disponible en: <https://bit.ly/3vK98i7>

- INDECOPI, C. d. Suelos. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS), 1999. Obtenido de Norma Técnica Peruana 339.134. Disponible en: <https://bit.ly/3A3eHus>.
- INDECOPI, C. d. Suelos. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada, 2014. Obtenido de Norma Técnica Peruana 339.141. Disponible en: <https://bit.ly/3Q7Z4r8>
- INDECOPI, C. d. Suelos. Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio, 2014. Obtenido de Norma Técnica Peruana 339.145. Disponible en: <https://bit.ly/3JDEiNy>
- INDECOPI, C. d. Suelos. Método de ensayo normalizado para la resistencia a la compresión no confinada de suelos cohesivos, 2015. Obtenido de Norma Técnica Peruana 339.167. Disponible en: <https://bit.ly/3BMzGmn>
- JUÁREZ , Rico .Mecánica de Suelos. Tomo 1. Fundamentos de la mecánica de suelos, 2007. Limusa. México. Disponible en: <https://bit.ly/3zJLzaq>
- WALPOLE, R. Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias, 2012. Pearson Educación. México. Disponible en: <https://bit.ly/2PMCqZo>.
- BARRERA, Guarnica. Introducción a la mecánica de suelos no saturados en vías terrestres, 2017. Instituto M. Disponible en: <https://bit.ly/3QgqL0K>
- PALOMINO, Roxana. Estabilización de suelos y su aplicación en el mejoramiento de subrasante, 2016. Lima. Disponible en: <https://bit.ly/3JCfENF>

ANEXOS

Anexo 01. Matriz de consistencia

Tema: “Adición de biorresiduos animales para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante Huamanga - Qorihuillca, Ayacucho 2022”

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADOR	METODOLOGÍA
<p>Problema general: ¿Cómo la incorporación de biorresiduos animales podría influir en las propiedades físicas y mecánicas de la sub rasante Huamanga - Qorihuillca, Ayacucho 2022?</p>	<p>Objetivo general: Determinar las propiedades físicas y mecánicas de la sub rasante Huamanga - Qorihuillca a través de la incorporación de biorresiduos animales.</p>	<p>Hipótesis general: La incorporación de biorresiduos animales mejorará las propiedades físicas y mecánicas de la sub rasante Huamanga – Qorihuillca.</p>	<p>INDEPENDIENTE: Biorresiduos animales</p>	Dosificación	0.0% 2.0% 4.0% 6.0% 8.0%	<ul style="list-style-type: none"> • MÉTODO DE INVESTIGACIÓN: Científico. • DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: Experimental. • Ge1 (A): Y1 -----X -----Y2 • Ge2 (A): Y3-----X'-----Y4 • Ge1 Sin adición de BA • Ge2 Con adición de BA • TIPO DE INVESTIGACIÓN: Aplicada. • NIVEL DE INVESTIGACIÓN: Correlacional • POBLACIÓN: Sub rasante de la vía Huamanga – Qorihuillca. • MUESTRA: 3 calicatas de exploración. • TÉCNICAS DE OBTENCIÓN DE DATOS: Observación Directa. • TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS: Fichas de recolección de datos; software de análisis de datos (Excel); Minitab, equipos y herramientas de laboratorio.
<p>Problema específico: ¿La incorporación de 2%, 4%, 6% y 8% de biorresiduos animales podría modificar los límites de consistencia de la sub rasante Huamanga - Qorihuillca?</p>	<p>Objetivos específicos: Modificar los límites de consistencia de la sub rasante Huamanga - Qorihuillca mediante la incorporación de 2%, 4%, 6% y 8% de biorresiduos animales.</p>	<p>Hipótesis específicas: La incorporación de 2%, 4%, 6% y 8% de biorresiduos animales modificará los límites de consistencia de la sub rasante Huamanga - Qorihuillca.</p>	<p>DEPENDIENTE: Subrasante</p>	Propiedades físicas	Límites de consistencia	
<p>¿La adición del 2%, 4%, 6% y 8% de biorresiduos animales incrementará la densidad máxima seca (MDS) de la sub rasante Huamanga - Qorihuillca?</p>	<p>Incrementar la densidad máxima seca (MDS) de la sub rasante Huamanga - Qorihuillca por medio de la incorporación del 2%, 4%, 6% y 8% de biorresiduos animales</p>	<p>La incorporación del 2%, 4%, 6% y 8% de biorresiduos animales reduce la máxima densidad seca (MDS) de la sub rasante Huamanga – Qorihuillca.</p>			Densidad seca	
<p>¿Al adicionar 2%, 4%, 6% y 8% de biorresiduos animales se incrementará el óptimo contenido de humedad (OCH) de la sub rasante Huamanga - Qorihuillca?</p>	<p>Incrementar el óptimo contenido de humedad (OCH) de la sub rasante Huamanga - Qorihuillca por medio de la incorporación del 2%, 4%, 6% y 8% de biorresiduos animales.</p>	<p>La incorporación del 2%, 4%, 6% y 8% de biorresiduos animales reduce el óptimo contenido de humedad (OCH) de la sub rasante Huamanga – Qorihuillca.</p>			Contenido de humedad	
<p>¿Cómo la incorporación del 2%, 4%, 6% y 8% de biorresiduos animales podría mejorar la capacidad de resistencia (CBR) de la sub rasante Huamanga - Qorihuillca?</p>	<p>mejorar la capacidad de resistencia (CBR) de la sub rasante Huamanga - Qorihuillca por medio de la incorporación del 2%, 4%, 6% y 8% de biorresiduos animales.</p>	<p>La incorporación del 2%, 4%, 6% y 8% de biorresiduos animales mejorará la capacidad de resistencia (CBR) de la sub rasante Huamanga – Qorihuillca</p>		Propiedades Mecánicas	CBR No sumergido	
<p>¿Cómo la adición del 2%, 4%, 6% y 8% de biorresiduos animales podría mejorar la resistencia a la compresión simple de la sub rasante Huamanga - Qorihuillca?</p>	<p>Mejorar la resistencia a la compresión simple de la sub rasante Huamanga - Qorihuillca con la adición del 2%, 4%, 6% y 8% de biorresiduos animales.</p>	<p>La adición del 2%, 4%, 6% y 8% de biorresiduos animales mejorará la resistencia a la compresión simple de la sub rasante Huamanga – Qorihuillca.</p>			Compresión simple	

Anexo 2. Operacionalización de variables

VARIABLE DE LA INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGÍA
Variable Dependiente: Subrasante	Es una capa de suelo natural que tiene que soportar las cargas que transmite la estructura del pavimento. (Menéndez, 2012)	Se analizan los efectos del CBR y la compresión simple de los suelos finos, para conocer su comportamiento mecánico, calificar su condición y evaluar su calidad.	Propiedades Físicas	- Límites de consistencia - Densidad seca - Contenido de Humedad	Razón	<ul style="list-style-type: none"> • MÉTODO DE INVESTIGACIÓN: Científico. • DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: Experimental. Ge1 (A): Y1 \Rightarrow X \Rightarrow Y2 Ge2 (A): Y3 \Rightarrow X \Rightarrow Y4 Ge1 Sin adición de BA Ge2 Con adición de BA • TIPO DE INVESTIGACIÓN: Aplicada. • NIVEL DE INVESTIGACIÓN: Correlacional • POBLACIÓN: Sub rasante de la vía Huamang – Qorihuillca. • MUESTRA: 3 calicatas de exploración. • TÉCNICAS DE OBTENCIÓN DE DATOS: Observación Directa. • TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS: Fichas de recolección de datos; software de análisis de datos (Excel); Minitab equipos y herramientas de laboratorio.
			Propiedades Mecánicas	- CBR No sumergido - Compresión simple		
Variable Independiente: Biorresiduo animal	Es el subproducto líquido principal que se obtiene del sacrificio de los animales. (Zhang, 2021)	Se desarrolla un análisis cuantitativo para conocer sus características y beneficios, al momento de emplearlos en vías de transporte.	Sangre animal	Dosificación: 0.00%, 2.00%, 4.00%, 6.00%, 8.00%	Razón	

Anexo 3. Validación de instrumentos de investigación

Alfa de Cronbach

$$\alpha = \frac{K}{K - 1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right]$$

Dónde:

α = Coeficiente de alfa de cronbach

k= Número de ítems del instrumento

$\sum_{i=1}^k S_i^2$ = Sumatoria de las varianzas de los ítems.

S_t^2 = Vvarianza total del instrumento.

ENCUESTADOS	ÍTEMS								SUMA
	1	2	3	4	5	6	7	8	
E1	3	4	4	3	3	4	4	3	28
E2	4	4	4	4	4	4	4	4	32
E3	4	4	4	4	4	4	4	3	31
VARIANZA	0.222	0.000	0.000	0.222	0.222	0.000	0.000	0.222	
SUMATORIA DE VARIANZAS	0.889								
VARIANZA DE LA SUMA DE LOS ÍTEMS	2.889								

Operando tenemos:

$$k = 8$$

$$\sum_{i=1}^k S_i^2 = 0.889$$

$$S_t^2 = 2.889$$

$$\alpha = 0.79$$

RANGO PARA X	CONFIABILIDAD
0.53 a menos	Confiabilidad nula
0.54 a 0.59	Confiabilidad baja
0.60 a 0.65	Confiable
0.66 a 0.71	Muy confiable
0.72 a 0.99	Excelente confiabilidad
1	Confiabilidad perfecta

Por lo tanto, nuestro instrumento de investigación se encuentra clasificado como excelente confiabilidad.

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
ESCUELA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
VALIDACION POR EXPERTOS

“Adición de biorresiduo animales para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante Huamanga - Qorihuilca, Ayacucho 2022”

Parte A: Datos del experto

- Apellidos y Nombres: Guerra Ayala, David de Jesús
- Título profesional : Ingeniero Civil
- N° de registro CIP :285731

Parte B validación

INDICADORES	CRITERIOS	VALORACION				
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Este formato se encuentra en un lenguaje adecuado y específico			X		
OBJETIVIDAD	Expresa el alcance del objetivo				X	
ESTRUCTURA	Tiene un orden lógico al contenido				X	
EFICIENCIA	Comprende aspectos necesarios de cantidad y calidad en la toma o registro de datos			X		
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos estratégicos planteados			X		
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico científico para identificar y determinar lo requerido por la investigación				X	
COHERENCIA	El instrumento de juicio relacionado a la variable de estudio con sus respectivos indicadores, unidades e incidencias				X	
METODOLOGIA	La estrategia a emplear responde a la evaluación Insitu			X		
TOTAL						29

Nota:0-20(DEFICIENTE),21-30(REGULAR),31-36(BUENO) Y 37-40(EXCELENTE)

La valoración obtenida fue de 29 y está dentro del rango de valoración 21-30 y su validación fue REGULAR.


DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 285731

Ayacucho 15 de julio del 2022.

Firma y sello

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
ESCUELA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
VALIDACION POR EXPERTOS

"Adición de biorresiduo animales para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante Huamanga - Qorihuillca, Ayacucho 2022"

Parte A: Datos del experto

- Apellidos y Nombres: Huamán Gamarra, Kenny
- Título profesional : Ingeniero Civil
- N° de registro CIP :130033

Parte B validación

INDICADORES	CRITERIOS	VALORACION				
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Este formato se encuentra en un lenguaje adecuado y específico				X	
OBJETIVIDAD	Expresa el alcance del objetivo				X	
ESTRUCTURA	Tiene un orden lógico al contenido				X	
EFICIENCIA	Comprende aspectos necesarios de cantidad y calidad en la toma o registro de datos				X	
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos estratégicos planteados				X	
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico científico para identificar y determinar lo requerido por la investigación				X	
COHERENCIA	El instrumento de juicio relacionado a la variable de estudio con sus respectivos indicadores, unidades e incidencias				X	
METODOLOGIA	La estrategia a emplear responde a la evaluación Insitu				X	
TOTAL					33	

Nota: 0-20(DEFICIENTE), 21-30(REGULAR), 31-36(BUENO) Y 37-40(EXCELENTE)

La valoración obtenida fue de 33 y está dentro del rango de valoración 31-36 y su validación fue BUENO.



Kenny Huamani Gamarra
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 130033
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

Ayacucho 16 de julio del 2022.

Firma y sello

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
ESCUELA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
VALIDACION POR EXPERTOS

“Adición de biorresiduo animales para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante Huamanga - Qorihuillca, Ayacucho 2022”

Parte A: Datos del experto

- Apellidos y Nombres: Valer Pacheco, Pablo Esteban
- Título profesional : Ingeniero Civil
- N° de registro CIP : 270174

Parte B validación

INDICADORES	CRITERIOS	VALORACION				
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Este formato se encuentra en un lenguaje adecuado y específico				X	
OBJETIVIDAD	Expresa el alcance del objetivo				X	
ESTRUCTURA	Tiene un orden lógico al contenido				X	
EFICIENCIA	Comprende aspectos necesarios de cantidad y calidad en la toma o registro de datos				X	
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos estratégicos planteados				X	
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico científico para identificar y determinar lo requerido por la investigación				X	
COHERENCIA	El instrumento de juicio relacionado a la variable de estudio con sus respectivos indicadores, unidades e incidencias				X	
METODOLOGIA	La estrategia a emplear responde a la evaluación Insitu			X		
TOTAL					32	

Nota: 0-20(DEFICIENTE), 21-30(REGULAR), 31-36(BUENO) Y 37-40(EXCELENTE)

La valoración obtenida fue de 32 y está dentro del rango de valoración 31-36 y su validación fue BUENO.



Pablo Esteban Valer Pacheco
INGENIERO CIVIL
CIP. 270174

Firma y sello

Ayacucho 16 de julio del 2022.

Anexo 5. Resultados de ensayos de laboratorio



RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO EN SUELOS : "ADICIÓN DE BIORRESIDUO ANIMALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE HUAMANGA - QORHUILLCA, AYACUCHO 2022"

MUESTRA		ENSAYOS DE GRANULOMETRIA																		
MUESTRA	% GRAVA	Cantidad	% Grava Gruesa	% Grava Fina	% ARENA	Cantidad	% Arena Gruesa	% Arena Media	% Arena Fina	% FINOS	Cantidad	D ₁₀ (mm)	D ₃₀ (mm)	D ₆₀ (mm)	Coficiente de Uniformidad Cu	Coficiente de Curvatura Cc	D ₁₅ (mm)	D ₅₀ (mm)	D ₈₅ (mm)	
: SUBRASANTE KM 1+750 : BIORRESIDUOS ANIMALES (0.0% MDS)	13.3	De poca a pequeña	0.4	12.9	32.8	Mucha	9.2	12.7	11.0	53.9	Bastante	0.01	0.04	0.30	21.5	0.4	0.02	0.07	3.90	
: SUBRASANTE KM 3+250 : BIORRESIDUOS ANIMALES (0.0% MDS)	29.1	De pequeña a mucha	11.5	17.6	29.4	De pequeña a mucha	12.1	9.6	7.7	41.5	Mucha	0.02	0.05	2.07	114.7	0.1	0.03	0.46	13.80	
: SUBRASANTE KM 4+500 : BIORRESIDUOS ANIMALES (0.0% MDS)	4.5	Trazos	1.8	2.8	26.8	De pequeña a mucha	8.3	10.1	8.5	68.7	Bastante	0.0	0.0	0.1	6.0	1.5	0.0	0.1	1.5	
: BIORRESIDUOS ANIMALES (2.0% MDS)																				
: BIORRESIDUOS ANIMALES (4.0% MDS)																				
: BIORRESIDUOS ANIMALES (6.0% MDS)																				
: BIORRESIDUOS ANIMALES (8.0% MDS)																				


 KENNY HUAMANI SAMARRA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 130553
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO EN SUELOS : "ADICIÓN DE BIORRESIDUO ANIMALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE HUAMANGA - QORIHUILLCA, AYACUCHO 2022"

MUESTRA	ENSAYOS DE PLASTICIDAD (PASANTE MALLA N° 40)										CLASIFICACION DE SUELOS				
	Plasticidad en función al LL	Limite Liquido LL %	Índice de Compresibilidad Cc=0.009(LL-10)	Clasificación de la Compresibilidad	Limite Plástico LP %	Plasticidad en función al IP	Clasificación del suelo en función al IP	Índice Plástico IP %	Potencial de Expansión Ep (US Bureau of Reclamation 1998)	Humedad w (%)	Clasificación AASTHO	Clasificación del suelo en función al Índice de Grupo	Clasificación SUCS	Nombre de Grupo (ASTM D-2487)	
: SUBRASANTE KM 1+750 : BIORRESIDUOS ANIMALES (0.0% MDS)	Media	32.0%	19.8%	Baja	21.8%	Media	Arcilloso	10.1%	Potencial bajo	20.9%	A-6 (3)	Regular	CL	ARCILLA LIGERA ARENOSA	
: SUBRASANTE KM 3+250 : BIORRESIDUOS ANIMALES (0.0% MDS)	Media	36.5%	23.8%	Media	22.2%	Media	Arcilloso	14.2%	Potencial Medio	16.6%	A-6 (2)	Buena	SC	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA	
: SUBRASANTE KM 4+500 : BIORRESIDUOS ANIMALES (0.0% MDS)	Media	42.9%	29.6%	Media	23.8%	Media	Arcilloso	19.0%	Potencial Medio	23.5%	A-7-6 (12)	Muy pobre	CL	ARCILLA LIGERA ARENOSA	
: BIORRESIDUOS ANIMALES (2.0% MDS)															
: BIORRESIDUOS ANIMALES (4.0% MDS)															
: BIORRESIDUOS ANIMALES (6.0% MDS)															
: BIORRESIDUOS ANIMALES (8.0% MDS)															


KENNY HUAMANI GAMARRA
 INGENIERO CIVIL
 CIP 24150331
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO EN SUELOS : "ADICIÓN DE BIORRESIDUO ANIMALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE HUAMANGA - QORIHUILLCA, AYACUCHO 2022"

MUESTRA	ENSAYOS DE COMPACTACION			ENSAYOS DE RESISTENCIA			ENSAYOS DE RESISTENCIA		
	Gravedad Especifica de los solidos del suelo	Máxima Densidad Seca MDS (Proctor Modificado tn/m3)	Optimo Contenido de Humedad OCH (Proctor Modificado %)	CBR al 100% de la MDS (%)	CBR al 95% de la MDS (%)	Categoría de la Sub Rasante	Resistencia Promedio (Kg/cm2)	Resistencia Promedio (MPa)	
: SUBRASANTE KM 1+750 : BIORRESIDUOS ANIMALES (0.0% MDS)	2.590	1.634	20.4	7.7	5.5	Insuficiente	13.6	1.3	
: SUBRASANTE KM 3+250 : BIORRESIDUOS ANIMALES (0.0% MDS)	2.659	1.714	17.0	9.9	7.5	Regular	15.2	1.5	
: SUBRASANTE KM 4+500 : BIORRESIDUOS ANIMALES (0.0% MDS)	2.689	1.590	20.8	2.8	2.5	Inadecuada	2.4	0.2	
		: BIORRESIDUOS ANIMALES (2.0% MDS)	1.571	21.4	10.0	7.6	Regular	7.4	0.7
		: BIORRESIDUOS ANIMALES (4.0% MDS)	1.492	24.4	14.6	12.5	Buena	17.1	1.7
		: BIORRESIDUOS ANIMALES (6.0% MDS)	1.469	26.3	19.7	17.2	Buena	28.8	2.8
		: BIORRESIDUOS ANIMALES (8.0% MDS)	1.403	29.9	14.8	14.3	Buena	20.9	2.1



CASAGRANDE
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

ANEXO 1.1
ENSAYOS DE
LABORATORIO
KM 1+750



EDUARDO ALONSO LAMARCA
INGENIERO CIVIL
C.R. 12.350



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

LIMITES DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS (PASANTE LA MALLA N° 40)

Proyecto : "ADICIÓN DE BIORRESIDUO ANIMALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE HUAMANGA - QORIHUILLCA, AYACUCHO 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-009

Región/Provinc : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ANGEL RIVERA POMAHUACRE - ELVIS CURI AVALOS

Distrito : HUAMANGA

Exploración : SUBRASANTE KM 1+750

Lugar : HUAMANGA - QORIHUILLCA

Estrato / Nivel : MATERIAL PROPIO

Fecha : JUNIO DEL 2022

DETERMINACIÓN DEL LIMITE PLÁSTICO DE LOS SUELOS (MTC E 111)

	RECIPIENTE	Nº	126	158		
1	PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE	gr	24.257	29.641		
2	PESO SUELO SECO+RECIPIENTE	gr	23.201	28.437		
3	PESO RECIPIENTE	gr	18.320	22.960		
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr	1.06	1.20		
5	PESO SECO (2)-(4)	gr	4.88	5.48		
6	HUMEDAD	%	21.65%	21.97%		

LIMITE PLÁSTICO

%

21.8%

DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E 110)

	RECIPIENTE	Nº	PROCEDIMIENTO DE MULTIPUNTO			UNIPUNTO
			47	75	145	
1	PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE	gr	36.131	38.334	36.911	
2	PESO SUELO SECO+RECIPIENTE	gr	33.143	34.278	32.659	
3	PESO RECIPIENTE	gr	22.391	21.789	21.123	
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr	2.988	4.057	4.252	
5	PESO SECO (2)-(4)	gr	10.752	12.489	11.536	
6	HUMEDAD	%	27.79%	32.48%	36.85%	
7	NUMERO DE GOLPES	Nº	35	25	16	

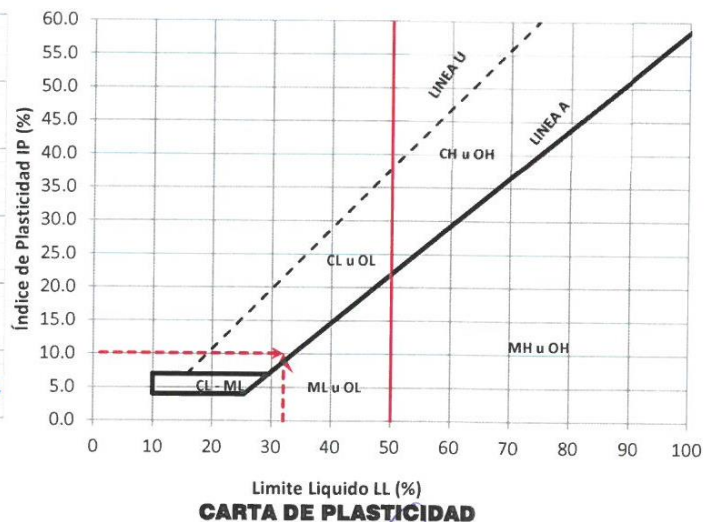
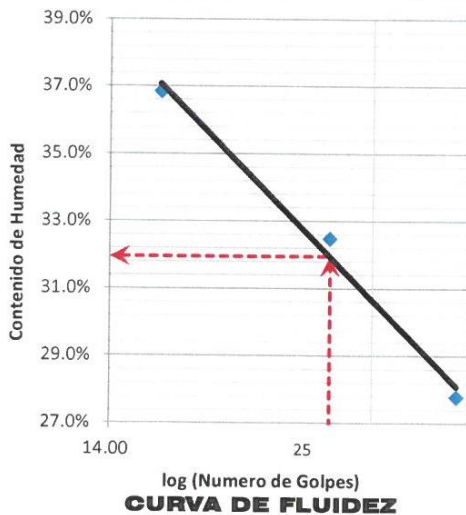
LIMITE LIQUIDO

%

32.0%

ÍNDICE PLÁSTICO (%) IP=LL-LP=

10.1%



KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP 183503
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO (MTC E 107)

Proyecto : "ADICIÓN DE BIORRESIDUO ANIMALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE HUAMANGA - QORIHUILLCA, AYACUCHO 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-009

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ANGEL RIVERA POMAHUACRE - ELVIS CURI AVALOS

Distrito : HUAMANGA

Exploración : SUBRASANTE KM 1+750

Lugar : HUAMANGA - QORIHUILLCA

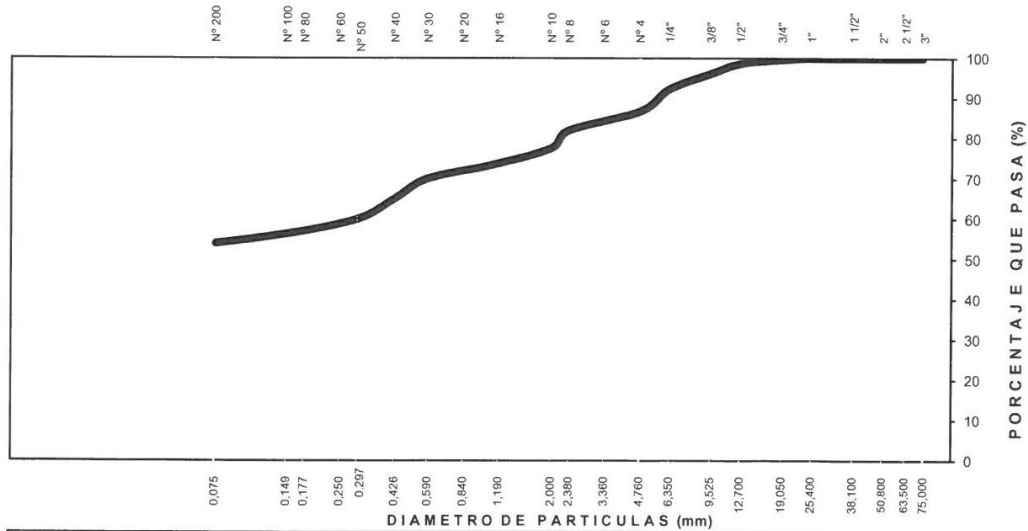
Estrato/Nivel : MATERIAL PROPIO

Fecha : JUNIO DEL 2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	TAMIZ	Abertura (mm)	PESO (gr)	% RETEN	% RETEN	% QUE	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
	ASTM		RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA	
	3"	75.000	-	-	-	100.00	ENSAYOS ESTÁNDAR
	2 1/2"	63.500	-	-	-	100.00	Peso seco inicial (gr) 7333.2
	2"	50.800	-	-	-	100.00	Peso seco lavado (gr) 3379.3
	1 1/2"	38.100	-	-	-	100.00	Pérdida por lavado (gr) 3953.9
	1"	25.400	-	-	-	100.00	Humedad (%) 37.30
	3/4"	19.000	29.25	0.40	0.40	99.60	% Grava 13.3
	1/2"	12.700	76.05	1.04	1.44	98.56	% Grava gruesa 0.4
	3/8"	9.500	180.90	2.47	3.90	96.10	% Grava fina 12.9
	1/4"	6.350	283.28	3.86	7.77	92.23	% Arena 32.8
	Nº 4	4.760	404.78	5.52	13.29	86.71	% Arena gruesa 9.2
	Nº 8	2.360	351.68	4.80	18.08	81.92	% Arena media 12.7
	Nº 10	2.000	320.85	4.38	22.46	77.54	% Arena fina 11.0
	Nº 16	1.100	309.15	4.22	26.67	73.33	% de Finos 53.9
	Nº 30	0.590	244.58	3.34	30.01	69.99	D ₁₀ = D _{e(mm)} = 0.0139
	Nº 40	0.425	374.85	5.11	35.12	64.88	D _{30(mm)} = 0.0417
	Nº 50	0.297	362.03	4.94	40.06	59.94	D _{60(mm)} = 0.2984
	Nº 100	0.149	269.78	3.68	43.73	56.27	Cu = -.-
	Nº 200	0.075	172.13	2.35	46.08	53.92	Cc = -.-
	Lavado		3,953.9	53.92	100.00		
TOTAL			7333.2	100.0			
							CLASIFICACIÓN
							AASHTO A-6 (3)
							Clasificación SUCS CL

ARCILLA LIGERA ARENOSA

CURVA GRANULOMÉTRICA



LIMO Y ARCILLA	ARENA			GRAVA		BOLÓN /BLOQ.
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA	

KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 120337
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CONTENIDO DE HUMEDAD PARA SUELOS (MTC E 108)

Proyecto : "ADICIÓN DE BIORRESIDUO ANIMALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE HUAMANGA - QORIHUILLCA, AYACUCHO 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-009

Región/Prov. : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ANGEL RIVERA POMAHUACRE - ELVIS CURI AVALOS

Distrito : HUAMANGA

Exploración : SUBRASANTE KM 1+750

Lugar : HUAMANGA - QORIHUILLCA

Estrato/Nivel : MATERIAL PROPIO

Fecha : JUNIO DEL 2022

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD

RECIPIENTE	Nº	345	267
PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE DE LA MUESTRA	gr	1,103.70	1,068.30
PESO SUELO SECO+RECIPIENTE DE LA MUESTRA	gr	938.20	895.90
PESO RECIPIENTE	gr	133.74	85.60
PESO AGUA EN LA MUESTRA	gr	165.50	172.40
PESO SECO DE LA MUESTRA	gr	804.46	810.30
HUMEDAD	%	20.6%	21.3%
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	20.9%	



CASAGRANDE
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

ANEXO 1.1
ENSAYOS DE
LABORATORIO
KM 1+750


KENNY HUAMANI SAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 140223
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)

Página 1 de 2

Proyecto : "ADICIÓN DE BIORRESIDUO ANIMALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE HUAMANGA - QORIHUILLCA, AYACUCHO 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-009

Región/Provi: AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ANGEL RIVERA POMAHUACRE - ELVIS CURI AVALOS

Distrito : HUAMANGA

Exploración : SUBRASANTE KM 4+500

Lugar : HUAMANGA - QORIHUILLCA

Estrato/Nivel : BIORRESIDUOS ANIMALES (6.0% MDS)

Fecha : JUNIO DEL 2022

COMPACTACION DEL CBR

MOLDE Nº	51	41	31			
CAPAS Nº	5	5	5			
GOLPES POR CAPA	56	26	12			
COND. DE LA MUESTRA	HUMEDO	HUMEDO	HUMEDO			
PESO MOLDE+S. HÚM. gr	11,591	11,372	11,178			
PESO DEL MOLDE gr	7,682.00	7,642.00	7,587.00			
PESO SUELO HÚM. gr	3,909.00	3,730.00	3,591.00			
VOLUMEN DEL MOLDE cm3	2,107.53	2,101.14	2,118.22			
DENSIDAD HÚMEDA gr/cm3	1.85	1.78	1.70			
DENSIDAD SECA gr/cm3	1.47	1.40	1.34			
Contenido de Humedad	Humedad: inicial		Humedad: inicial		Humedad: inicial	
TARRO Nº Nro.	351	116	351	116	351	116
TARRO+SUELO HÚM. gr	847.5	700.5	847.5	700.5	847.5	700.5
TARRO+SUELO SECO gr	699.4	569.9	699.4	569.9	699.4	569.9
PESO DEL TARRO gr	131.46	88.50	131.46	88.50	131.46	88.50
% DE HUMEDAD %	26.08	27.13	26.08	27.13	26.08	27.13
HUMEDAD %	26.60		26.60		26.60	
ABSORCIÓN %						

EXPANSIÓN

DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%
4	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (mm) (plg)	Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE			
		Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	
0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.630	0.025	0.70	0.70	0.36	0.75	0.75	0.39	0.86	0.86	0.44	
1.270	0.050	1.42	1.42	0.74	1.38	1.38	0.71	1.45	1.45	0.75	
1.900	0.075	2.07	2.07	1.07	1.84	1.84	0.95	1.77	1.77	0.92	
2.540	0.100	6.9	2.69	2.69	1.39	2.28	2.28	1.18	2.06	2.06	1.07
3.170	0.125		3.26	3.26	1.69	2.66	2.66	1.37	2.34	2.34	1.21
3.810	0.150		3.80	3.80	1.97	3.04	3.04	1.57	2.60	2.60	1.34
4.445	0.175		4.30	4.30	2.22	3.40	3.40	1.76	2.86	2.86	1.48
5.080	0.200	10.35	4.74	4.74	2.45	3.72	3.72	1.92	3.09	3.09	1.60
7.620	0.300		6.35	6.35	3.28	4.86	4.86	2.51	3.89	3.89	2.01

KENNY HUAMAN GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 120033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



LIMITES DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS (PASANTE LA MALLA N° 40)

Proyecto : "ADICIÓN DE BIORRESIDUO ANIMALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE HUAMANGA - QORIHUILLCA, AYACUCHO 2022"
 Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-009 Región/Provinc : AYACUCHO / HUAMANGA
 Solicitante : ANGEL RIVERA POMAHUACRE - ELVIS CURI AVALOS Distrito : HUAMANGA
 Exploración : SUBRASANTE KM 4+500 Lugar : HUAMANGA - QORIHUILLCA
 Estrato / Nivel : MATERIAL PROPIO Fecha : JUNIO DEL 2022

DETERMINACIÓN DEL LIMITE PLÁSTICO DE LOS SUELOS (MTC E 111)

	RECIPIENTE	Nº	145	142		
1	PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE	gr	33.221	36.310		
2	PESO SUELO SECO+RECIPIENTE	gr	31.715	34.587		
3	PESO RECIPIENTE	gr	25.560	27.156		
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr	1.51	1.72		
5	PESO SECO (2)-(4)	gr	6.16	7.43		
6	HUMEDAD	%	24.46%	23.18%		

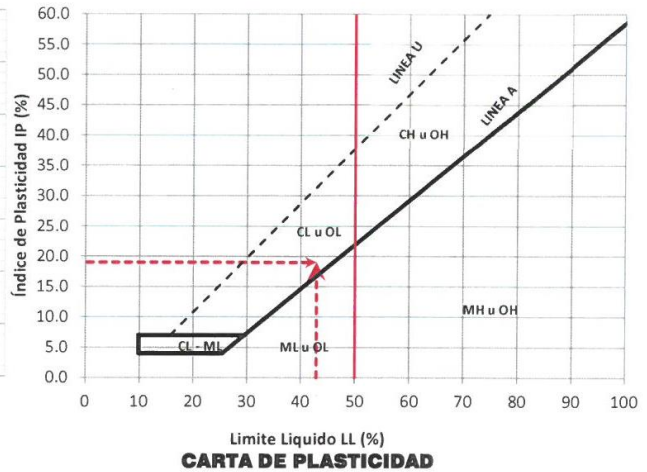
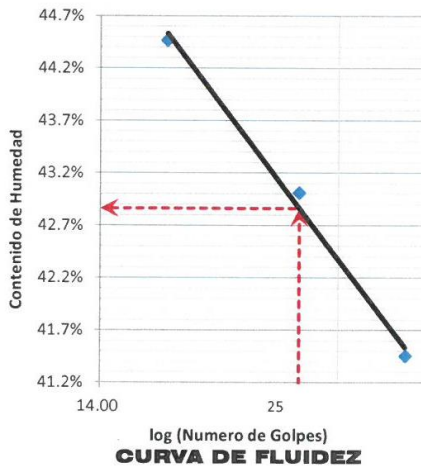
LIMITE PLÁSTICO % **23.8%**

DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E 110)

	RECIPIENTE	Nº	PROCEDIMIENTO DE MULTIPUNTO			UNIPUNTO
			45	321	114	
1	PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE	gr	38.345	40.684	39.173	
2	PESO SUELO SECO+RECIPIENTE	gr	35.000	36.086	35.188	
3	PESO RECIPIENTE	gr	26.932	25.395	26.228	
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr	3.345	4.598	3.984	
5	PESO SECO (2)-(4)	gr	8.068	10.690	8.960	
6	HUMEDAD	%	41.45%	43.01%	44.47%	
7	NUMERO DE GOLPES	Nº	34	25	17	

LIMITE LIQUIDO % **42.9%**

INDICE PLÁSTICO (%) IP=LL-LP= 19.0%



KENNY HUAMANI GAMARRA
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 130033
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

ANEXO 1.3
ENSAYOS DE
LABORATORIO
KM 4+500



KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 180283
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE SUELO METODO B (MTC E 1103, MTC E 1101)

Proyecto : "ADICIÓN DE BIORRESIDUO ANIMALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE HUAMANGA - QORIHUILLCA, AYACUCHO 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-009

Región/Prov: AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ANGEL RIVERA POMAHUACRE - ELVIS CURI AVALOS

Distrito : HUAMANGA

Exploración : SUBRASANTE KM 3+250

Lugar : HUAMANGA - QORIHUILLCA

Estrato/Nivel : MATERIAL PROPIO

Fecha : JUNIO DEL 2022

DATOS DE LA MUESTRA


Clasificación SUCS : SC ARENA ARCILLOSA CON GRAVA
Clasificación AASHTO : A-6 (2) MDS = 1.71 gr/cm³ OCH = 17.00 %
% Retenido acumulado malla N° 4 : 29.08 % Pasa acumulado malla N° 4 : 70.92

DATOS DEL MOLDEO

PORCENTAJE DE ADITIVO (BIORRESIDUOS ANIMALES)		0.0		
MOLDE N°		1	2	3
PESO MOLDE+S. HÚM.	gr	1,735	1,732	1,724
PESO DEL MOLDE	gr	601.00	602.50	601.90
PESO SUELO HÚM.	gr	1,134.40	1,129.84	1,122.28
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³	561.58	559.42	561.83
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm ³	2.02	2.02	2.00
HUMEDAD	TARRO Nro.	41	43	171
TARRO+SUELO HÚM.	gr	564.37	563.75	633.42
TARRO+SUELO SECO	gr	503.79	500.52	546.88
PESO DEL TARRO	gr	132.08	100.77	21.75
% DE HUMEDAD	%	16.30	15.82	16.48
DENSIDAD SECA	gr/cm ³	1.74	1.74	1.71

ENSAYO DE COMPRESION

EDAD	días	7	7	7
DIAMETRO PROMEDIO	mm	71.2	71.1	71.2
ALTURA	mm	141.0	140.9	141.1
RELACION H/D		1.98	1.98	1.98
FACTOR DE CORRECCION		1.00	1.00	1.00
LECTURA DE ENSAYO	kN	6.0	6.1	5.8
RESISTENCIA FC	kg/cm ²	15.2	15.5	14.9
RESISTENCIA PROM	kg/cm²	15.2		
RESISTENCIA PROM	MPa	1.5		


 KENNY HUAMANIGAMARRA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 180033
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)

Página 2 de 2

Proyecto : "ADICIÓN DE BIORRESIDUO ANIMALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE HUAMANGA - QORIHUILLCA, AYACUCHO 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-009

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ANGEL RIVERA POMAHUACRE - ELVIS CURI AVALOS

Distrito : HUAMANGA

Exploración : SUBRASANTE KM 3+250

Lugar : HUAMANGA - QORIHUILLCA

Estrato/Nivel : BIORRESIDUOS ANIMALES (0.0% MDS)

Fecha : JUNIO DEL 2022

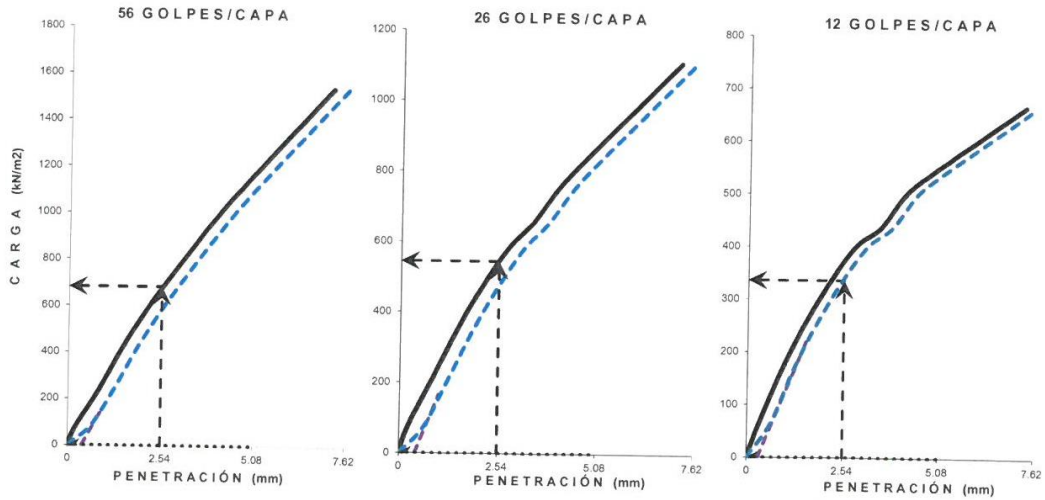
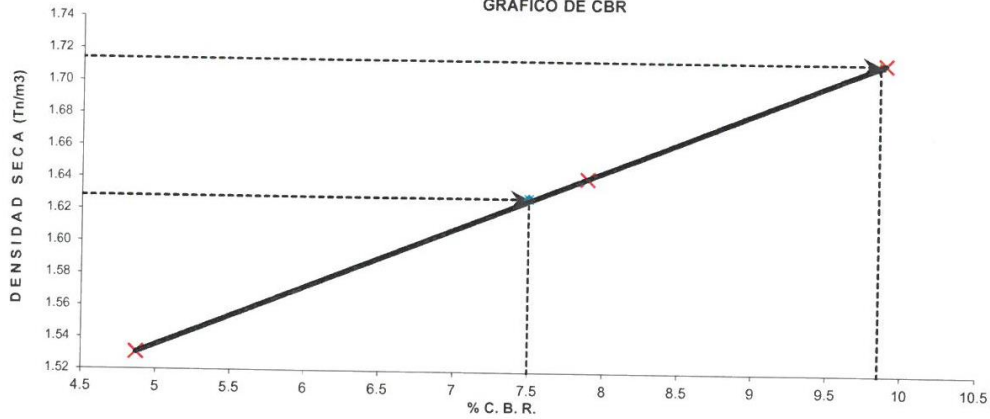
DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS :	SC	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA	AASHTO :	A-6 (2)
Máxima Densidad Seca MDS (tn/m ³) :	1.71	Optimo Contenido de Humedad OCH % =	17.00	
% Grava =	29.1	% Arena =	29.4	% Finos = 41.5
		LL % =	36.5%	LP % = 22.2%
Expansión % =	0.04%	Embebido (días) =	4.0	IP % = 14.2%

RESULTADOS DEL ENSAYO (0.1" DE PENETRACIÓN)

CBR AL 100% DE MDS (0.1") =	9.9	CBR AL 95% DE LA MDS (0.1") =	7.5	CBR AL 90% MDS =	-.
-----------------------------	-----	-------------------------------	-----	------------------	----

GRÁFICO DE CBR



KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP: 170533
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)

Página 1 de 2

Proyecto : "ADICIÓN DE BIORRESIDUO ANIMALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE HUAMANGA - QORIHUILLCA, AYACUCHO 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-009

Región/Provi : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ANGEL RIVERA POMAHUACRE - ELVIS CURI AVALOS

Distrito : HUAMANGA

Exploración : SUBRASANTE KM 3+250

Lugar : HUAMANGA - QORIHUILLCA

Estrato/Nivel : BIORRESIDUOS ANIMALES (0.0% MDS)

Fecha : JUNIO DEL 2022

COMPACTACION DEL CBR									
MOLDE Nº	11			12			1		
CAPAS Nº	5			5			5		
GOLPES POR CAPA	56			26			12		
COND. DE LA MUESTRA	HUMEDO			HUMEDO			HUMEDO		
PESO MOLDE+S. HÚM.	gr	11,771		11,868		11,976			
PESO DEL MOLDE	gr	7,577.00		7,811.00		8,178.00			
PESO SUELO HÚM.	gr	4,194.00		4,057.00		3,798.00			
VOLUMEN DEL MOLDE	cm3	2,089.34		2,110.84		2,118.70			
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm3	2.01		1.92		1.79			
DENSIDAD SECA	gr/cm3	1.71		1.64		1.53			
Contenido de Humedad		Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		Humedad: inicial		
TARRO Nº	Nro.	338	329		338	329	338	329	
TARRO+SUELO HÚM.	gr	644.5	722.4		644.5	722.4	644.5	722.4	
TARRO+SUELO SECO	gr	570.6	636.4		570.6	636.4	570.6	636.4	
PESO DEL TARRO	gr	140.30	132.12		140.30	132.12	140.30	132.12	
% DE HUMEDAD	%	17.17	17.05		17.17	17.05	17.17	17.05	
HUMEDAD	%	17.11			17.11		17.11		
ABSORCIÓN	%								

EXPANSIÓN									
DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%
4	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%

PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN (mm) (plg)		Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
			Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)
0.000	0.000		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.630	0.025		0.16	0.16	0.08	0.15	0.15	0.08	0.12	0.12	0.06
1.270	0.050		0.47	0.47	0.24	0.42	0.42	0.22	0.34	0.34	0.17
1.900	0.075		0.82	0.82	0.42	0.69	0.69	0.35	0.51	0.51	0.26
2.540	0.100	6.9	1.13	1.13	0.58	0.92	0.92	0.48	0.66	0.66	0.34
3.170	0.125		1.40	1.40	0.72	1.12	1.12	0.58	0.78	0.78	0.40
3.810	0.150		1.66	1.66	0.86	1.26	1.26	0.65	0.85	0.85	0.44
4.445	0.175		1.91	1.91	0.99	1.45	1.45	0.75	0.97	0.97	0.50
5.080	0.200	10.35	2.13	2.13	1.10	1.60	1.60	0.83	1.04	1.04	0.54
7.620	0.300		2.97	2.97	1.54	2.15	2.15	1.11	1.29	1.29	0.67

KENNY HUAMANI SAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP 1730933
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (MTC E 115)

Proyecto : "ADICIÓN DE BIORRESIDUO ANIMALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE HUAMANGA - QORIHUILLCA, AYACUCHO 2022"
 Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-009 Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA
 Solicitante : ANGEL RIVERA POMAHUACRE - ELVIS CURI AVALOS Distrito : HUAMANGA
 Exploración : SUBRASANTE KM 3+250 Lugar : HUAMANGA - QORIHUILLCA
 Estrato/Nivel : BIORRESIDUOS ANIMALES (0.0% MDS) Fecha : JUNIO DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS :	SC ARENA ARCILLOSA CON GRAVA	METODO C
Clasificación AASHTO :	A-6 (2)	Capas : 5.00 Golpes/Capa 56
% Retenido acumulado malla N° 4 :	29.1	Material Pasante a usar PASA 3/4 "
% Retenido acumulado malla 3/8" :	20.6	Molde (Pulg) 6 Código M4
% Retenido acumulado malla 3/4" :	11.5	Peso Molde (gr) : 4105.00 Vol.(cm3) : 939.81

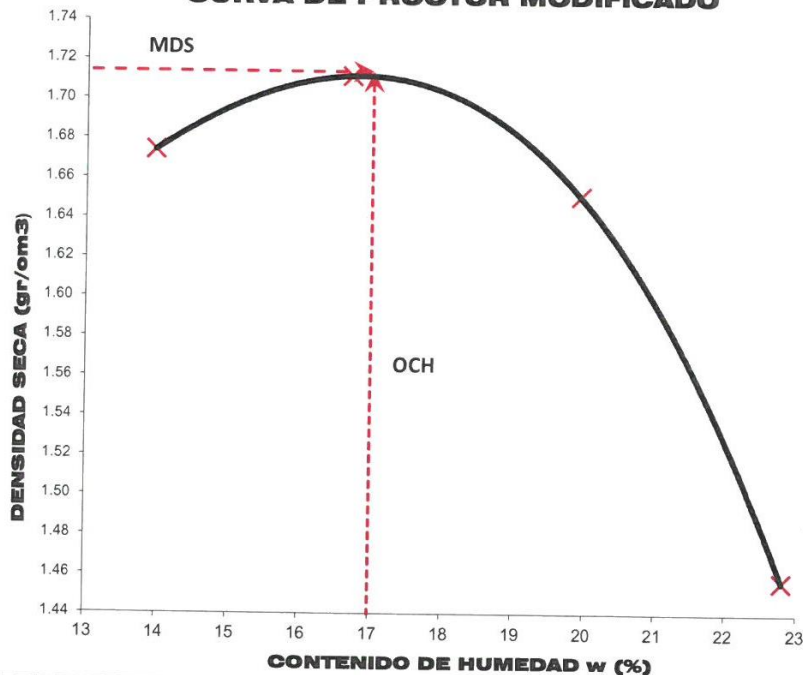
ENSAYO DE COMPACTACIÓN

Determinación N°	01	02	03	04
Peso del molde y muestra	gr 5,898	5,982	5,966	5,786
Peso de la muestra compactada	gr 1,792.9	1,877.4	1,860.9	1,681.0
Densidad húmeda	gr/cc 1.91	2.00	1.98	1.79
Densidad seca	gr/cc 1.67	1.71	1.65	1.46

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tarro N°	41.0	42.0	49.0	68.0
Peso tarro + suelo húmedo	gr 579.17	777.24	576.59	709.88
Peso de tarro + suelo seco	gr 516.58	676.22	492.49	590.49
Peso del tarro	gr 68.29	71.70	70.34	66.92
Peso del agua	gr 62.59	101.02	84.10	119.39
Peso del suelo seco	gr 448.29	604.52	422.15	523.57
Contenido de humedad	% 13.96	16.71	19.92	22.80

CURVA DE PROCTOR MODIFICADO



OCH Optimo Contenido de Humedad (%)	17.00
MDS Máxima Densidad Seca (tn/m3)	1.714

KENNY HUAMANI GAMARRA
 INGENIERO CIVIL
 RIF N° 150033
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada (Tabla No.3), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura $k = 2,013$ y la probabilidad de cobertura, la cual es del 95,45%, con una distribución "t-student". La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la Calibración que se mencionan en la Pág. 2, se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma NTC-ISO 7500-1:2007 Materiales Metálicos. Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de Ensayo de Tracción/Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medida de Fuerza

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1	1	1,5	0,1	0,5
2	2	2	3	0,2	1
3	3	3	4,5	0,3	1,5

*El error realtivo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

OBSERVACIONES

1. Se emplea la coma (,) como separador decimal.
2. En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. NTC-ISO 7500-1:2007
3. Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. F-22933-011

Fin del Certificado

LM-PC-05-F-01 R12.0


Kenny HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl. 18 #1033-72 | PBX: 57 (1) 745 4555 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 4.

Coefficientes para el cálculo de la fuerza en función de su deformación y su R², el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A ₀	A ₁	A ₂	A ₃	---	R ²
2,93500 E-01	1,00636 E00	-1,25233 E-06	8,06138 E-11		1,0000 E00

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

Tabla 5.

Valores calculados en función de la fuerza aplicada

Indicación kN	0,00	10,00	20,00	30,00	40,00
100,00	100,92	110,98	121,04	131,10	141,16
150,00	151,22	161,28	171,34	181,40	191,46
200,00	201,52	211,57	221,63	231,69	241,75
250,00	251,81	261,86	271,92	281,98	292,03
300,00	302,09	312,15	322,20	332,26	342,31
350,00	352,37	362,42	372,48	382,53	392,59
400,00	402,64	412,70	422,75	432,80	442,86
450,00	452,91	462,96	473,01	483,07	493,12
500,00	503,17	513,22	523,27	533,32	543,38
550,00	553,43	563,48	573,53	583,58	593,63
600,00	603,68	613,73	623,77	633,82	643,87
650,00	653,92	663,97	674,02	684,06	694,11
700,00	704,16	714,21	724,25	734,30	744,35
750,00	754,39	764,44	774,48	784,53	794,58
800,00	804,62	814,67	824,71	834,76	844,80
850,00	854,84	864,89	874,93	884,98	895,02
900,00	905,06	915,10	925,15	935,19	945,23
950,00	955,27	965,32	975,36	985,40	995,44
1 000,00	1 005,5				

Tabla 6.

Valores Residuales

Indicación del IBC kN	Promedio S1, 2 y 3 kN	Por Interpolación kN	Residuales kN
100,00	100,84	100,92	0,07
200,00	201,63	201,52	- 0,11
300,00	302,19	302,09	- 0,10
400,00	402,38	402,64	0,26
500,00	503,36	503,17	- 0,19
600,00	603,63	603,68	0,05
700,00	704,02	704,16	0,14
800,00	804,68	804,62	- 0,06
900,00	905,18	905,06	- 0,12
1 000,00	1 005,4	1 005,5	0,08

LM-PC-05-F-01 R12.0



KENNY HUAMANI GONZALEZ
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1033 72 | PBX: 57 (1) 745 4555 | 3174233540 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO





RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 2.

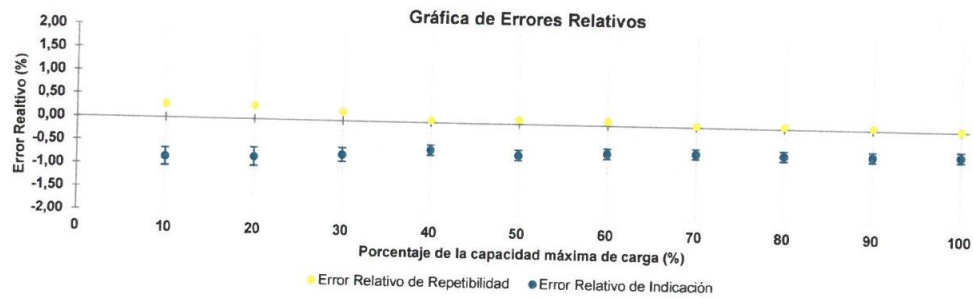
Error realtivo de cero, f_0 , calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

$f_{0,S1}$ %	$f_{0,S2}$ %	$f_{0,S2'}$ %	$f_{0,S3}$ %	$f_{0,S4}$ %
0,000	0,000	---	0,000	---

Tabla 3.

Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC	Errores Relativos				Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida		$k_{p=95\%}$
	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad			U		
%	kN	q %	b %	v %	a %	kN	%	----
10	100,00	-0,84	0,30	---	0,010	0,19	0,19	2,01
20	200,00	-0,81	0,30	---	0,005	0,39	0,20	2,01
30	300,00	-0,73	0,20	---	0,003	0,44	0,15	2,01
40	400,00	-0,59	0,05	---	0,003	0,44	0,11	2,01
50	500,00	-0,67	0,10	---	0,002	0,55	0,11	2,01
60	600,00	-0,60	0,10	---	0,002	0,66	0,11	2,01
70	700,00	-0,57	0,03	---	0,001	0,77	0,11	2,01
80	800,00	-0,58	0,05	---	0,001	0,88	0,11	2,01
90	900,00	-0,57	0,06	---	0,001	0,99	0,11	2,01
100	1 000,0	-0,54	0,02	---	0,001	1,1	0,11	2,01



CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura Ambiente Máxima: 19,4 °C
Humedad Relativa Máxima: 46 % HR

Temperatura Ambiente Mínima: 19,1 °C
Humedad Relativa Mínima: 45 % HR

LM-PC-05-F-01 R12.0

KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
C.C.P. N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: C/ 18 #1038-72 | Fbx: 57 (1) 745 4555 | 3174232540 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO





DATOS TÉCNICOS

Máquina de Ensayo Bajo Calibración		Instrumento(s) de Referencia	
Clase	1,0	Instrumento	Transductor de Fuerza de 1 MN
Dirección de Carga	Compresión	Modelo	KAL 1MN
Tipo de Indicación	Digital	Clase	0,5
División de Escala	0,01 kN	Número de Serie	HV325-911250
Resolución	0,01 kN	Certificado de Calibración	5047 del INM
Intervalo de Medición Calibrado	Del 20 % al 100 % de la carga máxima.	Próxima Calibración	2023-02-03
Límite Inferior de la Escala	2 kN		

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia NTC-ISO 7500-1:2007 Materiales Metálicos. Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de Ensayo de Tracción/Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medida de Fuerza, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición. Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

Se realizó una inspección general de la máquina y se determina que: Se puede continuar la calibración como se recibe el equipo

Tabla 1.

Indicaciones como se recibió y se entregó la máquina después de ajuste

Indicación del IBC		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					Promedio S _{1, 2 y 3} kN
		S ₁ Ascendente kN	S ₂ Ascendente kN	S ₂ ' No Aplica ----	S ₃ Ascendente kN	S ₄ No Aplica ----	
%	kN						
10	100,00	100,81	101,01	----	100,71	----	100,84
20	200,00	201,76	201,26	----	201,86	----	201,63
30	300,00	301,79	302,39	----	302,39	----	302,19
40	400,00	402,31	402,51	----	402,31	----	402,38
50	500,00	503,02	503,53	----	503,53	----	503,36
60	600,00	603,93	603,33	----	603,63	----	603,63
70	700,00	703,92	704,12	----	704,02	----	704,02
80	800,00	804,42	804,82	----	804,82	----	804,68
90	900,00	905,21	904,91	----	905,41	----	905,18
100	1 000,00	1 005,3	1 005,5	----	1 005,4	----	1 005,4

LM-PC-05-F-01 R12.0


KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1033-72 | PBX: 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO





Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

Calibration Certificate - Laboratory of Force

F-22933-011 R0

Page / Pág. 1 de 5

Equipo <i>Instrument</i>	MÁQUINA DIGITAL DOBLE RANGO PARA ENSAYOS DE CONCRETOS	<p>Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PINZUAR S.A.S.	
Modelo <i>Model</i>	PC-42D	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	284	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	PDC-001	
Capacidad Máxima <i>Maximum Capacity</i>	1000 kN	
Solicitante <i>Customer</i>	CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION SAC	
Dirección <i>Address</i>	Jr. Quinua 570	
Ciudad <i>City</i>	HUAMANGA - AYACUCHO	
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2022 - 03 - 22	
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2022 - 03 - 29	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	05	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate


Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología


Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda
Metrologo Laboratorio de Metrología


KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 13601
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

LM-PC-05-F-01 R12.0

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #103B 72 | Pbx. 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO





INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada (Tabla No.3), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura $k = 2,013$ y la probabilidad de cobertura, la cual es del 95,45%, con una distribución "t-student". La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition, September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la Calibración que se mencionan en la Pág. 2, se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma NTC-ISO 7500-1:2007 Materiales Metálicos. Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de Ensayo de Tracción/Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medida de Fuerza

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1	1	1,5	0,1	0,5
2	2	2	3	0,2	1
3	3	3	4,5	0,3	1,5

*El error realtivo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

OBSERVACIONES

1. Se emplea la coma (,) como separador decimal.
2. En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. NTC-ISO 7500-1:2007
3. Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. F-22933-013

Fin del Certificado

LM-PC-05-F-01 R12.0


KENNY HDAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #103B 72 | PBX: 57 (1) 745 4555 | 3172233640 | inform@pinzuar.com | WWW.PINZUAR.COM.CO



RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 4.

Coefficientes para el cálculo de la fuerza en función de su deformación y su R², el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A ₀	A ₁	A ₂	A ₃	---	R ²
-1,83833 E-01	1,00289 E00	-3,30427 E-08	3,44646 E-13		1,0000 E00

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

Tabla 5.

Valores calculados en función de la fuerza aplicada

Indicación N	Indicación				
	0	500	1 000	1 500	2 000
5 000	5 013,5	5 514,8	6 016,0	6 517,3	7 018,5
7 500	7 519,8	8 021,0	8 522,2	9 023,4	9 524,6
10 000	10 025,8	10 526,9	11 028,1	11 529,2	12 030,3
12 500	12 531,5	13 032,6	13 533,7	14 034,7	14 535,8
15 000	15 036,9	15 538,0	16 039,0	16 540,1	17 041,1
17 500	17 542,1	18 043,1	18 544,2	19 045,2	19 546,2
20 000	20 047,2	20 548,1	21 049,1	21 550,1	22 051,1
22 500	22 552,0	23 053,0	23 554,0	24 054,9	24 555,9
25 000	25 056,8	25 557,7	26 058,7	26 559,6	27 060,5
27 500	27 561,5	28 062,4	28 563,3	29 064,2	29 565,2
30 000	30 066,1	30 567,0	31 067,9	31 568,8	32 069,8
32 500	32 570,7	33 071,6	33 572,5	34 073,4	34 574,3
35 000	35 075,3	35 576,2	36 077,1	36 578,0	37 079,0
37 500	37 579,9	38 080,8	38 581,8	39 082,7	39 583,7
40 000	40 084,6	40 585,6	41 086,5	41 587,5	42 088,4
42 500	42 589,4	43 090,4	43 591,4	44 092,4	44 593,4
45 000	45 094,4	45 595,4	46 096,4	46 597,4	47 098,4
47 500	47 599,5	48 100,5	48 601,6	49 102,6	49 603,7
50 000	50 104,8				

Tabla 6.

Valores Residuales

Indicación del IBC N	Promedio S1, 2 y 3 N	Por Interpolación N	Residuales
			N
5 000	5 013,6	5 013,5	0
10 000	10 025,6	10 025,8	0
15 000	15 036,9	15 036,9	0
20 000	20 047,3	20 047,2	0
25 000	25 056,8	25 056,8	0
30 000	30 066,1	30 066,1	0
35 000	35 075,1	35 075,3	0
40 000	40 084,5	40 084,6	0
45 000	45 094,6	45 094,4	0
50 000	50 104,7	50 104,8	0

LM-PC-05-F-01 R12.0

KENNY HOSMAYANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #103R-72 | Pbx: 57 (0) 745 4555 - 3174233640 | Email: info@pinzuar.com.co | WWW.PINZUARCOMCO





RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 2.

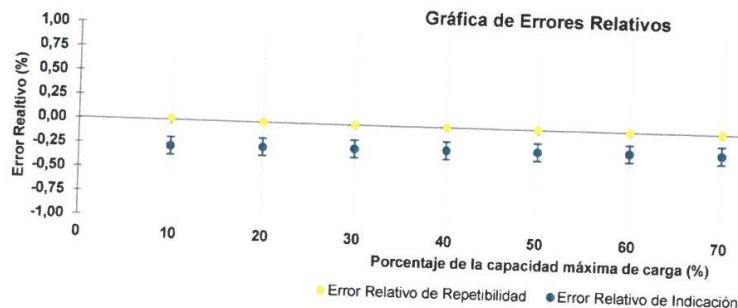
Error realtivo de cero, f_0 , calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

$f_{0,S1}$ %	$f_{0,S2}$ %	$f_{0,S2'}$ %	$f_{0,S3}$ %	$f_{0,S4}$ %
0,000	0,000	---	0,000	---

Tabla 3.

Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC %	N	Errores Relativos			Resolución Relativa a %	Incertidumbre Expandida U		k $p = 95\%$ ----
		Indicación q %	Repetibilidad b %	Reversibilidad v %		N	%	
10	5 000,0	-0,270	0,016	---	0,020	4,5	0,090	2,01
20	10 000,0	-0,255	0,002	---	0,010	9,0	0,090	2,01
30	15 000,0	-0,245	0,004	---	0,007	14	0,090	2,01
40	20 000,0	-0,236	0,003	---	0,005	18	0,090	2,01
50	25 000,0	-0,227	0,003	---	0,004	23	0,090	2,01
60	30 000,0	-0,220	0,002	---	0,003	27	0,090	2,01
70	35 000,0	-0,214	0,002	---	0,003	32	0,090	2,01
80	40 000,0	-0,211	0,002	---	0,003	36	0,090	2,01
90	45 000,0	-0,210	0,001	---	0,002	41	0,090	2,01
100	50 000,0	-0,209	0,000	---	0,002	45	0,090	2,01



CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura Ambiente Máxima: 20,4 °C
Humedad Relativa Máxima: 47 % HR

Temperatura Ambiente Mínima: 20,1 °C
Humedad Relativa Mínima: 47 % HR

LM-PC-05-F-01 R12.0

KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 # 1033-72 I.F.Bx. 57 (1) 748 4855 3174233640 | labmetrologia@pinzuaramco | WWW.PINZUAR.COM.CO



DATOS TÉCNICOS

Máquina de Ensayo Bajo Calibración		Instrumento(s) de Referencia	
Clase	1,0	Instrumento	Transductor de Fuerza de 50 kN
Dirección de Carga	Compresión	Modelo	14711
Tipo de Indicación	Digital	Clase	0.0
División de Escala	1 N	Número de Serie	620
Resolución	1 N	Certificado de Calibración	4277 del INM
Intervalo de Medición Calibrado	Del 10 % al 100 % de la carga máxima.	Próxima Calibración	2023 - 03 - 22
Límite Inferior de la Escala	200 N		

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia NTC-ISO 7500-1:2007 Materiales Metálicos. Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de Ensayo de Tracción/Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medida de Fuerza, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición. Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

Se realizó una inspección general de la máquina y se determina que: Se puede continuar la calibración como se recibe el equipo

Tabla 1.

Indicaciones como se recibió y se entregó la máquina después de ajuste

Indicación del IBC	Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie						Promedio S _{1, 2 y 3} N
	S ₁	S ₂	S ₂ '	S ₃	S ₄	N	
	Ascendente	Ascendente	No Aplica	Ascendente	No Aplica		
%	N	N	N	----	----	----	
10	5 000	5 013,6	5 013,1	----	5 013,9	----	5 013,6
20	10 000	10 025,5	10 025,6	----	10 025,7	----	10 025,6
30	15 000	15 036,8	15 037,3	----	15 036,7	----	15 036,9
40	20 000	20 047,6	20 047,0	----	20 047,3	----	20 047,3
50	25 000	25 057,2	25 056,5	----	25 056,7	----	25 056,8
60	30 000	30 066,3	30 066,2	----	30 065,8	----	30 066,1
70	35 000	35 075,6	35 074,9	----	35 074,9	----	35 075,1
80	40 000	40 084,2	40 084,9	----	40 084,5	----	40 084,5
90	45 000	45 094,4	45 095,0	----	45 094,4	----	45 094,6
100	50 000	50 104,8	50 104,7	----	50 104,6	----	50 104,7

LM-PC-05-F-01 R12.0


KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología | Cl 18 #103B 72 | Fbx: 57 (1) 745 4555 | 3174233e40 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO





Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

Calibration Certificate - Laboratory of Force

F-22933-013 R0

Page / Pág. 1 de 5

Equipo <i>Instrument</i>	MÁQUINA MULTIUSOS PARA ENSAYOS A COMPRESIÓN	<p>Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PINZUAR S.A.S.	
Modelo <i>Model</i>	PS-27	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	186	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	PRC-001	
Capacidad Máxima <i>Maximum Capacity</i>	50000 N	
Solicitante <i>Customer</i>	CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION SAC	
Dirección <i>Address</i>	Jr. Quinua 570	
Ciudad <i>City</i>	HUAMANGA - AYACUCHO	
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2022 - 03 - 22	
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2022 - 03 - 29	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	05	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda
Metrologo Laboratorio de Metrología

LM-PC-05-F-01 R12.0

KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN MÁQUINAS A COMPRESIÓN

KENNY HILDMANI GAMALRA
INGENIERO CIVIL
C.O.P. 110011
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



L-22933-016 RO

Page / Pág. 3 de 3

CONDICIONES AMBIENTALES

La calibración se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Metrología Pinzuar., las condiciones ambientales durante la ejecución fueron las siguientes:

Temperatura Máxima:	19,7 °C	Humedad Máxima:	55 %
Temperatura Mínima:	19,4 °C	Humedad Mínima:	54 %

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada (página No. 2 Tablas de resultados), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k y la probabilidad de cobertura aproximadamente al 95 %. Basados en el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la estampilla de calibración No. **L-22933-016**

LM-PC-23-F-01 R8.0

Fin de Certificado


KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #103B 72 | PBX: 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



DATOS TÉCNICOS

Tipo de Medición	Exteriores e Interiores
Método Empleado	Comparación Directa
Documento de Referencia	DI - 008 del Centro Español de Metrología, Edición 1
Tipo de Indicación	Analógica Tipo Nonio
Resolución	0,02 mm
Instrumentos de Referencia	Bloques Patrón Longitudinales de Caras Paralelas
Certificado No.	LMD201701 de Cidesi; 200295 de C.I.E.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Al equipo en referencia se le efectuó una inspección visual con la que se determinó que se encuentra en buen estado, las superficies de medición no presentan sobresaltos, por lo tanto, presenta una buena condición para la medición. Se procede a la realizar la toma de datos respectiva comparando la indicación del equipo con el valor nominal del bloque patrón iniciando la medición con la puesta a cero del equipo.

Tabla 1. Resultados de las Superficies para Medición de Exteriores

Valor Nominal mm	Promedio mm	Error μm	Incertidumbre Expandida μm	k (p=95,45%)
30	30,000	0	18	2,00
60	60,000	0	18	2,00
90	90,000	0	18	2,00
120	120,000	0	18	2,00
150	150,020	20	18	2,00
180	180,020	20	18	2,00
210	210,020	20	19	2,00
240	240,020	20	19	2,00
270	270,020	20	19	2,00
300	300,040	40	19	2,00

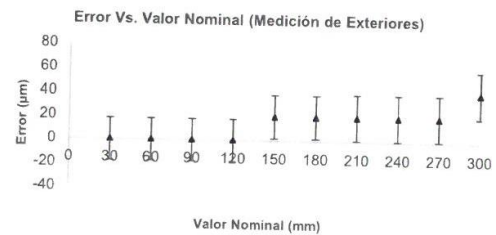
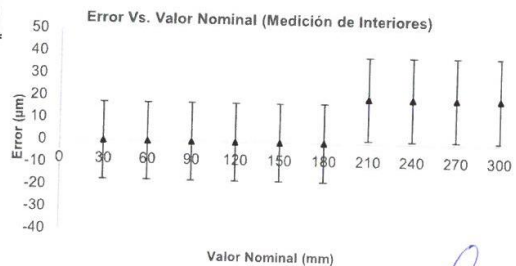


Tabla 2. Resultados de las Superficies para Medición de Interiores

Valor Nominal mm	Promedio mm	Error μm	Incertidumbre Expandida ± μm	k (p=95,45%)
30	30,000	0	17	2,01
60	60,000	0	17	2,01
90	90,000	0	17	2,01
120	120,000	0	17	2,01
150	150,000	0	17	2,00
180	180,000	0	18	2,00
210	210,020	20	19	2,00
240	240,020	20	19	2,00
270	270,020	20	19	2,00
300	300,020	20	19	2,00



LM-PC-23-F-01 R8.0

KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130933
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038 72 | Pbx. 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO





Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud
Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

L-22933-016 R0

Page / Pág. 1 de 3

Equipo <i>Instrument</i>	PIE DE REY
Fabricante <i>Manufacturer</i>	INSIZE
Modelo <i>Model</i>	1215-322
Número de Serie <i>Serial Number</i>	0921170080
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	VRN-002
Intervalo de Medición <i>Measurement Range</i>	0 mm a 300 mm
Solicitante <i>Customer</i>	CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION SAC
Dirección <i>Address</i>	Jr. Quinua 570
Ciudad <i>City</i>	HUAMANGA - AYACUCHO
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2022 - 03 - 22
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2022 - 03 - 29

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la comprobación de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This certificate documents and ensures the traceability to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsible for checking the measuring instruments at appropriate time intervals.

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos
Number of pages of the certificate and documents attached 03

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar, no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned certificates are not valid.

Firmas Autorizadas
Authorized Signatures

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Tecg. Jaiver Arnulfo López
Metrólogo Laboratorio de Metrología

LM-PC-23-F-01 R8.0

KENNY HUMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038 72 | Pbx. 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | info@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO





CASAGRANDE
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN
PIE DE REY

.....
KENNY HUAMANI CAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130933
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)

Definiciones

- ¹ Valor de temperatura programado en el controlador de equipo.
- ² Fluctuación de la temperatura determinada por un registro de datos durante un periodo mayor a 30 minutos, después de alcanzado el estado estable en la posición de referencia (centro del volumen útil).
- ³ Diferencia máxima de temperatura en un lugar de medición determinado por los extremos del volumen útil desde la posición de referencia (centro del volumen útil).
- ⁴ Intercambio de calor por radiación dado por la temperatura ambiente y la pared interna de la cámara que se diferencian a la temperatura del aire. Medida con un termómetro que está protegido contra la influencia de la pared con un escudo de radiación.
- ⁵ Máxima diferencia de temperatura encontrada por el sensor ubicado en la posición de referencia cuando el volumen útil del equipo está parcialmente ocupado y cuando se encuentra vacío. Prueba ejecutada a petición del cliente.

CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura Máxima 19,2 °C
Temperatura Mínima 18,1 °C

Humedad Máxima 50 %HR
Humedad Mínima 49 %HR

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada (página No. 2 Tablas de resultados), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k y la probabilidad de cobertura aproximadamente al 95 %. Basados en el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la etiqueta de calibración No. T-22933-019

LM-PC-21-F-01 R7.1

Fin del Documento

KENNY HUMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130533
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038 72 | PBX: 57 (1) 745 4555 - 3174233643 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)

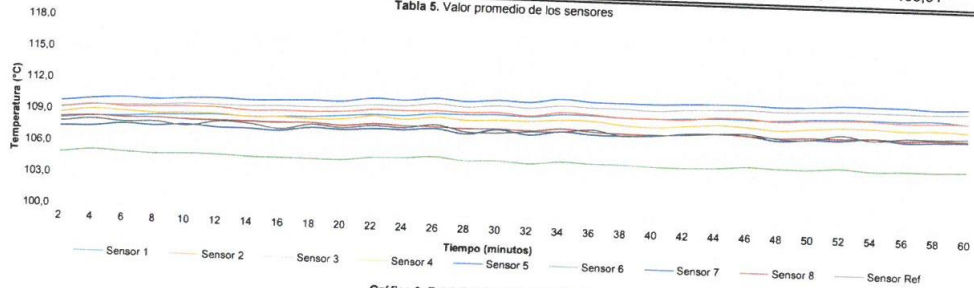
Resultados de la Caracterización para 110 °C

Set Point ¹ °C	Estabilidad del Medio ² °C	Uniformidad del Medio ³ °C	Efecto de Radiación ⁴ °C	Efecto de Carga ⁵ °C
110,00	0,54	3,01	2,35	-----

Tabla 4. Resultados de la caracterización

Sensor 1 °C	Sensor 2 °C	Sensor 3 °C	Sensor 4 °C	Sensor 5 °C	Sensor 6 °C	Sensor 7 °C	Sensor 8 °C	Sensor de Referencia °C
109,53	109,86	110,41	109,18	110,96	105,30	108,08	108,47	108,31

Tabla 5. Valor promedio de los sensores



LM-PC-21-F-01 R7.1


KENNY HUAMANI GAMARRA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 130033
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl. 18 #1038 72 I-FBX 57 (1) 745 4555 3174233643 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO





DATOS TÉCNICOS

Método Empleado Comparación Directa
Documento de Referencia DAKKS DKD-R 5 - 7 Kalibrierung von Klimaschränken 1. Neuauflage 2010
Resolución 0,01 °C
Patrón(es) de referencia Termómetro Digital
Certificado de Calibración T-21368-003 R0 de Pinzuar / T-21368-001 R0 de Pinzuar
Volumen útil 800 L

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Al medio isoterma en referencia se le efectuó una inspección visual y se determinó que estaba en buen estado. Se determinó que el medio presentaba una buena condición para la calibración, luego se procedió a la calibración y caracterización respectiva en los puntos acordados con el cliente ejecutando las pruebas estabilidad temporal y la uniformidad espacial.

Indicación del Patrón °C	Indicación del Equipo °C	Corrección °C	Incertidumbre Expandida °C	$k_{1p=95,45\%}$
58,8	60,0	-1,2	2,0	2,0
108,3	110,0	-1,7	4,5	2,0

Tabla 1. Resultados de la calibración



Gráfica 1. Ubicación de los sensores

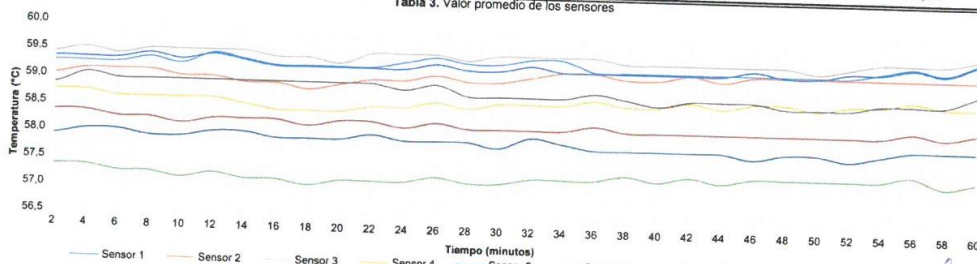
Resultados de la Caracterización para 60 °C

Set Point ¹ °C	Estabilidad del Medio ² °C	Uniformidad del Medio ³ °C	Efecto de Radiación ⁴ °C	Efecto de Carga ⁵ °C
60,00	0,22	1,58	0,58	-----

Tabla 2. Resultados de la caracterización

Sensor 1 °C	Sensor 2 °C	Sensor 3 °C	Sensor 4 °C	Sensor 5 °C	Sensor 6 °C	Sensor 7 °C	Sensor 8 °C	Sensor de Referencia °C
59,31	59,10	59,45	58,63	59,29	57,25	57,88	58,20	58,83

Tabla 3. Valor promedio de los sensores



Gráfica 2. Estabilidad y uniformidad del medio

LM-PC-21-F-01 R7.1

KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
ÁREA GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 16 #1038 72 | FbX: 57 (1) 745 4555 | 3174233x40 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO

Certificado de Calibración - Laboratorio de Temperatura
Calibration Certificate - Temperature Laboratory

T-22933-019 R0

Page / Pág 1 de 4

Equipo <i>Instrument</i>	HORNO ELÉCTRICO	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements were made. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PINZUAR	
Modelo <i>Model</i>	PG-2005	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	102	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	HRN-003	
Intervalo de Medición <i>Measurement Range</i>	40 °C a 250 °C	
Solicitante <i>Customer</i>	CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION	
Dirección <i>Address</i>	Jr. Quinua 570	
Ciudad <i>City</i>	HUAMANGA - AYACUCHO	
Fecha de Calibración <i>Date of Calibration</i>	2022 - 03 - 22	
Fecha de Emisión <i>Date of Issue</i>	2022 - 03 - 29	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	04	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas Autorizadas

Authorized Signatures

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Tecg. Oscar Eduardo Briceño
Metrólogo Laboratorio de Metrología

LM-PC-21-F-01 R7.1

KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038 72 I PBX 57 (1) 745 4565 - 3174233540 | inform@lugua@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)

Definiciones

- ¹ Valor de temperatura programado en el controlador de equipo.
- ² Fluctuación de la temperatura determinada por un registro de datos durante un periodo mayor a 30 minutos, después de alcanzado el estado estable en la posición de referencia (centro del volumen útil).
- ³ Diferencia máxima de temperatura en un lugar de medición determinado por los extremos del volumen útil desde la posición de referencia (centro del volumen útil).
- ⁴ Intercambio de calor por radiación dado por la temperatura ambiente y la pared interna de la cámara que se diferencian a la temperatura del aire. Medida con un termómetro que está protegido contra la influencia de la pared con un escudo de radiación.
- ⁵ Máxima diferencia de temperatura encontrada por el sensor ubicado en la posición de referencia cuando el volumen útil del equipo está parcialmente ocupado y cuando se encuentra vacío. Prueba ejecutada a petición del cliente.

CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura Máxima 18,3 °C
Temperatura Mínima 18,1 °C

Humedad Máxima 45 %HR
Humedad Mínima 45 %HR

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada (página No. 2 Tablas de resultados), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k y la probabilidad de cobertura aproximadamente al 95 %. Basados en el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la etiqueta de calibración No. T-22933-018

Fin del Documento

LM-PC-21-F-01 R7.1


KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #103B-72 | PBX: 57 (1) 745-4955 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)

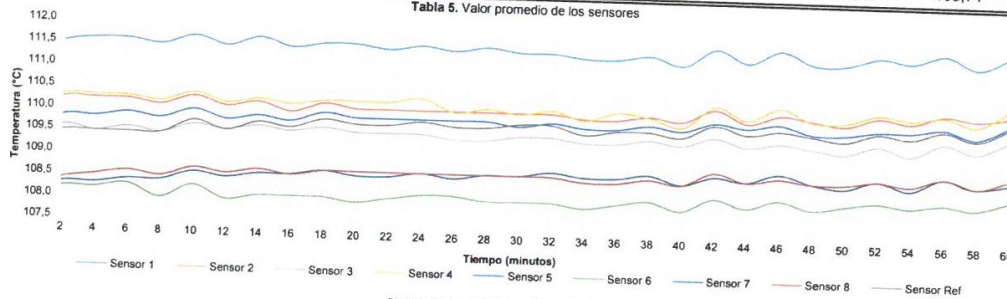
Resultados de la Caracterización para 110 °C

Set Point ¹ °C	Estabilidad del Medio ² °C	Uniformidad del Medio ³ °C	Efecto de Radiación ⁴ °C	Efecto de Carga ⁵ °C
110,00	0,46	1,79	0,65	-----

Tabla 4. Resultados de la caracterización

Sensor 1 °C	Sensor 2 °C	Sensor 3 °C	Sensor 4 °C	Sensor 5 °C	Sensor 6 °C	Sensor 7 °C	Sensor 8 °C	Sensor de Referencia °C
111,50	110,12	109,52	110,19	109,86	108,11	108,59	108,63	109,71

Tabla 5. Valor promedio de los sensores



Gráfica 3. Estabilidad y uniformidad del medio

LM-PC-21-F-01 R7.1

KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130533
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038 72 | FBA 57 (1) 745 4555 | 3174233540 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO





DATOS TÉCNICOS

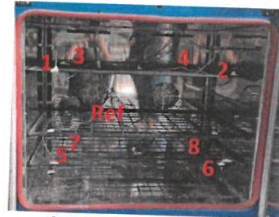
Método Empleado Comparación Directa
Documento de Referencia DAKKS DKD-R 5 - 7 Kalibrierung von Klimaschränken 1. Neuauflage 2010
Resolución 0,01 °C
Patrón(es) de referencia Termómetro Digital
Certificado de Calibración T-21368-003 R0 de Pinzuar / T-21368-001 R0 de Pinzuar
Volumen útil 300 L

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Al medio isotermo en referencia se le efectuó una inspección visual y se determinó que estaba en buen estado. Se determinó que el medio presentaba una buena condición para la calibración, luego se procedió a la calibración y caracterización respectiva en los puntos acordados con el cliente ejecutando las pruebas estabilidad temporal y la uniformidad espacial.

Indicación del Patrón °C	Indicación del Equipo °C	Corrección °C	Incertidumbre Expandida °C	$k_{1p}=95,45\%$
60,1	60,0	0,1	1,7	2,0
109,7	110,0	-0,3	2,3	2,0

Tabla 1. Resultados de la calibración



Gráfica 1. Ubicación de los sensores

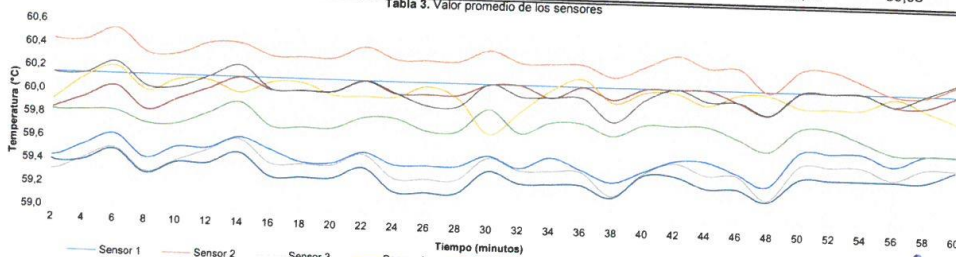
Resultados de la Caracterización para 60 °C

Set Point ¹ °C	Estabilidad del Medio ² °C	Uniformidad del Medio ³ °C	Efecto de Radiación ⁴ °C	Efecto de Carga ⁵ °C
60,00	0,24	0,74	0,22	-----

Tabla 2. Resultados de la caracterización

Sensor 1 °C	Sensor 2 °C	Sensor 3 °C	Sensor 4 °C	Sensor 5 °C	Sensor 6 °C	Sensor 7 °C	Sensor 8 °C	Sensor de Referencia °C
60,14	60,34	59,42	60,03	59,50	59,77	59,35	60,05	60,08

Tabla 3. Valor promedio de los sensores



Gráfica 2. Estabilidad y uniformidad del medio

LM-PC-21-F-01 R7.1

KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1039 72 | Fbx: 57 (1) 745 4555 - 3174233540 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



Certificado de Calibración - Laboratorio de Temperatura

Calibration Certificate - Temperature Laboratory

T-22933-018 R0

		Page / Pág 1 de 4
Equipo <i>Instrument</i>	HORNO ELÉCTRICO	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements were made. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PINZUAR	
Modelo <i>Model</i>	PG-2004	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	119	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	HRN-002	
Intervalo de Medición <i>Measurement Range</i>	40 °C a 250 °C	
Solicitante <i>Customer</i>	CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION SAC	
Dirección	Jr. Quinua 570	
Ciudad <i>City</i>	HUAMANGA - AYACUCHO	
Fecha de Calibración <i>Date of Calibration</i>	2022 - 03 - 22	
Fecha de Emisión <i>Date of Issue</i>	2022 - 03 - 29	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	04	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas Autorizadas
Authorized Signatures

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

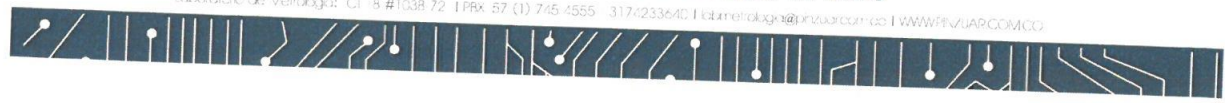
Tecg. Oscar Eduardo Briceño
Metrólogo Laboratorio de Metrología

KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 120033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

LMPC-213-01 RY.1

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038 72 | PBX: 57 (1) 745 4555 | 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO





CASAGRANDE
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN HORNOS DE SECADO



KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0463-MPES-C-2022

Página 2 de 3

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	20,6 °C	20,4 °C
Humedad Relativa	60,6 %	69,5 %

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	Identificación	Certificado de calibración
Patrones de referencia de INACAL-DM	Pesas (Clase de exactitud E2)	ZT-25	LM - C - 192 - 2020

7. OBSERVACIONES

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden 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. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta con la indicación de "CALIBRADO".
(* Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento)

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial			Final		
	20,6 °C			19,7 °C		
	Carga L1= 4 000,0 g			Carga L2= 8 000,0 g		
	I(g)	ΔL(mg)	E(mg)	I(g)	ΔL(mg)	E(mg)
1	4 000,1	70	80	8 000,1	50	100
2	4 000,0	70	-20	8 000,2	60	190
3	4 000,1	60	90	8 000,1	50	100
4	4 000,0	60	-10	8 000,1	60	90
5	4 000,0	60	-10	8 000,1	60	90
6	4 000,1	80	70	8 000,1	70	80
7	4 000,1	70	80	8 000,1	60	90
8	4 000,1	70	80	8 000,1	60	90
9	4 000,0	60	-10	8 000,2	70	180
10	4 000,0	60	-10	8 000,1	50	100
Diferencia Máxima	110			110		
Error máximo permitido ±	1 000 mg			± 2 000 mg		



KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

RT08-F09 Rev 06

Elaborado: JCFA

Revisado: JMSE

Aprobado: NGJC

Av. Condevilla 1269 Urb. El Olivar - Callao | Telef: 4848092 - 4847633 - 7444303 - 7444306 | Celular: 994080329 - 975525151
Email: ventas@pesatec.com | Website: www.pesatec.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PESATEC PERU S.A.C

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

N° de Certificado : 0463-MPES-C-2022
 N° de Orden de trabajo : 0157
1. SOLICITANTE : **CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION SAC**
 DIRECCIÓN : Jr. Quinua 570 Ayacucho - Huamanga - Ayacucho
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : **BALANZA**
 MARCA : OHAUS
 MODELO : AX8201/E
 NÚMERO DE SERIE : B904149789
 ALCANCE DE INDICACIÓN : 8200 g
 DIVISIÓN DE ESCALA REAL (d) : 0,1 g
 DIVISIÓN DE ESCALA DE VERIFICACIÓN (e) : 1 g
 PROCEDENCIA : CHINA
 IDENTIFICACIÓN : BLZ-019 (*)
 TIPO DE INDICACIÓN : ELECTRÓNICA
 UBICACIÓN : LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES
 FECHA DE CALIBRACIÓN : 2022-03-21

Página 1 de 3

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$. Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza aproximado del 95 % determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición".

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.

PESATEC PERU 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. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones, según:
 Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II (PC - 011 del SNM-INDECOPI, 4ta edición abril 2010).

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

Av. Condevilla 1269 - Callao

Sello	Fecha de Emisión	Autorizado por
	2022-03-28	 Sandra Jurupe Melgarejo Gerente Técnico



KENNY HUAIMANI GÁMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 120033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

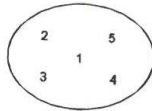
RT08-F09 Rev 06

Elaborado: JCFA

Revisado: JMSE

Aprobado: NGJC

Av. Condevilla 1269 Urb. El Olivar - Callao | Telef: 4848092 - 4847633 - 7444303 - 7444306 | Celular: 994080329 - 975525151
 Email: ventas@pesatec.com | Website: www.pesatec.com
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PESATEC PERU S.A.C



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0462-MPES-C-2022
Página 3 de 3

Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Temp. (°C)					Temp. (°C)				
	Inicial					Final				
	19,7 °C					20,2 °C				
	Determinación de E ₂					Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	ℓ(g)	ΔL(mg)	Eo(mg)	Carga (g)	ℓ(g)	ΔL(mg)	E(mg)	Ec(mg)	
1	0,20	0,20	8	-3	1 500,00	1 499,99	10	-15	-12	
2		0,19	12	-17		1 499,99	7	-12	5	
3		0,20	9	-4		1 500,00	5	0	4	
4		0,19	5	-10		1 499,99	10	-15	-5	
5		0,19	7	-12		1 500,00	7	-2	10	
Error máximo permitido: ± 200 mg										

(*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga ℓ(g)	Temp. (°C)					Temp. (°C)				
	20,3 °C					20,0 °C				
	CRECIENTES					DECRECIENTES				emp(**)
	ℓ(g)	ΔL(mg)	E(mg)	Ec(mg)	ℓ(g)	ΔL(mg)	E(mg)	Ec(mg)	±(mg)	
0,20	0,20	7	-2							
0,50	0,50	8	-3	-1	0,49	5	-10	-8	100	
100,00	99,99	2	-7	-5	99,99	7	-12	-10	100	
200,00	200,00	5	0	2	199,99	6	-11	-9	100	
500,00	500,01	5	10	12	500,00	9	-4	-2	100	
1 000,00	1 000,01	9	6	8	999,99	6	-11	-9	200	
1 500,00	1 500,00	8	-3	-1	1 499,99	8	-13	-11	200	
2 000,00	2 000,00	7	-2	0	1 999,97	5	-30	-28	200	
3 000,00	3 000,00	9	-4	-2	2 999,97	9	-34	-32	300	
4 000,00	3 999,96	4	-39	-37	3 999,95	9	-54	-52	300	
4 200,00	4 199,94	7	-62	-60	4 199,94	7	-62	-60	300	

(**) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 0,0000041 \times R$$

$$U_R = 2\sqrt{0,00011 \text{ g}^2 + 0,0000000016 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E_o: Error en cero E_c: Error corregido

Fin del certificado de calibración

KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0462-MPES-C-2022

Página 2 de 3

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	20,8 °C	20,0 °C
Humedad Relativa	69,3 %	67,2 %

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	Identificación	Certificado de calibración
Patrones de referencia de INACAL-DM	Pesas (Clase de exactitud E2)	ZT-25	LM - C - 192 - 2020

7. OBSERVACIONES

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta con la indicación de "CALIBRADO".

(*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 2 000,00 g	Temp. (°C)		Carga L2= 4 000,00 g	ΔL(mg)	E(mg)
		Inicial	Final			
	I(g)	20,8 °C	20,5 °C	I(g)		
1	2 000,00	9	-4	4 000,00	11	-6
2	2 000,01	10	5	4 000,00	12	-7
3	2 000,00	9	-4	4 000,00	12	-7
4	2 000,00	9	-4	4 000,00	12	-7
5	2 000,00	10	-5	4 000,00	12	-7
6	2 000,00	10	-5	4 000,00	11	-6
7	2 000,00	10	-5	4 000,00	11	-6
8	2 000,01	9	6	4 000,00	12	-7
9	2 000,00	9	-4	4 000,00	12	-7
10	2 000,00	10	-5	4 000,00	12	-7
Diferencia Máxima		11				1
Error máximo permitido ±		200 mg		±		300 mg


KENNY HUAMANI GAMARRA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 130033
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

N° de Certificado	: 0462-MPES-C-2022	Página 1 de 3
N° de Orden de trabajo	: 0157	
1. SOLICITANTE	: CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION SAC	La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$. Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza aproximado del 95 % determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición".
DIRECCIÓN	: Jr. Quinua 570 Ayacucho - Huamanga - Ayacucho	
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	: BALANZA	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	: OHAUS	
MODELO	: PC4202E	
NÚMERO DE SERIE	: B830176178	
ALCANCE DE INDICACIÓN	: 4200 g	
DIVISIÓN DE ESCALA REAL (d)	: 0,01 g	
DIVISIÓN DE ESCALA DE VERIFICACIÓN (e)	: 0,1 g	
PROCEDENCIA	: CHINA	
IDENTIFICACIÓN	: BLZ-018 (*)	
TIPO DE INDICACIÓN	: ELECTRÓNICA	PESATEC PERU 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.
UBICACIÓN	: LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES	
FECHA DE CALIBRACIÓN	: 2022-03-21	




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. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones, según:
Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II (PC - 011 del SNM-INDECOPI, 4ta edición abril 2010).

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

Av. Condevilla 1269 - Callao

Sello	Fecha de Emisión	Autorizado por
	2022-03-28	 Sandra Jurupe Melgarejo Gerente Técnico
		 KENNY HUAMANI GAMARRA INGENIERO CIVIL CIP N° 120033 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Tomando como base los resultados obtenidos en la calibración del instrumento de pesaje no automático, se obtienen las ecuaciones con las que el usuario podrá corregir cada lectura R , y también obtener su incertidumbre expandida U_R .

La ecuación para la corrección de la lectura, donde R es tomada directamente del indicador del instrumento en las unidades que se reportan los resultados en la página número dos de este certificado. La ecuación aquí presentada aplica a ejercicios de pesada en los que se ajusta el cero del instrumento antes de ejecutar la pesada y asumiendo como condiciones normales de uso lo declarado por el usuario durante la calibración y de información recolectada durante la misma.

$$R_{\text{corregida}} = R - E_{\text{aprox}} \quad E_{\text{aprox}} = 3,58 E-05 \cdot R$$

La pesada ejecutada en el instrumento de pesaje tendrá la siguiente incertidumbre estándar,

$$u^2(W) = 1,50 E-04 + 5,42 E-08 R^2$$

Incertidumbre expandida de un resultado de pesada

$$U_R = k \cdot u(W)$$

Se puede tomar el valor $k = 2$, que corresponde a una probabilidad aproximada del 95 % y aplica cuando se puede asumir una distribución normal (Gaussiana) para el error de la indicación. Se encuentra más información sobre el valor de k en el documento Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesaje de Funcionamiento No Automático.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal
2. Las fórmulas calculadas para la obtención de la lectura corregida y su correspondiente incertidumbre estándar se obtuvieron a partir de las condiciones evidenciadas en la calibración (instalación, variación de condiciones ambientales, corriente eléctrica). Si las condiciones de uso del instrumento difieren a las al que hace referencia este certificado es responsabilidad del usuario establecer si es o no adecuada su aplicación.
3. Se puede obtener más información sobre el método y cálculos realizados para la emisión de este certificado de calibración consultando el documento de referencia mencionado en la página dos.
4. Se adjunta la estampilla de calibración No. **M-22933-002**



RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)

A continuación, en la Tabla 2 se encuentran los resultados para el ensayo de excentricidad de carga que permite evaluar el comportamiento del equipo al aplicar cargas en un lugar diferente al centro del receptor de carga como se muestra en la Figura 2.

Tabla 2.

Resultados prueba de excentricidad y la máxima diferencia.

Valor Nominal de la Carga 700 g		
Posición	Indicación del Instrumento	Diferencia Respecto al Centro
---	g	g
1	699,97	---
2	699,97	0,00
3	699,93	-0,04
4	699,93	-0,04
5	699,99	0,02
Diferencia máxima respecto al centro		0,04

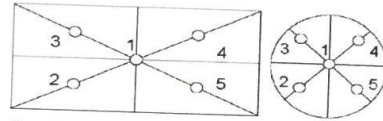


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de excentricidad.

Por último, en la Tabla 3 se muestran los resultados del ensayo de repetibilidad que permite identificar la variación de la indicación del instrumento de pesaje no automático al colocar una misma carga bajo condiciones idénticas de manejo y bajo condiciones de ensayo constantes.

Tabla 3.

Resultados prueba de repetibilidad y la desviación estándar calculada para cada carga.

Cantidad de Repeticiones	Valor Nominal de las Cargas	
	1000 g	2000 g
	Indicación del Instrumento	Indicación del Instrumento
1	1000,02	2000,16
2	1000,00	2000,16
3	999,99	2000,14
4	1000,01	2000,16
5	1000,00	2000,17
6	1000,03	2000,16
7	1000,01	2000,17
8	1000,02	2000,16
9	1000,01	2000,16
10	1000,01	2000,15
Desviación Estándar	0,011 5 g	0,008 8 g

CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura Máxima: 18,0 °C
 Humedad Máxima: 50 % HR
 Presión Barométrica Máxima: 1000,1 hPa

Temperatura Mínima: 17,0 °C
 Humedad Mínima: 49 % HR
 Presión Barométrica Mínima: 1000,0 hPa

LM-PC-24-F-01 R7.0

KENNY-HUAMANI GAMARRA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 130933
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 19 #1038-72 | Pbx 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | info@metrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



DATOS TÉCNICOS

Método Empleado	Comparación Directa
Número de Serie	No Presenta
Identificación Interna	BLZ - 003
Resolución	0,01 g
Intervalo Calibrado	1 g a 2000 g
Instrumentos de Referencia	Pesas cilíndricas
Clase de exactitud	F1
Certificado No.	M-20845-002 PINZUAR /CAP-401-20 WR Laboratorios

Documento de Referencia Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

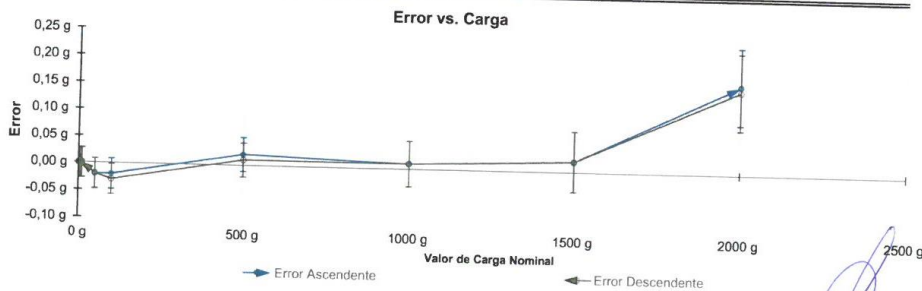
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Antes de proceder con la toma de datos se realizó una inspección breve donde se determinó que la instalación (ubicación en el cuarto, nivelación, fuente de corriente y/o batería, entre otros) es adecuada para ejecutar la calibración, también se realizó una verificación de funcionamiento realizando una precarga con el fin de comprobar el buen funcionamiento del instrumento. Posterior a esto se llevaron a cabo las pruebas para los errores de las indicaciones, repetibilidad y excentricidad siguiendo los lineamientos de la Guía SIM - 2009, Numerales 4,5,6,7; Apéndices A,B,C,D,E y F.

En la tabla 1 se encuentra el resultado obtenido para el ensayo de errores de exactitud que permite evaluar la exactitud del instrumento, se encuentran los errores calculados de la diferencia entre la indicación del instrumento y la carga aplicada.

Tabla 1.
Resultados del ensayo de exactitud

Carga g	Indicación Ascendente g	Indicación Descendente g	Error Ascendente g	Error Descendente g	Incertidumbre Expandida ±g	k ¹ , p=95,45%
1,000	1,00	1,00	0,000	0,000	0,028	2,25
2,000	2,00	2,00	0,000	0,000	0,028	2,25
5,000	5,00	5,00	0,000	0,000	0,028	2,25
10,000	10,00	10,00	0,000	0,000	0,028	2,25
50,000	49,98	49,98	- 0,020	- 0,020	0,028	2,25
100,000	99,98	99,97	- 0,020	- 0,030	0,028	2,25
500,000	500,02	500,01	0,020	0,010	0,031	2,11
1 000,000	1 000,01	1 000,01	0,010	0,010	0,042	2,03
1 500,000	1 500,02	1 500,02	0,020	0,020	0,056	2,02
1 999,997	2 000,16	2 000,15	0,163	0,153	0,071	2,01



¹ Factor de cobertura
LM-PC-24-F-01 R7.0

KENNY LLAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas
Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

M-22933-002 R0

Page / Pág 1 de 4

Equipo <i>Instrument</i>	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
Fabricante <i>Manufacturer</i>	NO PRESENTA	
Modelo <i>Model</i>	ING - 021	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	No Presenta	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	BLZ - 003	
Carga Máxima <i>Maximum load</i>	2000 g	
Solicitante <i>Customer</i>	CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION SAC	
Dirección <i>Address</i>	Jr. Quinua 570	
Ciudad <i>City</i>	HUAMANGA - AYACUCHO	
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2022 - 03 - 23	
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2022 - 03 - 29	

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos
Number of pages of the certificate and documents attached

04

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología PINZUAR S.A.S no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Tecg. Francisco Durán Romero
Metrólogo Laboratorio de Metrología

LM-PC-24-F-01 R7.0

KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

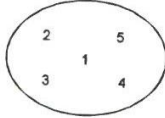
ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1033 72 | T. Fax: 57 (0) 745 4555 31742335-40 | Email: info@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0461-MPES-C-2022

Página 3 de 3



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Temp. (°C)				Determinación del Error corregido				
	Inicial		Final		Carga (g)	I(g)	ΔL(mg)	E(mg)	Ec(mg)
20,5 °C		20,0 °C							
Determination of E ₀									
	Carga mínima (g)	I(g)	ΔL(mg)	E ₀ (mg)					
1	0,10	0,10	14	-9	200,00	200,01	12	3	12
2		0,11	15	0		200,01	7	8	8
3		0,10	14	-9		200,01	16	-1	8
4		0,11	12	3		199,99	12	-17	-20
5		0,11	12	3		199,99	7	-12	-15
Error máximo permitido : ± 200 mg									

(*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(g)	Temp. (°C)				emp(**)				
	Inicial		Final		±(mg)				
20,1 °C		19,9 °C							
CRECIENTES									
	I(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E _c (mg)					
0,10	0,10	10	-5						
0,20	0,21	15	0	5					
2,00	2,01	14	1	6	0,20	7	-2	3	100
10,00	10,02	16	9	14	2,00	12	-7	-2	100
50,00	50,02	12	13	18	10,00	7	-2	3	100
100,00	100,02	12	13	18	50,00	12	-7	-2	100
150,00	150,02	11	14	19	99,99	7	-12	-7	200
200,00	200,02	10	15	20	150,00	15	-10	-5	200
400,00	400,02	10	15	20	200,00	7	-2	3	200
600,00	600,01	12	3	8	400,01	14	1	6	300
620,00	620,01	10	5	10	600,01	14	1	6	300
					620,01	10	5	10	300

(**) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,000056 \times R$$

$$U_R = 2\sqrt{0,000088 \text{ g}^2 + 0,000000029 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E₀: Error en cero E_c: Error corregido

Fin del certificado de calibración

KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 120033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0461-MPES-C-2022

Página 2 de 3

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	20,4 °C	19,9 °C
Humedad Relativa	69,8 %	61,9 %

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	Identificación	Certificado de calibración
Patrones de referencia de INACAL-DM	Pesas (Clase de exactitud E2)	ZT-25	LM - C - 192 - 2020

7. OBSERVACIONES

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta con la indicación de "CALIBRADO".

(*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Inicial			Final		
	Temp. (°C) 20,4 °C 20,9 °C					
	Carga L1= 300,00 g			Carga L2= 600,00 g		
	I(g)	ΔL(mg)	E(mg)	I(g)	ΔL(mg)	E(mg)
1	300,00	5	0	600,00	13	-8
2	300,01	6	9	600,00	12	-7
3	300,00	5	0	599,99	13	-18
4	300,00	6	-1	600,00	12	-7
5	300,00	6	-1	600,00	12	-7
6	300,00	6	-1	600,00	12	-7
7	300,00	5	0	600,00	12	-7
8	300,01	7	8	600,00	13	-8
9	300,01	7	8	599,99	11	-16
10	300,00	6	-1	600,00	13	-8
Diferencia Máxima	10			11		
Error máximo permitido ±	300 mg			± 300 mg		


KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

N° de Certificado	: 0461-MPES-C-2022	Página 1 de 3
N° de Orden de trabajo	: 0157	
1. SOLICITANTE	: CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION SAC	La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$. Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza aproximado del 95 % determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición".
DIRECCIÓN	: Jr. Quinua 570 Ayacucho - Huamanga - Ayacucho	
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	: BALANZA	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	: OHAUS	
MODELO	: NV622ZH	
NÚMERO DE SERIE	: 8341485945	
ALCANCE DE INDICACIÓN	: 620 g	
DIVISIÓN DE ESCALA REAL (d)	: 0,01 g	
DIVISIÓN DE ESCALA DE VERIFICACIÓN (e)	: 0,1 g	
PROCEDENCIA	: CHINA	
IDENTIFICACIÓN	: BLZ-016 (*)	
TIPO DE INDICACIÓN	: ELECTRÓNICA	PESATEC PERU 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.
UBICACIÓN	: LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES	
FECHA DE CALIBRACIÓN	: 2022-03-20	

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. MÉTODO DE CALIBRACIÓN**
Comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones, según:
Procedimiento para la Calibración de instrumento de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII (PC - 001 del INACAL, Primera Edición - Mayo 2019).
- 4. LUGAR DE CALIBRACIÓN**
Av. Condevilla 1269 - Callao


KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

Sello	Fecha de Emisión	Autorizado por
	2022-03-28	 Sandra Jurupe Melgarejo Gerente Técnico



CASAGRANDE
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN BALANZAS



KENNY JUANANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



LABORATORIO DE
METROLOGÍA

CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N° 071-2022 GLW

Página 1 de 1

FECHA DE EMISIÓN : 2022-03-27

1. SOLICITANTE : CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION SAC

DIRECCIÓN : Jr. Quínuia 570 AYACUCHO – HUAMANGA – AYACUCHO

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : CAZUELA CASAGRANDE MANUAL

MARCA : NO PRESENTA
MODELO : NO PRESENTA
NÚMERO DE SERIE : NO PRESENTA
ALCANCE DE : 0 a 999 VUELTAS
DIV. DE ESCALA : 1 VUELTAS
FECHA DE INSPECCIÓN : 2022-03-19

PROCEDENCIA : NO PRESENTA
IDENTIFICACIÓN : (*) 0108
TIPO : MANUAL
UBICACIÓN : LABORATORIO

3. PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN

Procedimiento de calibración Comparación directa con patrones calibrados.

4. LUGAR DE INSPECCIÓN

La verificación se realizó en el LAB. DE MASA Y LONGITUD DE G&L LABORATORIO S.A.C.
AV. MIRAFLORES MZ. E LT. 60 URB. SANTA ELISA II ETAPA LOS OLIVOS – LIMA

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura °C	23.2	23.4
Humedad Relativa %HR	69	69

6. TRAZABILIDAD

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

7. OBSERVACIONES

(*) Serie indicado en una etiqueta adherida al equipo.
El equipo cumple con la norma INV E125-07 / ASTM D 4318 / NTC 4630

8. RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS	VALOR	UNIDAD
Peso de la copa y el soporte	205,00	g
Espesor de la copa	2,03	mm
Profundidad de la copa	26,89	mm
Altura de la base	50,17	mm
Ancho de la base	124,63	mm
Longitud de la base	150,55	mm



Tec. ~~Giner Antonio Huamani Poquiomá~~
Responsable del Laboratorio de Metrología.
G & L LABORATORIO S.A.C

TRAZABILIDAD: G&L LABORATORIO S.A.C. Asegura y mantiene la trazabilidad de los patrones empleados en esta inspección

(*) Este certificado de inspección expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y se refiere al momento y condiciones en que se realizaron.


KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



Teléfono:
(01) 622 – 5814
Celular:
992 – 302 – 883 / 962 – 227 – 858

Correo:
laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com
servicios@gyllaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C



CASAGRANDE
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

**CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN
CAZUELA CASAGRANDE**

“KENNY HUAMANI GAMARRA”
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 110033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN - 2022

ENSAYOS REALIZADOS	EQUIPOS EMPLEADOS
1. ANALISIS GRANUMETRICO POR TAMIZADO	BALANZA 8200 gr.
	HORNO 720 lt - 250°C
2. LIMITES DE CONSISTENCIA	CAZUELA CASA GRANDE
	BALANZA 2000 gr.
	HORNO 300 lt - 250°C
3. HUMEDAD NATURAL	BALANZA 4200 gr.
	HORNO 300 lt - 250°C
4. GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SOLIDOS DEL SUELO	BALANZA 4200 gr.
	HORNO 300 lt - 250°C
5. PROCTOR MODIFICADO	BALANZA 30 000 gr.
	PIE DE REY 300 mm.
	HORNO 720 lt - 250°C
6. CBR SUELOS EN LABORATORIO	BALANZA 30 000 gr.
	MAQUINA COMPRESION 50 000 N
	HORNO 720 lt - 250°C
7. COMPRESION SIMPLE	BALANZA 4200 gr.
	PIE DE REY 300 mm
	MAQUINA COMPRESION 1 000 KN

KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

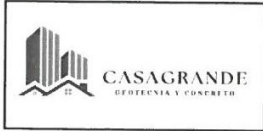


CASAGRANDE
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

ANEXO 2
CERTIFICADOS DE
CALIBRACIÓN DE
EQUIPOS



KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
C.V.N. 120033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE SUELO METODO B (MTC E 1103, MTC E 1101)

Proyecto : "ADICIÓN DE BIORRESIDUO ANIMALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE HUAMANGA - QORIHUILLCA, AYACUCHO 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-009

Región/Pro: AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ANGEL RIVERA POMAHUACRE - ELVIS CURI AVALOS

Distrito : HUAMANGA

Exploración : SUBRASANTE KM 4+500

Lugar : HUAMANGA - QORIHUILLCA

Estrato/Nivel : MATERIAL PROPIO

Fecha : JUNIO DEL 2022

DATOS DE LA MUESTRA

Clasificación SUCS : CL ARCILLA LIGERA ARENOSA

Clasificación AASHTO : A-7-6 (12)

% Retenido acumulado malla N° 4 : 4.54

% Pasa acumulado malla N° 4 : 95.46

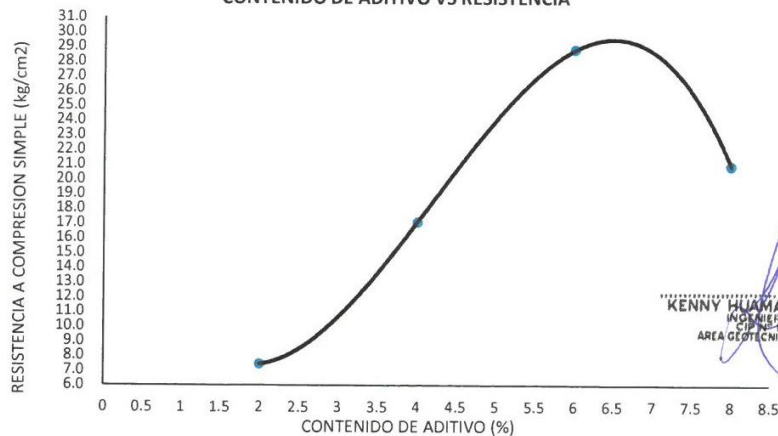
DATOS DEL MOLDEO

PORCENTAJE DE ADITIVO (BIORRESIDUO ANIMAL)	4.0			6.0			8.0		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
MOLDE N°									
PESO MOLDE+S. HÚM. gr	1,648	1,656	1,644	1,679	1,659	1,672	1,642	1,619	1,632
PESO DEL MOLDE gr	601.00	602.50	601.90	600.80	602.40	601.30	600.80	601.40	602.30
PESO SUELO HÚM. gr	1,046.86	1,053.11	1,041.68	1,077.86	1,056.77	1,070.22	1,041.65	1,017.17	1,029.44
VOLUMEN DEL MOLDE cm3	560.38	564.19	564.18	580.17	573.67	572.86	569.68	556.25	557.86
DENSIDAD HÚMEDA gr/cm3	1.87	1.87	1.85	1.86	1.84	1.87	1.83	1.83	1.85
HUMEDAD TARRO Nro.	14	321	458	47	185	136	441	169	19
TARRO+SUELO HÚM. gr	669.49	668.77	751.41	589.71	598.29	673.64	571.45	568.48	577.28
TARRO+SUELO SECO gr	569.32	561.05	610.44	482.29	495.60	550.29	472.32	458.01	445.42
PESO DEL TARRO gr	156.68	119.54	25.81	73.69	105.11	72.89	142.10	97.35	15.37
% DE HUMEDAD %	24.28	24.40	24.11	26.29	26.30	25.84	30.02	30.63	30.66
DENSIDAD SECA gr/cm3	1.50	1.50	1.49	1.47	1.46	1.48	1.41	1.40	1.41

ENSAYO DE COMPRESION

EDAD dias	7	7	7	7	7	7	7	7	7
DIAMETRO PROMEDIO mm	71.2	71.1	71.2	72.1	72.0	72.0	71.8	71.1	70.9
ALTURA mm	140.7	142.1	141.7	142.1	140.9	140.7	140.7	140.1	141.3
RELACION H/D	1.98	2.00	1.99	1.97	1.96	1.95	1.96	1.97	1.99
FACTOR DE CORRECCION	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
LECTURA DE ENSAYO kN	6.6	6.6	6.9	11.1	11.8	11.8	8.0	8.4	8.3
RESISTENCIA FC kg/cm2	16.7	17.0	17.5	27.6	29.4	29.4	20.0	21.4	21.4
RESISTENCIA PROM kg/cm2	17.1			28.8			20.9		
RESISTENCIA PROM MPa	1.7			2.8			2.1		

CONTENIDO DE ADITIVO VS RESISTENCIA



KENNY HUAMANI GARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 10033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
INGENIERÍA Y CONCRETO

**RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE
SUELO METODO B
(MTC E 1103, MTC E 1101)**

Proyecto : "ADICIÓN DE BIORRESIDUO ANIMALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE HUAMANGA - QORIHUILLCA, AYACUCHO 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-009

Región/Prov: AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ANGEL RIVERA POMAHUACRE - ELVIS CURI AVALOS

Distrito : HUAMANGA

Exploración : SUBRASANTE KM 4 + 500

Lugar : HUAMANGA - QORIHUILLCA

Estrato/Nivel : MATERIAL PROPIO

Fecha : JUNIO DEL 2022

DATOS DE LA MUESTRA

Clasificación SUCS : CL ARCILLA LIGERA ARENOSA

Clasificación AASHTO : A-7-6 (12)

% Retenido acumulado malla N° 4 : 4.54

% Pasa acumulado malla N° 4 : 95.46

DATOS DEL MOLDEO

PORCENTAJE DE ADITIVO (BIORRESIDUO ANIMAL)	0.0			2.0					
	1	2	3	3	2	1			
MOLDE N°									
PESO MOLDE+S. HÚM. gr	1,668	1,684	1,686	1,661	1,671	1,673			
PESO DEL MOLDE gr	601.00	602.50	601.90	601.90	602.50	601.00			
PESO SUELO HÚM. gr	1,066.51	1,081.83	1,083.94	1,058.61	1,068.83	1,071.84			
VOLUMEN DEL MOLDE cm3	561.98	563.79	561.00	560.20	556.25	562.77			
DENSIDAD HÚMEDA gr/cm3	1.90	1.92	1.93	1.89	1.92	1.90			
HUMEDAD TARRO Nro.	21	12	99	16	12	99			
TARRO+SUELO HÚM. gr	587.17	586.53	659.01	598.91	598.26	672.19			
TARRO+SUELO SECO gr	511.94	505.55	548.77	519.12	510.56	559.75			
PESO DEL TARRO gr	137.42	104.84	22.63	140.16	106.93	23.09			
% DE HUMEDAD %	20.09	20.21	20.95	21.06	21.73	20.95			
DENSIDAD SECA gr/cm3	1.58	1.60	1.60	1.56	1.58	1.57			

ENSAYO DE COMPRESION

EDAD días	7	7	7	7	7	7			
DIAMETRO PROMEDIO mm	71.2	71.1	71.2	71.2	71.1	71.2			
ALTURA mm	141.1	142.0	140.9	140.7	140.1	141.3			
RELACION H/D	1.98	2.00	1.98	1.98	1.97	1.98			
FACTOR DE CORRECCION	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			
LECTURA DE ENSAYO kN	0.8	1.0	1.0	3.0	2.9	2.9			
RESISTENCIA FC kg/cm2	2.0	2.7	2.4	7.6	7.3	7.4			
RESISTENCIA PROM kg/cm2	2.4			7.4					
RESISTENCIA PROM MPa	0.2			0.7					

KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 190033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
INGENIERIA Y CONCRETO

CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)

Página 1 de 2

Proyecto : "ADICIÓN DE BIORRESIDUO ANIMALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE HUAMANGA - QORIHUILLCA, AYACUCHO 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-009

Región/Provi : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ANGEL RIVERA POMAHUACRE - ELVIS CURI AVALOS

Distrito : HUAMANGA

Exploración : SUBRASANTE KM 4+500

Lugar : HUAMANGA - QORIHUILLCA

Estrato/Nivel : BIORRESIDUOS ANIMALES (8.0% MDS)

Fecha : JUNIO DEL 2022

COMPACTACION DEL CBR

MOLDE Nº	15	25	12
CAPAS Nº	5	5	5
GOLPES POR CAPA	56	26	12
COND. DE LA MUESTRA	HUMEDO		
PESO MOLDE+S. HÚM. gr	11,525	10,583	11,178
PESO DEL MOLDE gr	7,663.00	6,871.00	7,811.00
PESO SUELO HÚM. gr	3,862.00	3,712.00	3,367.00
VOLUMEN DEL MOLDE cm3	2,114.15	2,098.30	2,110.84
DENSIDAD HÚMEDA gr/cm3	1.83	1.77	1.60
DENSIDAD SECA gr/cm3	1.40	1.36	1.23
Contenido de Humedad	Humedad: inicial		Humedad: inicial
TARRO Nº Nro.	333	336	333
TARRO+SUELO HÚM. gr	616.1	643.2	616.1
TARRO+SUELO SECO gr	502.1	526.4	502.1
PESO DEL TARRO gr	128.00	133.35	128.00
% DE HUMEDAD %	30.47	29.72	30.47
HUMEDAD %	30.09		30.09
ABSORCIÓN %			

EXPANSIÓN

DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%
4	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (mm) (plg)	Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE			
		Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	
0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.630	0.025	0.21	0.21	0.11	0.32	0.32	0.17	0.41	0.41	0.21	
1.270	0.050	0.63	0.63	0.33	0.98	0.98	0.51	1.26	1.26	0.65	
1.900	0.075	1.12	1.12	0.58	1.37	1.37	0.71	1.51	1.51	0.78	
2.540	0.100	6.9	1.63	1.63	0.84	1.76	1.76	0.91	1.73	1.73	0.89
3.170	0.125		2.18	2.18	1.13	2.10	2.10	1.09	1.91	1.91	0.99
3.810	0.150		2.75	2.75	1.42	2.48	2.48	1.28	2.05	2.05	1.06
4.445	0.175		3.06	3.06	1.58	2.71	2.71	1.40	2.18	2.18	1.13
5.080	0.200	10.35	3.06	3.06	1.58	2.76	2.76	1.43	2.29	2.29	1.19
7.620	0.300		3.06	3.06	1.58	2.94	2.94	1.52	2.65	2.65	1.37

KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CR Nº 130383
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

Proyecto : "ADICIÓN DE BIORRESIDUO ANIMALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE HUAMANGA - QORIHUILLCA, AYACUCHO 2022"
Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-009 **Región/Provinc. :** AYACUCHO / HUAMANGA
Solicitante : ANGEL RIVERA POMAHUACRE - ELVIS CURI AVALOS **Distrito :** HUAMANGA
Exploración : SUBRASANTE KM 4+500 **Lugar :** HUAMANGA - QORIHUILLCA
Estrato/Nivel : BIORRESIDUOS ANIMALES (8.0% MDS) **Fecha :** JUNIO DEL 2022

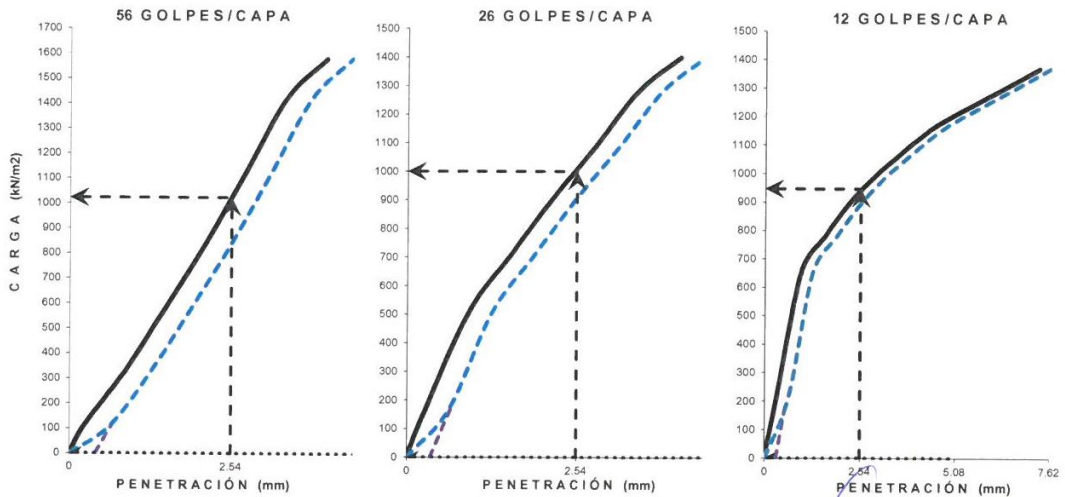
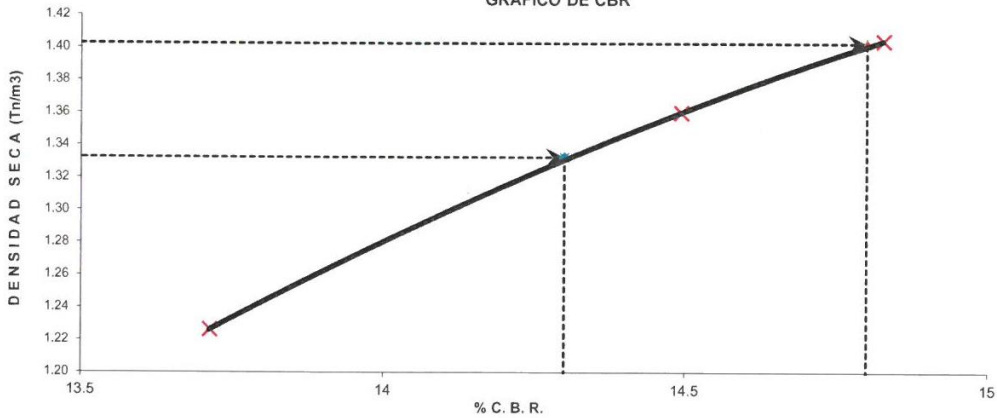
DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS :	CL	ARCILLA LIGERA ARENOSA	AASHTO :	A-7-6 (12)
Máxima Densidad Seca MDS (tn/m3) :	1.40	Optimo Contenido de Humedad OCH % =	29.90	
% Grava =	4.5	% Arena =	26.8	% Finos = 68.7
Expansión % =	0.04%	Embebido (días) =	4.0	IP % = 19.0%
		LL % =	42.9%	LP % = 23.8%

RESULTADOS DEL ENSAYO (0.1" DE PENETRACIÓN)

CBR AL 100% DE MDS (0.1") = 14.8	CBR AL 95% DE LA MDS (0.1") = 14.3	CBR AL 90% MDS = -.-
---	---	-----------------------------

GRÁFICO DE CBR



KENNY HUAMANI GAMARRA
 INGENIERO CIVIL
 RUP N° 730033
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (MTC E 115)

Proyecto : "ADICIÓN DE BIORRESIDUO ANIMALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE HUAMANGA - QORIHUILLCA, AYACUCHO 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-009 Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA
Solicitante : ANGEL RIVERA POMAHUACRE - ELVIS CURI AVALOS Distrito : HUAMANGA
Exploración : SUBRASANTE KM 4+500 Lugar : HUAMANGA - QORIHUILLCA
Estrato/Nivel : BIORRESIDUOS ANIMALES (8.0% MDS) Fecha : JUNIO DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS :	CL ARCILLA LIGERA ARENOSA		METODO A	
Clasificación AASHTO :	A-7-6 (12)	Capas : 5.00	Golpes/Capa 25	
% Retenido acumulado malla N° 4 :	4.5	Material Pasante a usar	PASA N° 4	"
% Retenido acumulado malla 3/8" :	3.3	Molde (Pulg)	4	Código M4
% Retenido acumulado malla 3/4" :	1.8	Peso Molde (gr) :	4105.00	Vol.(cm3) : 939.81

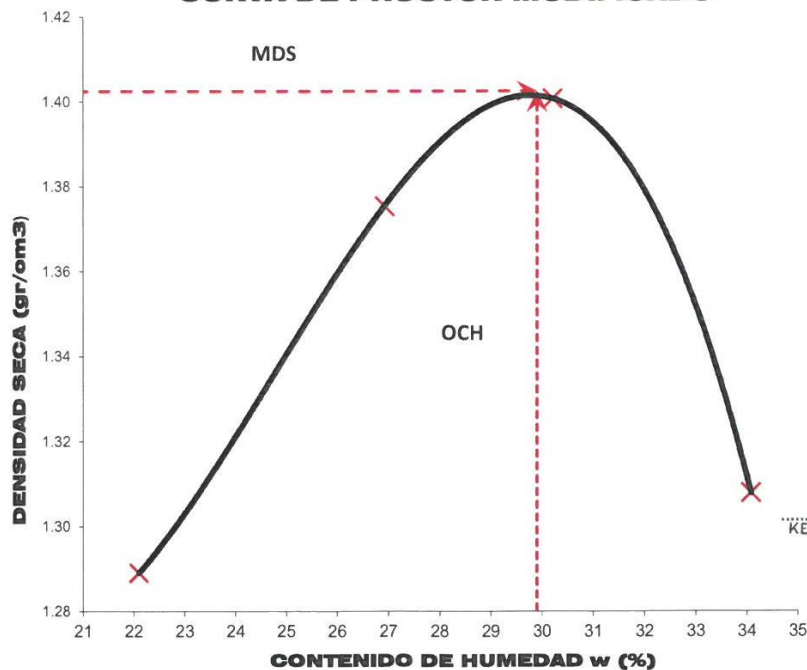
ENSAYO DE COMPACTACIÓN

Determinación N°		01	02	03	04
Peso del molde y muestra	gr	5,584	5,745	5,819	5,753
Peso de la muestra compactada	gr	1,479.3	1,640.4	1,714.1	1,648.1
Densidad húmeda	gr/cc	1.57	1.75	1.82	1.75
Densidad seca	gr/cc	1.29	1.38	1.40	1.31

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tarro N°		45.0	178.0	96.0	31.0
Peso tarro + suelo húmedo	gr	710.61	714.23	644.02	701.01
Peso de tarro + suelo seco	gr	605.24	590.24	525.63	554.40
Peso del tarro	gr	128.640	129.485	133.632	124.310
Peso del agua	gr	105.37	123.98	118.39	146.61
Peso del suelo seco	gr	476.60	460.76	392.00	430.09
Contenido de humedad	%	22.11	26.91	30.20	34.09

CURVA DE PROCTOR MODIFICADO



OCH Óptimo Contenido de Humedad (%)
29.90
MDS Máxima Densidad Seca (tn/m3)
1.403

KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)

Página 2 de 2

Proyecto : "ADICIÓN DE BIORRESIDUO ANIMALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE HUAMANGA - QORIHUILLCA, AYACUCHO 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-009

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ANGEL RIVERA POMAHUACRE - ELVIS CURI AVALOS

Distrito : HUAMANGA

Exploración : SUBRASANTE KM 4+500

Lugar : HUAMANGA - QORIHUILLCA

Estrato/Nivel : BIORRESIDUOS ANIMALES (6.0% MDS)

Fecha : JUNIO DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS : CL ARCILLA LIGERA ARENOSA AASHTO : A-7-6 (12)

Máxima Densidad Seca MDS (tn/m3) : 1.47 Optimo Contenido de Humedad OCH % = 26.30

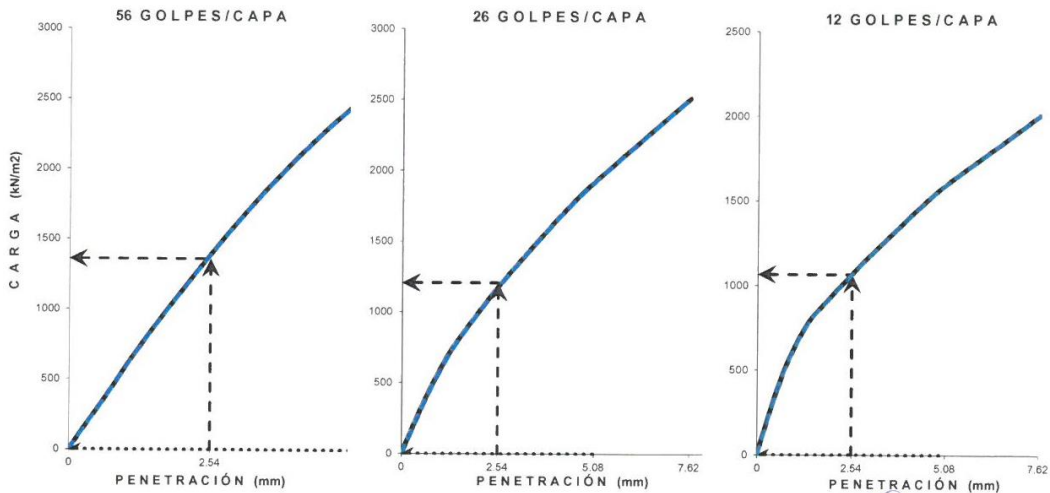
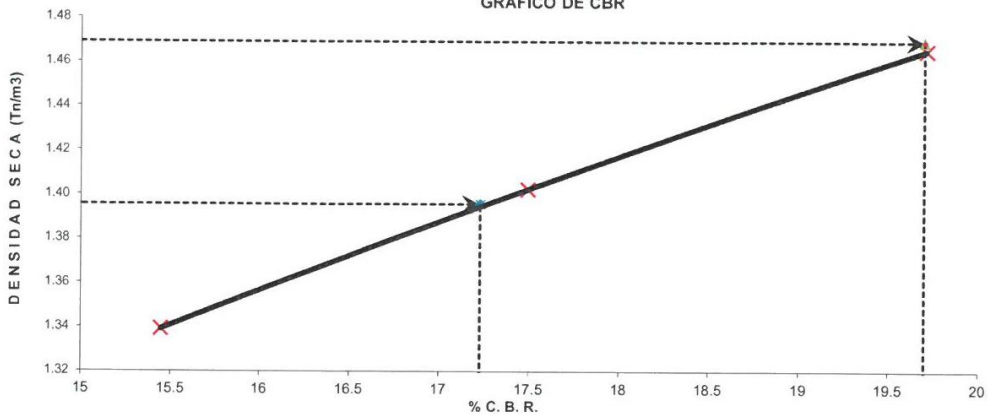
% Grava = 4.5 % Arena = 26.8 % Finos = 68.7 LL % = 42.9% LP % = 23.8%

Expansión % = 0.04% Embebido (días) = 4.0 IP % = 19.0%

RESULTADOS DEL ENSAYO (0.1" DE PENETRACIÓN)

CBR AL 100% DE MDS (0.1") = 19.7 CBR AL 95% DE LA MDS (0.1") = 17.2 CBR AL 90% MDS = -,-

GRÁFICO DE CBR



KENNY HUAMAN GAMARRA
INGENIERO CIVIL
RIP/Nº 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (MTC E 115)

Proyecto : "ADICIÓN DE BIORRESIDUO ANIMALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE HUAMANGA - QORIHUILLCA, AYACUCHO 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-009

Región/Provinc : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ANGEL RIVERA POMAHUACRE - ELVIS CURI AVALOS

Distrito : HUAMANGA

Exploración : SUBRASANTE KM 4+500

Lugar : HUAMANGA - QORIHUILLCA

Estrato/Nivel : BIORRESIDUOS ANIMALES (6.0% MDS)

Fecha : JUNIO DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS :	CL ARCILLA LIGERA ARENOSA		METODO A	
Clasificación AASHTO :	A-7-6 (12)	Capas : 5.00	Golpes/Capa 25	
% Retenido acumulado malla N° 4 :	4.5	Material Pasante a usar	PASA N° 4	"
% Retenido acumulado malla 3/8" :	3.3	Molde (Pulg)	4	Código M4
% Retenido acumulado malla 3/4" :	1.8	Peso Molde (gr) :	4105.00	Vol.(cm3) : 939.81

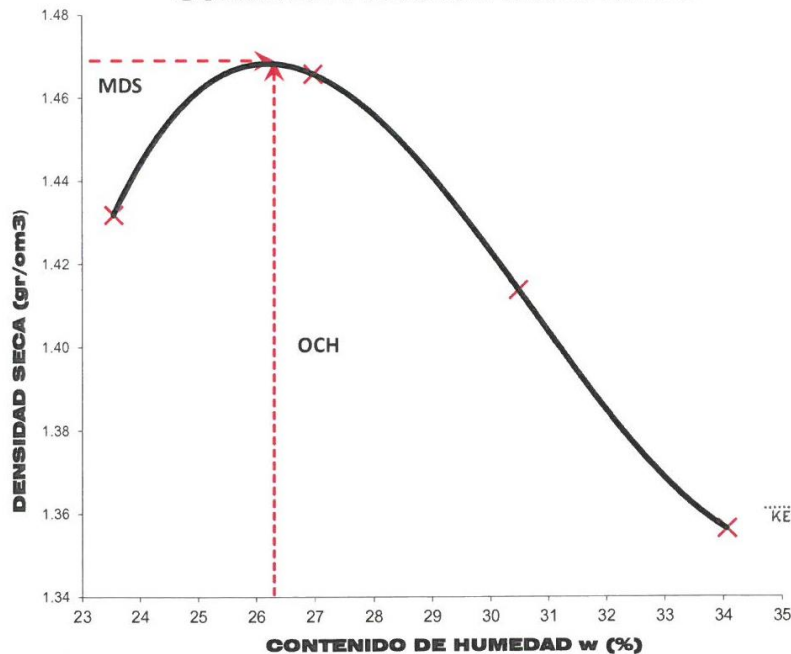
ENSAYO DE COMPACTACIÓN

Determinación N°		01	02	03	04
Peso del molde y muestra	gr	5,767	5,854	5,839	5,814
Peso de la muestra compactada	gr	1,662.5	1,749.1	1,733.7	1,708.8
Densidad húmeda	gr/cc	1.77	1.86	1.84	1.82
Densidad seca	gr/cc	1.43	1.47	1.41	1.36

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tarro N°		345.0	321.0	152.0	154.0
Peso tarro + suelo húmedo	gr	758.72	762.59	687.63	748.47
Peso de tarro + suelo seco	gr	640.31	629.98	560.31	592.05
Peso del tarro	gr	137.350	138.252	142.680	132.727
Peso del agua	gr	118.41	132.61	127.31	156.43
Peso del suelo seco	gr	502.96	491.73	417.63	459.32
Contenido de humedad	%	23.54	26.97	30.48	34.06

CURVA DE PROCTOR MODIFICADO



OCH Óptimo Contenido de Humedad (%)
26.30
MDS Máxima Densidad Seca (tn/m3)
1.469

KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
C.I.A. N° 139033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)

Página 2 de 2

Proyecto : "ADICIÓN DE BIORRESIDUO ANIMALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE HUAMANGA - QORIHUILLCA, AYACUCHO 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-009

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ANGEL RIVERA POMAHUACRE - ELVIS CURI AVALOS

Distrito : HUAMANGA

Exploración : SUBRASANTE KM 4+500

Lugar : HUAMANGA - QORIHUILLCA

Estrato/Nivel : BIORRESIDUOS ANIMALES (4.0% MDS)

Fecha : JUNIO DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS : CL ARCILLA LIGERA ARENOSA AASHTO : A-7-6 (12)

Máxima Densidad Seca MDS (tn/m3) : 1.49 Optimo Contenido de Humedad OCH % = 24.40

% Grava = 4.5 % Arena = 26.8 % Finos = 68.7 LL % = 42.9% LP % = 23.8%

Expansión % = 0.04% Embebido (días) = 4.0 IP % = 19.0%

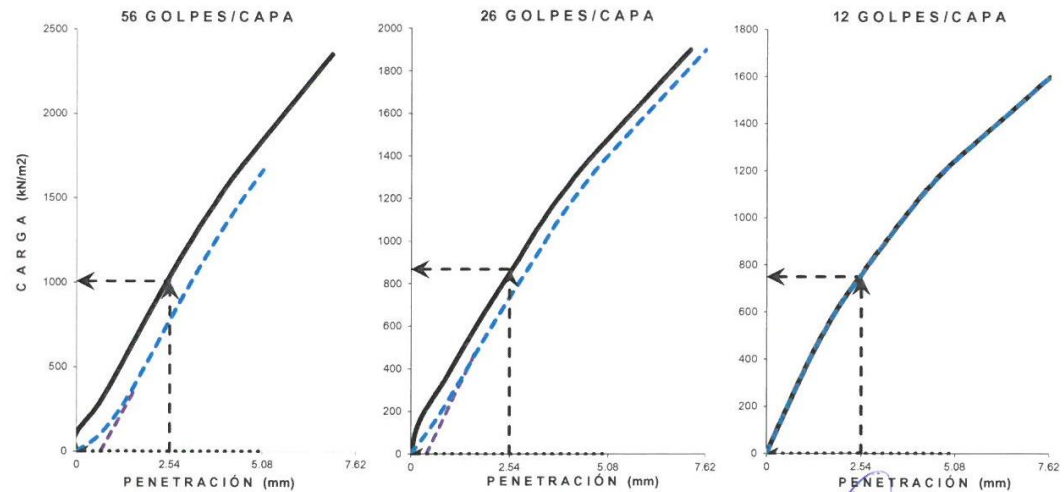
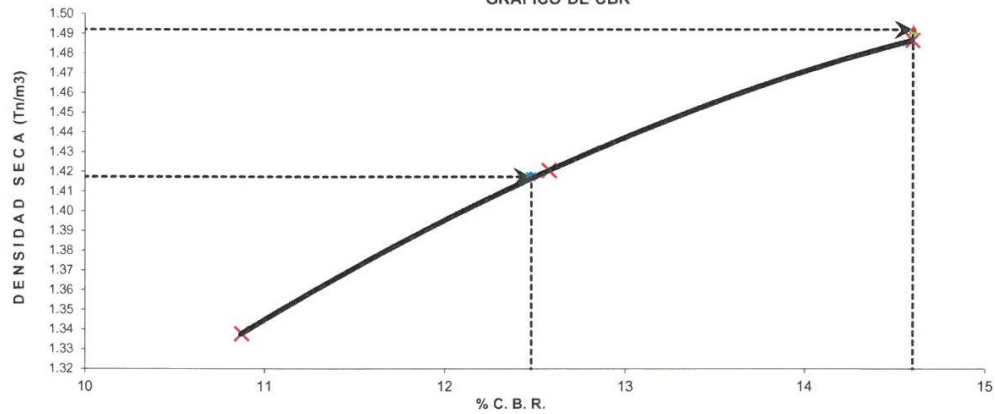
RESULTADOS DEL ENSAYO (0.1" DE PENETRACIÓN)

CBR AL 100% DE MDS (0.1") = 14.6

CBR AL 95% DE LA MDS (0.1") = 12.5

CBR AL 90% MDS = -.-

GRÁFICO DE CBR



KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
C.P. N° 130633
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

**CBR DE SUELOS - LABORATORIO
(MTC E 132)**

Página 1 de 2

Proyecto : "ADICIÓN DE BIORRESIDUO ANIMALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE HUAMANGA - QORIHUILLCA, AYACUCHO 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-009

Región/Prov : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ANGEL RIVERA POMAHUACRE - ELVIS CURI AVALOS

Distrito : HUAMANGA

Exploración : SUBRASANTE KM 4+500

Lugar : HUAMANGA - QORIHUILLCA

Estrato/Nivel : BIORRESIDUOS ANIMALES (4.0% MDS)

Fecha : JUNIO DEL 2022

COMPACTACION DEL CBR									
MOLDE Nº	40			30			33		
CAPAS Nº	5			5			5		
GOLPES POR CAPA	56			26			12		
COND. DE LA MUESTRA	HUMEDO			HUMEDO			HUMEDO		
PESO MOLDE+S. HÚM. gr	11,226			11,420			11,155		
PESO DEL MOLDE gr	7,355.00			7,684.00			7,638.00		
PESO SUELO HÚM. gr	3,871.00			3,736.00			3,517.00		
VOLUMEN DEL MOLDE cm3	2,095.53			2,116.40			2,115.97		
DENSIDAD HÚMEDA gr/cm3	1.85			1.77			1.66		
DENSIDAD SECA gr/cm3	1.49			1.42			1.34		
Contenido de Humedad	Humedad: inicial			Humedad: inicial			Humedad: inicial		
TARRO Nº Nro.	115	358		115	358		115	358	
TARRO+SUELO HÚM. gr	567.8	792.8		567.8	792.8		567.8	792.8	
TARRO+SUELO SECO gr	475.3	663.6		475.3	663.6		475.3	663.6	
PESO DEL TARRO gr	87.87	139.27		87.87	139.27		87.87	139.27	
% DE HUMEDAD %	23.88	24.64		23.88	24.64		23.88	24.64	
HUMEDAD %	24.26			24.26			24.26		
ABSORCIÓN %									

EXPANSIÓN									
DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%
4	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%

PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN (mm) (plg)		Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
			Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)
0.000	0.000		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.630	0.025		0.19	0.19	0.10	0.30	0.30	0.16	0.43	0.43	0.22
1.270	0.050		0.54	0.54	0.28	0.67	0.67	0.34	0.84	0.84	0.43
1.900	0.075		1.01	1.01	0.52	1.05	1.05	0.54	1.19	1.19	0.61
2.540	0.100	6.9	1.51	1.51	0.78	1.42	1.42	0.73	1.47	1.47	0.76
3.170	0.125		1.98	1.98	1.03	1.77	1.77	0.91	1.73	1.73	0.89
3.810	0.150		2.44	2.44	1.26	2.13	2.13	1.10	1.98	1.98	1.02
4.445	0.175		2.85	2.85	1.47	2.44	2.44	1.26	2.21	2.21	1.14
5.080	0.200	10.35	3.22	3.22	1.67	2.71	2.71	1.40	2.41	2.41	1.24
7.620	0.300		4.55	4.55	2.35	3.67	3.67	1.90	3.09	3.09	1.60

KENNY HUAMAN GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 7130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (MTC E 115)

Proyecto : "ADICIÓN DE BIORRESIDUO ANIMALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE HUAMANGA - QORIHUILLCA, AYACUCHO 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-009

Región/Provinc : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ANGEL RIVERA POMAHUACRE - ELVIS CURI AVALOS

Distrito : HUAMANGA

Exploración : SUBRASANTE KM 4+500

Lugar : HUAMANGA - QORIHUILLCA

Estrato/Nivel : BIORRESIDUOS ANIMALES (4.0% MDS)

Fecha : JUNIO DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS :	CL ARCILLA LIGERA ARENOSA		METODO A	
Clasificación AASHTO :	A-7-6 (12)	Capas : 5.00	Golpes/Capa 25	
% Retenido acumulado malla N° 4 :	4.5	Material Pasante a usar	PASA N° 4	"
% Retenido acumulado malla 3/8" :	3.3	Molde (Pulg)	4	Código M4
% Retenido acumulado malla 3/4" :	1.8	Peso Molde (gr) :	4105.00	Vol.(cm3) : 939.81

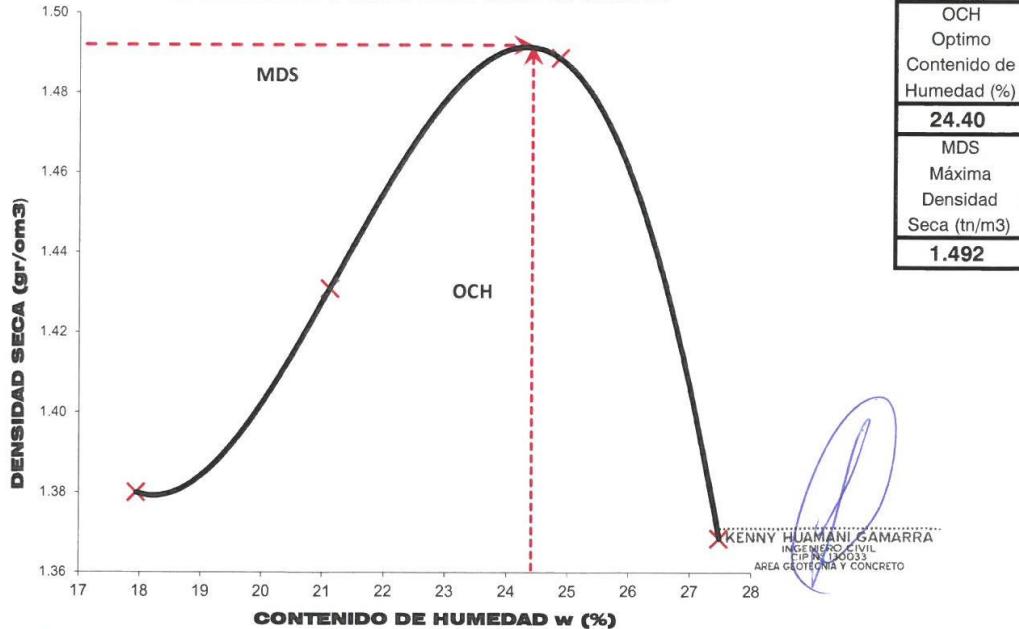
ENSAYO DE COMPACTACIÓN

Determinación N°		01	02	03	04
Peso del molde y muestra	gr	5,635	5,734	5,852	5,745
Peso de la muestra compactada	gr	1,529.7	1,628.7	1,746.8	1,639.5
Densidad húmeda	gr/cc	1.63	1.73	1.86	1.74
Densidad seca	gr/cc	1.38	1.43	1.49	1.37

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tarro N°		25.0	14.0	126.0	196.0
Peso tarro + suelo húmedo	gr	747.62	751.43	677.56	737.52
Peso de tarro + suelo seco	gr	654.45	644.19	570.69	606.74
Peso del tarro	gr	135.340	136.229	140.592	130.785
Peso del agua	gr	93.17	107.23	106.87	130.78
Peso del suelo seco	gr	519.11	507.97	430.10	475.96
Contenido de humedad	%	17.95	21.11	24.85	27.48

CURVA DE PROCTOR MODIFICADO





CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)

Página 2 de 2

Proyecto : "ADICIÓN DE BIORRESIDUO ANIMALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE HUAMANGA - QORIHUILLCA, AYACUCHO 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-009

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ANGEL RIVERA POMAHUACRE - ELVIS CURI AVALOS

Distrito : HUAMANGA

Exploración : SUBRASANTE KM 4+500

Lugar : HUAMANGA - QORIHUILLCA

Estrato/Nivel : BIORRESIDUOS ANIMALES (2.0% MDS)

Fecha : JUNIO DEL 2022

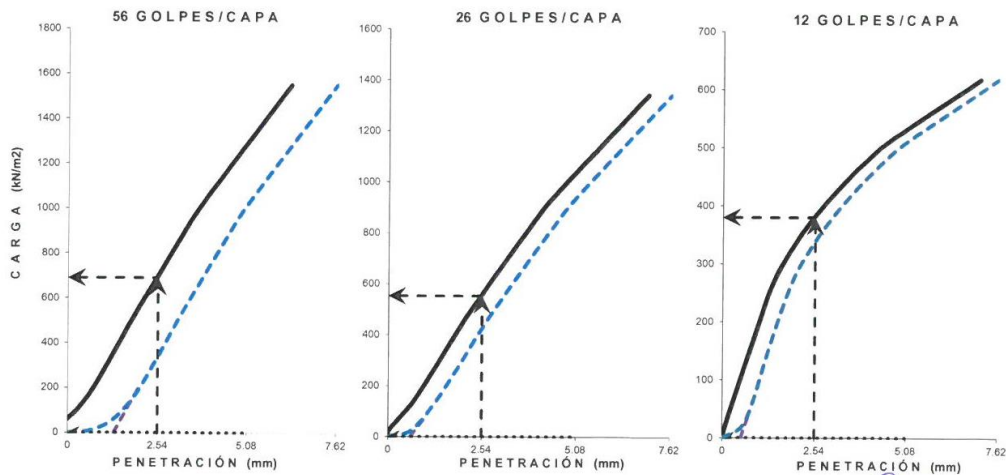
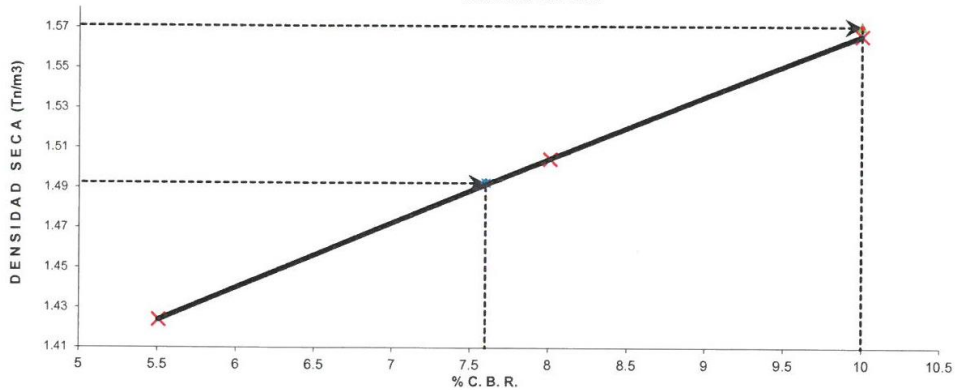
DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS :	CL	ARCILLA LIGERA ARENOSA	AASHTO :	A-7-6 (12)	
Máxima Densidad Seca MDS (tn/m ³) :	1.57	Óptimo Contenido de Humedad OCH % =	21.40		
% Grava =	4.5	% Arena =	26.8	% Finos =	68.7
		LL % =	42.9%	LP % =	23.8%
Expansión % =	0.04%	Embebido (días) =	4.0	IP % =	19.0%

RESULTADOS DEL ENSAYO (0.1" DE PENETRACIÓN)

CBR AL 100% DE MDS (0.1") = 10.0	CBR AL 95% DE LA MDS (0.1") = 7.6	CBR AL 90% MDS = -,-
----------------------------------	-----------------------------------	----------------------

GRÁFICO DE CBR




KENNY HUAMANI CAMARRA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 180263
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
EFICIENCIA Y CONCRETO

CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)

Página 1 de 2

Proyecto : "ADICIÓN DE BIORRESIDUO ANIMALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE HUAMANGA - QORIHULLCA, AYACUCHO 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-009

Región/Provi : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ANGEL RIVERA POMAHUACRE - ELVIS CURI AVALOS

Distrito : HUAMANGA

Exploración : SUBRASANTE KM 4+500

Lugar : HUAMANGA - QORIHULLCA

Estrato/Nivel : BIORRESIDUOS ANIMALES (2.0% MDS)

Fecha : JUNIO DEL 2022

COMPACTACION DEL CBR									
MOLDE Nº	53			20			2		
CAPAS Nº	5			5			5		
GOLPES POR CAPA	56			26			12		
COND. DE LA MUESTRA	HUMEDO			HUMEDO			HUMEDO		
PESO MOLDE+S. HÚM.	gr	11,587		11,789		11,453			
PESO DEL MOLDE	gr	7,642.00		7,984.00		7,845.00			
PESO SUELO HÚM.	gr	3,945.00		3,805.00		3,608.00			
VOLUMEN DEL MOLDE	cm3	2,078.14		2,086.70		2,090.67			
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm3	1.90		1.82		1.73			
DENSIDAD SECA	gr/cm3	1.57		1.50		1.42			
Contenido de Humedad		Humedad: inicial		Humedad: inicial		Humedad: inicial			
TARRO Nº	Nro.	324	323	324	323	324	323		
TARRO+SUELO HÚM.	gr	706.2	830.0	706.2	830.0	706.2	830.0		
TARRO+SUELO SECO	gr	605.3	708.7	605.3	708.7	605.3	708.7		
PESO DEL TARRO	gr	129.18	136.78	129.18	136.78	129.18	136.78		
% DE HUMEDAD	%	21.19	21.21	21.19	21.21	21.19	21.21		
HUMEDAD	%	21.20		21.20		21.20			
ABSORCIÓN	%								

EXPANSIÓN									
DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%
4	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%

PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN (mm) (plg)		Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
			Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)
0.000	0.000		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.630	0.025		0.02	0.02	0.01	0.05	0.05	0.02	0.05	0.03	
1.270	0.050		0.11	0.11	0.06	0.26	0.26	0.13	0.30	0.15	
1.900	0.075		0.32	0.32	0.17	0.53	0.53	0.27	0.52	0.27	
2.540	0.100	6.9	0.66	0.66	0.34	0.83	0.83	0.43	0.65	0.34	
3.170	0.125		1.00	1.00	0.52	1.09	1.09	0.56	0.76	0.39	
3.810	0.150		1.33	1.33	0.69	1.35	1.35	0.70	0.85	0.44	
4.445	0.175		1.66	1.66	0.86	1.60	1.60	0.82	0.92	0.48	
5.080	0.200	10.35	1.96	1.96	1.01	1.83	1.83	0.94	0.99	0.51	
7.620	0.300		3.00	3.00	1.55	2.60	2.60	1.34	1.20	0.62	

KENNY HUAMANI GARRA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (MTC E 115)

Proyecto : "ADICIÓN DE BIORRESIDUO ANIMALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE HUAMANGA - QORIHUILLCA, AYACUCHO 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-009 Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA
Solicitante : ANGEL RIVERA POMAHUACRE - ELVIS CURI AVALOS Distrito : HUAMANGA
Exploración : SUBRASANTE KM 4+500 Lugar : HUAMANGA - QORIHUILLCA
Estrato/Nivel : BIORRESIDUOS ANIMALES (2.0% MDS) Fecha : JUNIO DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS :	CL ARCILLA LIGERA ARENOSA		METODO A	
Clasificación AASHTO :	A-7-6 (12)	Capas : 5.00	Golpes/Capa 25	
% Retenido acumulado malla N° 4 :	4.5	Material Pasante a usar	PASA N° 4	"
% Retenido acumulado malla 3/8" :	3.3	Molde (Pulg)	4	Código M4
% Retenido acumulado malla 3/4" :	1.8	Peso Molde (gr) :	4105.00	Vol.(cm3) : 939.81

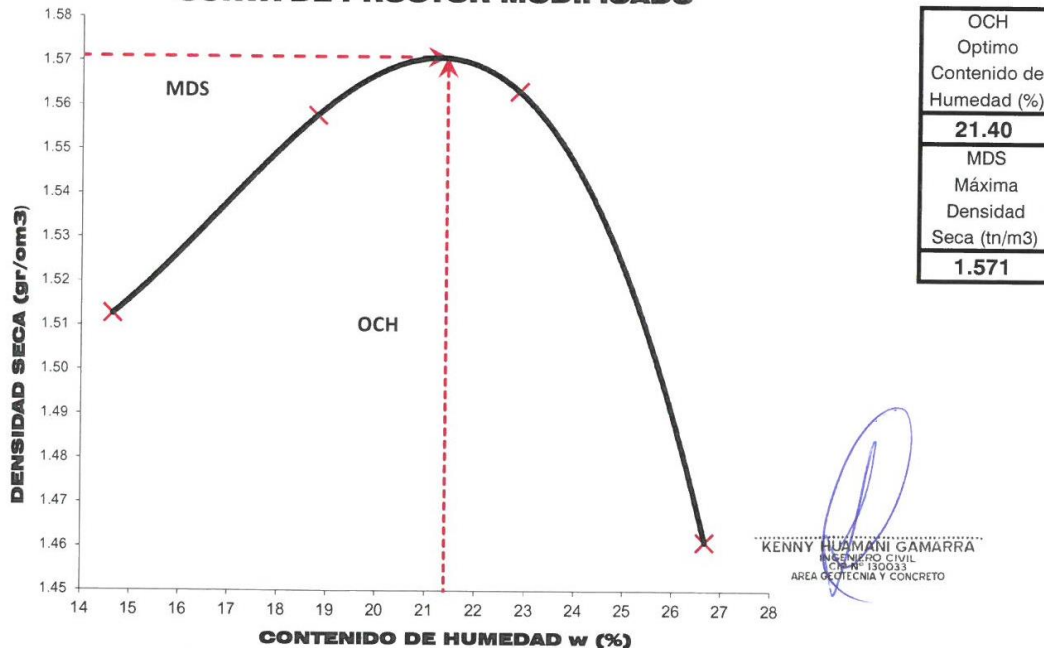
ENSAYO DE COMPACTACIÓN

Determinación N°		01	02	03	04
Peso del molde y muestra	gr	5,735	5,844	5,910	5,845
Peso de la muestra compactada	gr	1,629.7	1,738.7	1,804.8	1,739.5
Densidad húmeda	gr/cc	1.73	1.85	1.92	1.85
Densidad seca	gr/cc	1.51	1.56	1.56	1.46

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tarro N°		45.0	74.0	96.0	88.0
Peso tarro + suelo húmedo	gr	747.62	751.43	677.56	737.52
Peso de tarro + suelo seco	gr	669.45	654.19	577.69	609.74
Peso del tarro	gr	135.340	136.229	140.592	130.785
Peso del agua	gr	78.17	97.23	99.87	127.78
Peso del suelo seco	gr	534.11	517.97	437.10	478.96
Contenido de humedad	%	14.64	18.77	22.85	26.68

CURVA DE PROCTOR MODIFICADO



Proyecto : "ADICIÓN DE BIORRESIDUO ANIMALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE HUAMANGA - QORIHUILLCA, AYACUCHO 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-009

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ANGEL RIVERA POMAHUACRE - ELVIS CURI AVALOS

Distrito : HUAMANGA

Exploración : SUBRASANTE KM 4+500

Lugar : HUAMANGA - QORIHUILLCA

Estrato/Nivel : BIORRESIDUOS ANIMALES (0.0% MDS)

Fecha : JUNIO DEL 2022

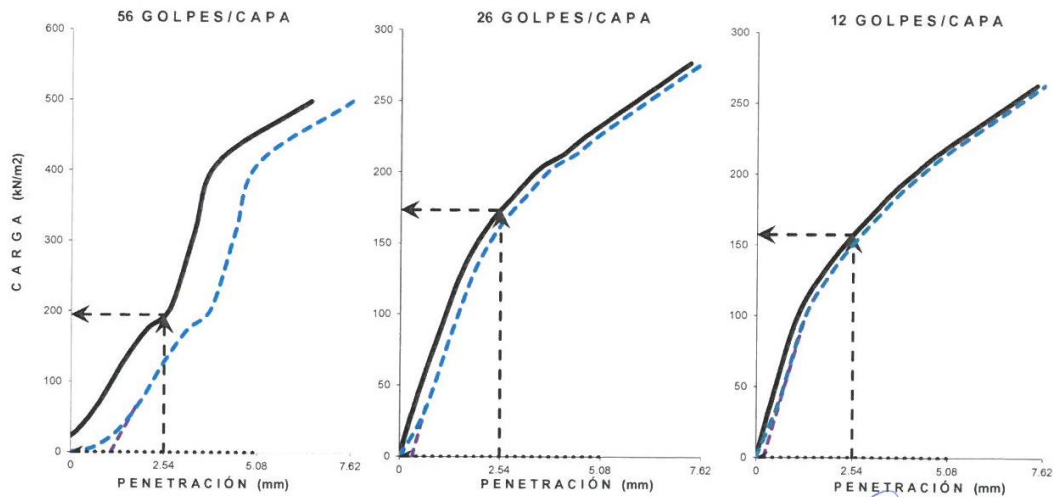
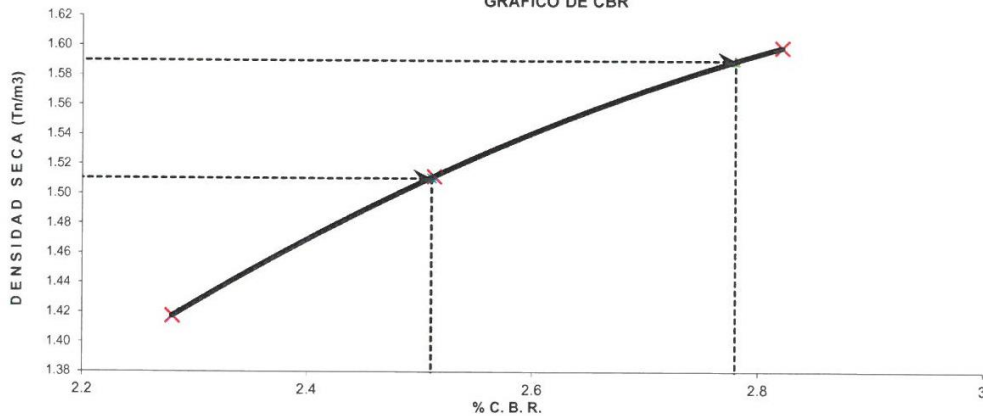
DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS :	CL	ARCILLA LIGERA ARENOSA	AASHTO :	A-7-6 (12)
Máxima Densidad Seca MDS (tn/m ³) :	1.59	Óptimo Contenido de Humedad OCH % =	20.80	
% Grava =	4.5	% Arena =	26.8	% Finos = 68.7
		LL % =	42.9%	LP % = 23.8%
Expansión % =	0.04%	Embebido (días) =	4.0	IP % = 19.0%

RESULTADOS DEL ENSAYO (0.1" DE PENETRACIÓN)

CBR AL 100% DE MDS (0.1") = 2.8	CBR AL 95% DE LA MDS (0.1") = 2.5	CBR AL 90% MDS = -.-
---------------------------------	-----------------------------------	----------------------

GRÁFICO DE CBR



KENNY HUAMANI GARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 130033
ÁREA GEOTECNIA Y CONCRETO

Proyecto : "ADICIÓN DE BIORRESIDUO ANIMALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE HUAMANGA - QORIHUILLCA, AYACUCHO 2022"
Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-009 **Región/Provi** : AYACUCHO / HUAMANGA
Solicitante : ANGEL RIVERA POMAHUACRE - ELVIS CURI AVALOS **Distrito** : HUAMANGA
Exploración : SUBRASANTE KM 4+500 **Lugar** : HUAMANGA - QORIHUILLCA
Estrato/Nivel : BIORRESIDUOS ANIMALES (0.0% MDS) **Fecha** : JUNIO DEL 2022

COMPACTACION DEL CBR									
MOLDE Nº	19			30			41		
CAPAS Nº	5			5			5		
GOLPES POR CAPA	56			26			12		
COND. DE LA MUESTRA	HUMEDO			HUMEDO			HUMEDO		
PESO MOLDE+S. HÚM.	gr	11,910		11,545		11,236			
PESO DEL MOLDE	gr	7,833.00		7,684.00		7,642.00			
PESO SUELO HÚM.	gr	4,077.00		3,861.00		3,594.00			
VOLUMEN DEL MOLDE	cm3	2,113.14		2,116.40		2,101.14			
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm3	1.93		1.82		1.71			
DENSIDAD SECA	gr/cm3	1.60		1.51		1.42			
Contenido de Humedad		Humedad: inicial		Humedad: inicial		Humedad: inicial			
TARRO Nº	Nro.	325	356	325	356	325	356		
TARRO+SUELO HÚM.	gr	724.7	640.7	724.7	640.7	724.7	640.7		
TARRO+SUELO SECO	gr	621.9	548.2	621.9	548.2	621.9	548.2		
PESO DEL TARRO	gr	138.09	87.97	138.09	87.97	138.09	87.97		
% DE HUMEDAD	%	21.25	20.10	21.25	20.10	21.25	20.10		
HUMEDAD	%	20.67		20.67		20.67			
ABSORCIÓN	%								

EXPANSIÓN									
DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%
4	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%

PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN (mm) (plg)		Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
			Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)
0.000	0.000		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.630	0.025		0.01	0.01	0.01	0.06	0.06	0.03	0.08	0.08	0.04
1.270	0.050		0.06	0.06	0.03	0.16	0.16	0.08	0.19	0.19	0.10
1.900	0.075		0.14	0.14	0.07	0.26	0.26	0.13	0.25	0.25	0.13
2.540	0.100	6.9	0.25	0.25	0.13	0.31	0.31	0.16	0.29	0.29	0.15
3.170	0.125		0.34	0.34	0.17	0.35	0.35	0.18	0.33	0.33	0.17
3.810	0.150		0.40	0.40	0.20	0.39	0.39	0.20	0.36	0.36	0.19
4.445	0.175		0.60	0.60	0.31	0.41	0.41	0.21	0.39	0.39	0.20
5.080	0.200	10.35	0.80	0.80	0.41	0.44	0.44	0.23	0.42	0.42	0.22
7.620	0.300		0.97	0.97	0.50	0.54	0.54	0.28	0.51	0.51	0.26


KENNY HUAMANI CAMARRA
INGENIERO CIVIL
 C.P. N° 180033
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



ENSAYO DE LA GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SOLIDOS DEL SUELO (MTC E 206, E 113)

Proyecto : "ADICIÓN DE BIORRESIDUO ANIMALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE HUAMANGA - QORIHUILLCA, AYACUCHO 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-009 Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ANGEL RIVERA POMAHUACRE - ELVIS CURI AVAL Distrito : HUAMANGA

Exploración : SUBRASANTE KM 4+500 Lugar : HUAMANGA - QORIHUILLCA

Estrato/Nivel : MATERIAL PROPIO Fecha : JUNIO DEL 2022

MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA N°4 (MTC E 206)

IDENTIFICACION		ENSAYO N°01	ENSAYO N°02	PROMEDIO
Peso en el aire de la muestra seca	gr	2242.07	2242.07	
Peso en el aire de la muestra SSS	gr	2272.24	2272.24	
Peso sumergido en agua de la muestra SSS (gr)	gr	1409.01	1409.00	
Gravedad Especifica		2.597	2.597	2.597
Gravedad Especifica SSS		2.632	2.632	2.632
Gravedad Especifica Aparente		2.691	2.691	2.691
% de absorción	%	1.345	1.345	1.345

MATERIAL PASANTE LA MALLA N°4 (MTC E 113)

IDENTIFICACIÓN		MUESTRA 01	MUESTRA 02	PROMEDIO
Capacidad de Picnómetro	cm3	500	500	
Peso de la muestra seca	gr	99.99	99.13	
Peso de Picnómetro con la muestra y agua	gr	747.88	753.60	
Peso de Picnómetro aforado lleno de agua	gr	685.06	691.27	
Temperatura del agua en el ensayo	°C	25	24	
Corrección por temperatura (K)		0.9988	0.9991	
Gravedad especifica de la muestra		2.687	2.691	2.689

Porcentaje Retenido en la Malla N°4 (%)	4.5
Porcentaje que pasa la Malla N°4 (%)	95.5
Gravedad especifica de los sólidos	2.689

KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIPN° 130033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CONTENIDO DE HUMEDAD PARA SUELOS (MTC E 108)

Proyecto : "ADICIÓN DE BIORRESIDUO ANIMALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE HUAMANGA - QORIHUILLCA, AYACUCHO 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-009

Región/Prov. : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ANGEL RIVERA POMAHUACRE - ELVIS CURI AVALOS

Distrito : HUAMANGA

Exploración : SUBRASANTE KM 4+500

Lugar : HUAMANGA - QORIHUILLCA

Estrato/Nivel : MATERIAL PROPIO

Fecha : JUNIO DEL 2022

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD

RECIPIENTE	Nº	41	56
PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE DE LA MUESTRA	gr	1,491.68	1,461.38
PESO SUELO SECO+RECIPIENTE DE LA MUESTRA	gr	1,231.98	1,200.42
PESO RECIPIENTE	gr	133.74	85.60
PESO AGUA EN LA MUESTRA	gr	259.70	260.96
PESO SECO DE LA MUESTRA	gr	1,098.24	1,114.82
HUMEDAD	%	23.6%	23.4%

CONTENIDO DE HUMEDAD

%

23.5%

.....
KENNY HUAMAN CAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 180033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO (MTC E 107)

Proyecto : "ADICIÓN DE BIORRESIDUO ANIMALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE HUAMANGA - QORIHUILLCA, AYACUCHO 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-009

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ANGEL RIVERA POMAHUACRE - ELVIS CURI AVALOS

Distrito : HUAMANGA

Exploración : SUBRASANTE KM 4+500

Lugar : HUAMANGA - QORIHUILLCA

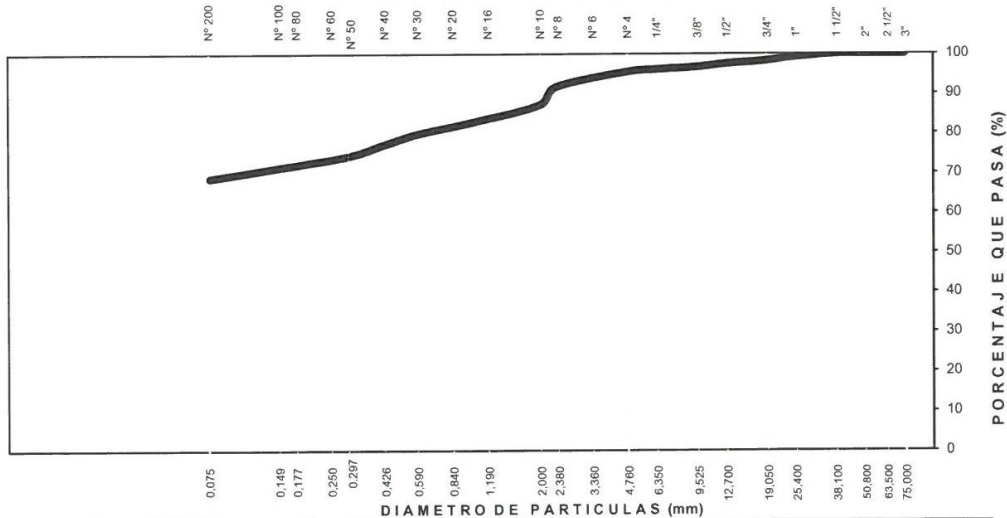
Estrato/Nivel : MATERIAL PROPIO

Fecha : JUNIO DEL 2022

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO (gr) RETENIDO	% RETEN PARCIAL	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	
						ENSAYOS ESTÁNDAR	
3"	75.000	-	-	-	100.00	Peso seco inicial (gr)	2090.3
2 1/2"	63.500	-	-	-	100.00	Peso seco lavado (gr)	655.2
2"	50.800	-	-	-	100.00	Pérdida por lavado (gr)	1435.1
1 1/2"	38.100	-	-	-	100.00	Humedad (%)	19.85
1"	25.400	17.09	0.82	0.82	99.18	% Grava	4.5
3/4"	19.000	20.28	0.97	1.79	98.21	% Grava gruesa	1.8
1/2"	12.700	14.61	0.70	2.49	97.51	% Grava fina	2.8
3/8"	9.500	17.39	0.83	3.32	96.68	% Arena	26.8
1/4"	6.350	11.68	0.56	3.88	96.12	% Arena gruesa	8.3
Nº 4	4.760	13.94	0.67	4.54	95.46	% Arena media	10.1
Nº 8	2.360	77.43	3.70	8.25	91.75	% Arena fina	8.5
Nº 10	2.000	95.39	4.56	12.81	87.19	% de Finos	68.7
Nº 16	1.100	83.70	4.00	16.82	83.18	D ₁₀ = D _{g(mm)} =	0.0109
Nº 30	0.590	70.56	3.38	20.19	79.81	D _{30(mm)} =	0.0328
Nº 40	0.425	55.88	2.67	22.87	77.13	D _{60(mm)} =	0.0655
Nº 50	0.297	60.64	2.90	25.77	74.23	Cu =	--
Nº 100	0.149	59.15	2.83	28.60	71.40	Cc =	--
Nº 200	0.075	57.45	2.75	31.34	68.66		
				31.34			
Lavado		1,435.1	68.66	100.00			
TOTAL		2090.3	100.0			CLASIFICACIÓN	
						AASHTO	A-7-6 (12)
						Clasificación SUCS	CL

ARCILLA LIGERA ARENOSA

CURVA GRANULOMÉTRICA



LIMO Y ARCILLA	ARENA			GRAVA		BOLON. /BLOQ.
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA	

KENNY HUIMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 120033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



ENSAYO DE LA GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SOLIDOS DEL SUELO (MTC E 206, E 113)

Proyecto : "ADICIÓN DE BIORRESIDUO ANIMALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE HUAMANGA - QORIHUILLCA, AYACUCHO 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-009 Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ANGEL RIVERA POMAHUACRE - ELVIS CURI AVAL Distrito : HUAMANGA

Exploración : SUBRASANTE KM 3+250 Lugar : HUAMANGA - QORIHUILLCA

Estrato/Nivel : MATERIAL PROPIO Fecha : JUNIO DEL 2022

MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA N°4 (MTC E 206)

IDENTIFICACION		ENSAYO N°01	ENSAYO N°02	PROMEDIO
Peso en el aire de la muestra seca	gr	2311.42	2311.42	
Peso en el aire de la muestra SSS	gr	2342.51	2342.51	
Peso sumergido en agua de la muestra SSS (gr)	gr	1437.12	1438.14	
Gravedad Especifica		2.553	2.556	2.554
Gravedad Especifica SSS		2.587	2.590	2.589
Gravedad Especifica Aparente		2.644	2.647	2.645
% de absorción	%	1.345	1.345	1.345

MATERIAL PASANTE LA MALLA N°4 (MTC E 113)

IDENTIFICACIÓN		MUESTRA 01	MUESTRA 02	PROMEDIO
Capacidad de Picnómetro	cm3	500	500	2.664
Peso de la muestra seca	gr	102.05	101.17	
Peso de Picnómetro con la muestra y agua	gr	771.01	776.91	
Peso de Picnómetro aforado lleno de agua	gr	707.79	713.17	
Temperatura del agua en el ensayo	°C	22	22	
Corrección por temperatura (K)		0.9996	0.9996	
Gravedad especifica de la muestra		2.627	2.702	

Porcentaje Retenido en la Malla N°4 (%)	29.1
Porcentaje que pasa la Malla N°4 (%)	70.9
Gravedad especifica de los sólidos	2.659

KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 80035
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
INGENIERÍA Y CONCRETO

CONTENIDO DE HUMEDAD PARA SUELOS (MTC E 108)

Proyecto : "ADICIÓN DE BIORRESIDUO ANIMALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE HUAMANGA - QORIHUILLCA, AYACUCHO 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-009

Región/Prov. : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ANGEL RIVERA POMAHUACRE - ELVIS CURI AVALOS

Distrito : HUAMANGA

Exploración : SUBRASANTE KM 3+250


Lugar : HUAMANGA - QORIHUILLCA

Estrato/Nivel : MATERIAL PROPIO

Fecha : JUNIO DEL 2022

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD

RECIPIENTE	Nº	157	267
PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE DE LA MUESTRA	gr	1,200.70	1,166.57
PESO SUELO SECO+RECIPIENTE DE LA MUESTRA	gr	1,051.65	1,009.93
PESO RECIPIENTE	gr	133.74	85.60
PESO AGUA EN LA MUESTRA	gr	149.05	156.64
PESO SECO DE LA MUESTRA	gr	917.91	924.33
HUMEDAD	%	16.2%	16.9%
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	16.6%	


KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 80033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
INGENIERÍA Y CONCRETO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO (MTC E 107)

Proyecto : "ADICIÓN DE BIORRESIDUO ANIMALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE HUAMANGA - QORIHUILICA, AYACUCHO 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-009

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ANGEL RIVERA POMAHUACRE - ELVIS CURI AVALOS

Distrito : HUAMANGA

Exploración : SUBRASANTE KM 3+250

Lugar : HUAMANGA - QORIHUILICA

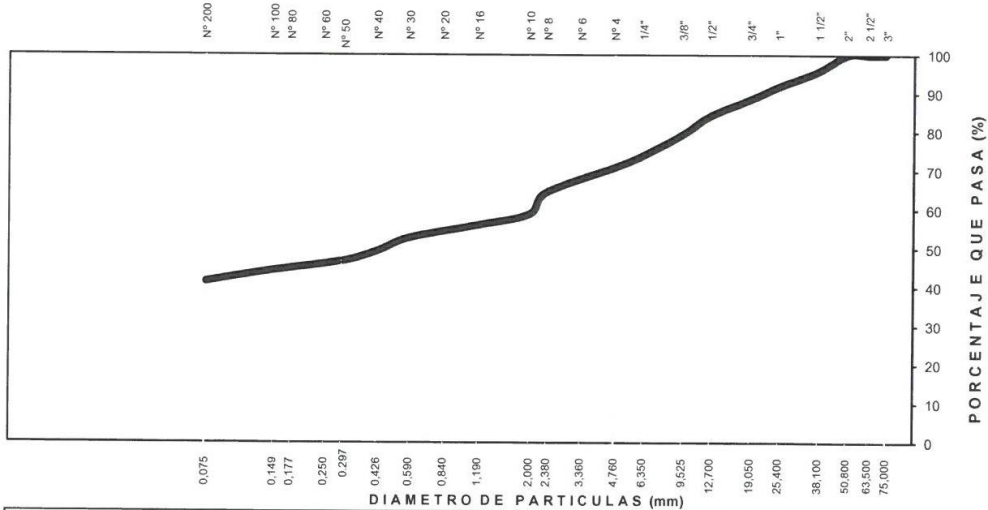
Estrato/Nivel : MATERIAL PROPIO

Fecha : JUNIO DEL 2022

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO (gr) RETENIDO	% RETEN PARCIAL	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	
ENSAYOS ESTÁNDAR							
3"	75.000	-	-	-	100.00	Peso seco inicial (gr)	4549.4
2 1/2"	63.500	-	-	-	100.00	Peso seco lavado (gr)	2661.8
2"	50.800	-	-	-	100.00	Pérdida por lavado (gr)	1887.6
1 1/2"	38.100	188.16	4.14	4.14	95.86	Humedad (%)	7.96
1"	25.400	182.90	4.02	8.16	91.84	% Grava	29.1
3/4"	19.000	151.19	3.32	11.48	88.52	% Grava gruesa	11.5
1/2"	12.700	193.97	4.26	15.74	84.26	% Grava fina	17.6
3/8"	9.500	221.68	4.87	20.62	79.38	% Arena	29.4
1/4"	6.350	248.91	5.47	26.09	73.91	% Arena gruesa	12.1
Nº 4	4.760	135.95	2.99	29.08	70.92	% Arena media	9.6
Nº 8	2.360	294.86	6.48	35.56	64.44	% Arena fina	7.7
Nº 10	2.000	254.44	5.59	41.15	58.85	% de Finos	41.5
Nº 16	1.100	143.63	3.16	44.31	55.69	D ₁₀ = D _{e(mm)} =	0.0181
Nº 30	0.590	136.21	2.99	47.30	52.70	D _{30(mm)} =	0.0542
Nº 40	0.425	157.42	3.46	50.76	49.24	D _{60(mm)} =	2.0740
Nº 50	0.297	116.17	2.55	53.31	46.69	Cu =	-.-
Nº 100	0.149	107.48	2.36	55.68	44.32	Cc =	-.-
Nº 200	0.075	128.79	2.83	58.51	41.49		
Lavado		1,887.6	41.49	100.00		CLASIFICACIÓN	
TOTAL		4549.4	100.0			AASHTO	A-6 (2)
						Clasificación SUCS	SC

ARENA ARCILLOSA CON GRAVA

CURVA GRANULOMÉTRICA



LIMO Y ARCILLA	ARENA			GRAVA		BOLON /BLOQ.
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA	

KENNY HUAMANI GARRA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 120033
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

LIMITES DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS (PASANTE LA MALLA N° 40)

Proyecto : "ADICIÓN DE BIORRESIDUO ANIMALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE HUAMANGA - QORIHUILLCA, AYACUCHO 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-009

Región/Provinc : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ANGEL RIVERA POMAHUACRE - ELVIS CURI AVALOS

Distrito : HUAMANGA

Exploración : SUBRASANTE KM 3+250

Lugar : HUAMANGA - QORIHUILLCA

Estrato / Nivel : MATERIAL PROPIO

Fecha : JUNIO DEL 2022

DETERMINACIÓN DEL LIMITE PLÁSTICO DE LOS SUELOS (MTC E 111)

	RECIPIENTE	Nº	194	345		
1	PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE	gr	23.056	25.132		
2	PESO SUELO SECO+RECIPIENTE	gr	22.742	24.670		
3	PESO RECIPIENTE	gr	21.300	22.630		
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr	0.31	0.46		
5	PESO SECO (2)-(4)	gr	1.44	2.04		
6	HUMEDAD	%	21.78%	22.65%		

LIMITE PLÁSTICO

%

22.2%

DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E 110)

	RECIPIENTE	Nº	PROCEDIMIENTO DE MULTIPUNTO			UNIPUNTO
			124	178	14	
1	PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE	gr	33.343	35.377	34.063	
2	PESO SUELO SECO+RECIPIENTE	gr	30.635	31.729	30.824	
3	PESO RECIPIENTE	gr	22.960	21.650	22.360	
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr	2.709	3.648	3.239	
5	PESO SECO (2)-(4)	gr	7.675	10.079	8.464	
6	HUMEDAD	%	35.30%	36.20%	38.27%	
7	NUMERO DE GOLPES	Nº	34	26	16	

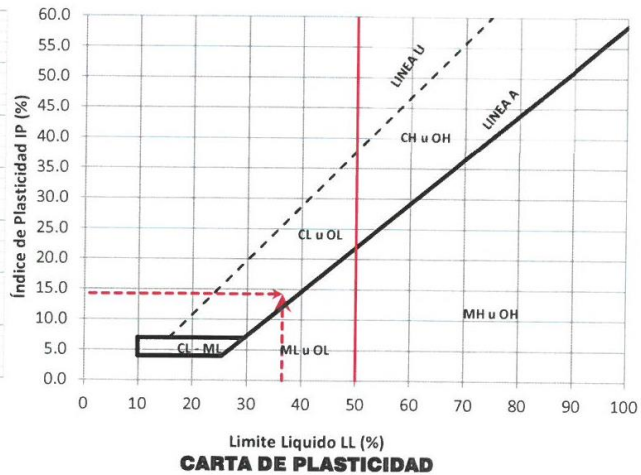
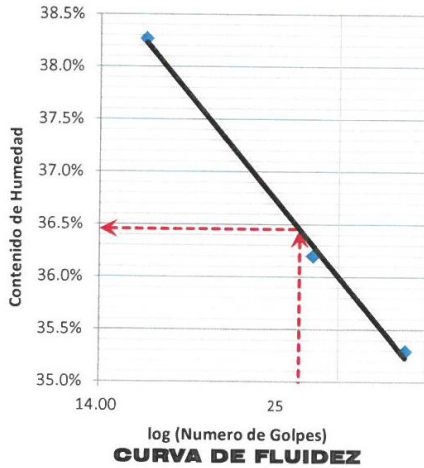
LIMITE LIQUIDO

%

36.5%

ÍNDICE PLÁSTICO (%) IP=LL-LP=

14.2%



KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 180033
ÁREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

ANEXO 1.2
ENSAYOS DE
LABORATORIO
KM 3+250


KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP. 1710333
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE SUELO METODO B (MTC E 1103, MTC E 1101)

Proyecto : "ADICIÓN DE BIORRESIDUO ANIMALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE HUAMANGA - QORIHUILLCA, AYACUCHO 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-009

Región/Pro: AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ANGEL RIVERA POMAHUACRE - ELVIS CURI AVALOS

Distrito : HUAMANGA

Exploración : SUBRASANTE KM 1+750

Lugar : HUAMANGA - QORIHUILLCA

Estrato/Nivel : MATERIAL PROPIO

Fecha : JUNIO DEL 2022

DATOS DE LA MUESTRA

Clasificación SUCS : CL ARCILLA LIGERA ARENOSA

Clasificación AASHTO : A-6 (3) MDS = 1.63 gr/cm³ OCH = 20.40 %

% Retenido acumulado malla N° 4 : 13.29 % Pasa acumulado malla N° 4 : 86.71

DATOS DEL MOLDEO

PORCENTAJE DE ADITIVO (BIORRESIDUOS ANIMALES)		0.0						
MOLDE N°		1	2	3				
PESO MOLDE+S. HÚM.	gr	1,720	1,717	1,709				
PESO DEL MOLDE	gr	601.00	602.50	601.90				
PESO SUELO HÚM.	gr	1,119.00	1,114.50	1,107.10				
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³	565.16	564.82	564.90				
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm ³	1.98	1.97	1.96				
HUMEDAD	TARRO	Nro.	154	44	52			
TARRO+SUELO HÚM.	gr	553.30	552.70	621.00				
TARRO+SUELO SECO	gr	479.40	476.20	516.75				
PESO DEL TARRO	gr	129.49	98.79	21.33				
% DE HUMEDAD	%	21.12	20.27	21.04				
DENSIDAD SECA	gr/cm ³	1.63	1.64	1.62				

ENSAYO DE COMPRESION

EDAD	días	7	7	7				
DIAMETRO PROMEDIO	mm	71.2	71.1	71.2				
ALTURA	mm	141.9	142.3	141.9				
RELACION H/D		1.99	2.00	1.99				
FACTOR DE CORRECCION		1.00	1.00	1.00				
LECTURA DE ENSAYO	kN	5.2	5.3	5.5				
RESISTENCIA FC	kg/cm ²	13.2	13.5	14.1				
RESISTENCIA PROM	kg/cm ²	13.6						
RESISTENCIA PROM	MPa	1.3						

KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 180035
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

Proyecto : "ADICIÓN DE BIORRESIDUO ANIMALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE HUAMANGA - QORIHULLCA, AYACUCHO 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-009

Región/Provi: AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ANGEL RIVERA POMAHUACRE - ELVIS CURI AVALOS

Distrito : HUAMANGA

Exploración : SUBRASANTE KM 1+750

Lugar : HUAMANGA - QORIHULLCA

Estrato/Nivel : BIORRESIDUOS ANIMALES (0.0% MDS)

Fecha : JUNIO DEL 2022

COMPACTACION DEL CBR

MOLDE Nº	28		30		32		
CAPAS Nº	5		5		5		
GOLPES POR CAPA	56		26		12		
COND. DE LA MUESTRA	HUMEDO		HUMEDO		HUMEDO		
PESO MOLDE+S. HÚM.	gr	11,765	11,585		11,265		
PESO DEL MOLDE	gr	7,567.00	7,684.00		7,613.00		
PESO SUELO HÚM.	gr	4,198.00	3,901.00		3,652.00		
VOLUMEN DEL MOLDE	cm3	2,112.66	2,116.40		2,093.31		
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm3	1.99	1.84		1.74		
DENSIDAD SECA	gr/cm3	1.636	1.52		1.44		
Contenido de Humedad	Humedad: inicial			Humedad: inicial			
TARRO Nº	Nro.	154	322	154	322	154	
TARRO+SUELO HÚM.	gr	597.4	784.0	597.4	784.0	597.4	
TARRO+SUELO SECO	gr	514.5	669.2	514.5	669.2	514.5	
PESO DEL TARRO	gr	129.49	133.35	129.49	133.35	129.49	
% DE HUMEDAD	%	21.53	21.42	21.53	21.42	21.53	
HUMEDAD	%	21.48		21.48		21.48	
ABSORCIÓN	%						

EXPANSIÓN

DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%
4	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (mm) (plg)	Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
		Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)
0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.630	0.025	0.03	0.03	0.01	0.08	0.08	0.04	0.07	0.07	0.04
1.270	0.050	0.07	0.07	0.04	0.22	0.22	0.11	0.18	0.18	0.09
1.900	0.075	0.14	0.14	0.07	0.39	0.39	0.20	0.30	0.30	0.16
2.540	0.100	6.9	0.26	0.26	0.14	0.55	0.55	0.28	0.40	0.40
3.170	0.125		0.45	0.45	0.23	0.69	0.69	0.35	0.48	0.48
3.810	0.150		0.69	0.69	0.35	0.81	0.81	0.42	0.57	0.57
4.445	0.175		0.95	0.95	0.49	0.93	0.93	0.48	0.64	0.64
5.080	0.200	10.35	1.23	1.23	0.64	1.04	1.04	0.54	0.71	0.71
7.620	0.300		2.37	2.37	1.22	1.41	1.41	0.73	0.94	0.94



KENNY HUAMANI GAMARRA
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 10003
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (MTC E 115)

Proyecto : "ADICIÓN DE BIORRESIDUO ANIMALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE HUAMANGA - QORIHUILLCA, AYACUCHO 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-009
 Solicitante : ANGEL RIVERA POMAHUACRE - ELVIS CURI AVALOS
 Exploración : SUBRASANTE KM 1+750
 Estrato/Nivel : BIORRESIDUOS ANIMALES (0.0% MDS)

Región/Provinc : AYACUCHO / HUAMANGA
 Distrito : HUAMANGA
 Lugar : HUAMANGA - QORIHUILLCA
 Fecha : JUNIO DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS :	CL ARCILLA LIGERA ARENOSA		METODO A	
Clasificación AASHTO :	A-6 (3)	Capas : 5.00	Golpes/Capa 25	
% Retenido acumulado malla N° 4 :	13.3	Material Pasante a usar	PASA N° 4	"
% Retenido acumulado malla 3/8" :	3.9	Molde (Pulg)	4	Código M4
% Retenido acumulado malla 3/4" :	0.4	Peso Molde (gr) :	4105.00	Vol.(cm3) : 939.81

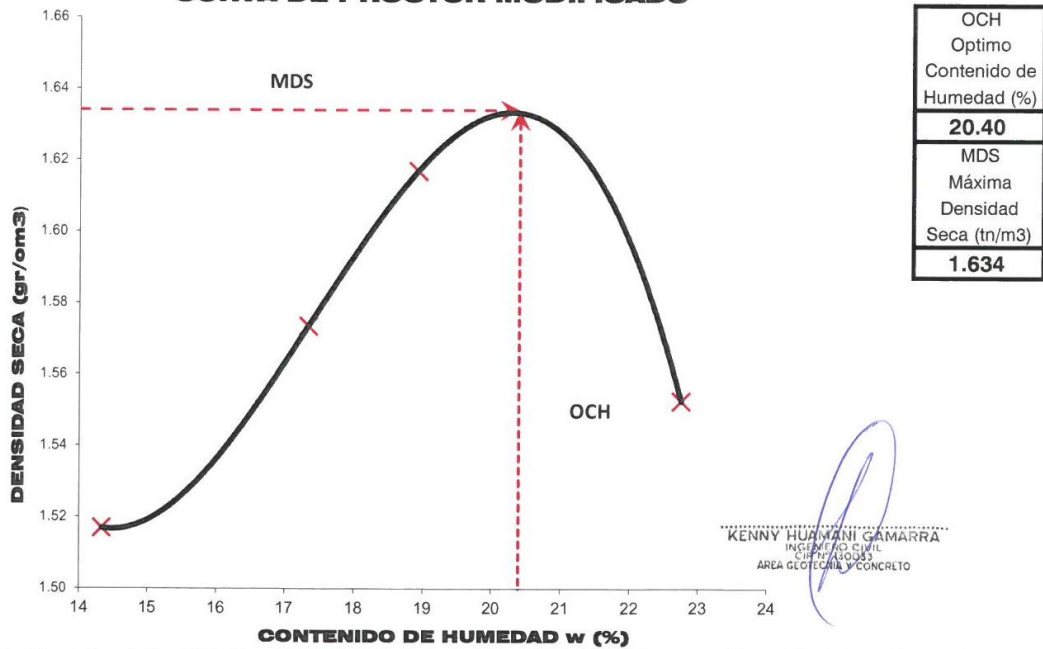
ENSAYO DE COMPACTACIÓN

Determinación N°		01	02	03	04
Peso del molde y muestra	gr	5,735	5,840	5,912	5,896
Peso de la muestra compactada	gr	1,630.0	1,735.0	1,807.0	1,791.0
Densidad húmeda	gr/cc	1.73	1.85	1.92	1.91
Densidad seca	gr/cc	1.52	1.57	1.62	1.55

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tarro N°		345.0	321.0	152.0	154.0
Peso tarro + suelo húmedo	gr	740.21	743.99	670.85	730.22
Peso de tarro + suelo seco	gr	664.21	654.00	586.28	618.87
Peso del tarro	gr	134.000	134.880	139.200	129.490
Peso del agua	gr	76.01	89.98	84.57	111.34
Peso del suelo seco	gr	530.21	519.12	447.08	489.38
Contenido de humedad	%	14.34	17.33	18.92	22.75

CURVA DE PROCTOR MODIFICADO





CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

ENSAYO DE LA GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SOLIDOS DEL SUELO (MTC E 206, E 113)

Proyecto : "ADICIÓN DE BIORRESIDUO ANIMALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE HUAMANGA - QORIHUILLCA, AYACUCHO 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-009

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ANGEL RIVERA POMAHUACRE - ELVIS CURI AVAL Distrito

: HUAMANGA

Exploración : SUBRASANTE KM 1+750

Lugar

: HUAMANGA - QORIHUILLCA

Estrato/Nivel : MATERIAL PROPIO

Fecha

: JUNIO DEL 2022

MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA N°4 (MTC E 206)

IDENTIFICACION		ENSAYO N°01	ENSAYO N°02	PROMEDIO
Peso en el aire de la muestra seca	gr	2221.66	2221.66	
Peso en el aire de la muestra SSS	gr	2251.55	2251.55	
Peso sumergido en agua de la muestra SSS (gr)	gr	1364.94	1364.94	
Gravedad Especifica		2.506	2.506	2.506
Gravedad Especifica SSS		2.539	2.539	2.539
Gravedad Especifica Aparente		2.593	2.593	2.593
% de absorción	%	1.345	1.345	1.345

MATERIAL PASANTE LA MALLA N°4 (MTC E 113)

IDENTIFICACIÓN		MUESTRA 01	MUESTRA 02	PROMEDIO
Capacidad de Picnómetro	cm3	500	500	
Peso de la muestra seca	gr	102.01	102.10	
Peso de Picnómetro con la muestra y agua	gr	741.07	746.74	
Peso de Picnómetro aforado lleno de agua	gr	678.35	684.10	2.590
Temperatura del agua en el ensayo	°C	24	23	
Corrección por temperatura (K)		0.9991	0.9993	
Gravedad especifica de la muestra		2.594	2.586	

Porcentaje Retenido en la Malla N°4 (%)	13.3
Porcentaje que pasa la Malla N°4 (%)	86.7
Gravedad especifica de los sólidos	2.590

KENNY HUAMANI GAMARRA
INGENIERO CIVIL
CIP 150023
AREA GEO TECNIA Y CONCRETO

Proyecto : "ADICIÓN DE BIORRESIDUO ANIMALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE HUAMANGA - QORIHUILLCA, AYACUCHO 2022"

Trazabilidad : INFORME 001-2022/CG-CON-22-O-009

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ANGEL RIVERA POMAHUACRE - ELVIS CURI AVALOS

Distrito : HUAMANGA

Exploración : SUBRASANTE KM 1+750

Lugar : HUAMANGA - QORIHUILLCA

Estrato/Nivel : BIORRESIDUOS ANIMALES (0.0% MDS)

Fecha : JUNIO DEL 2022

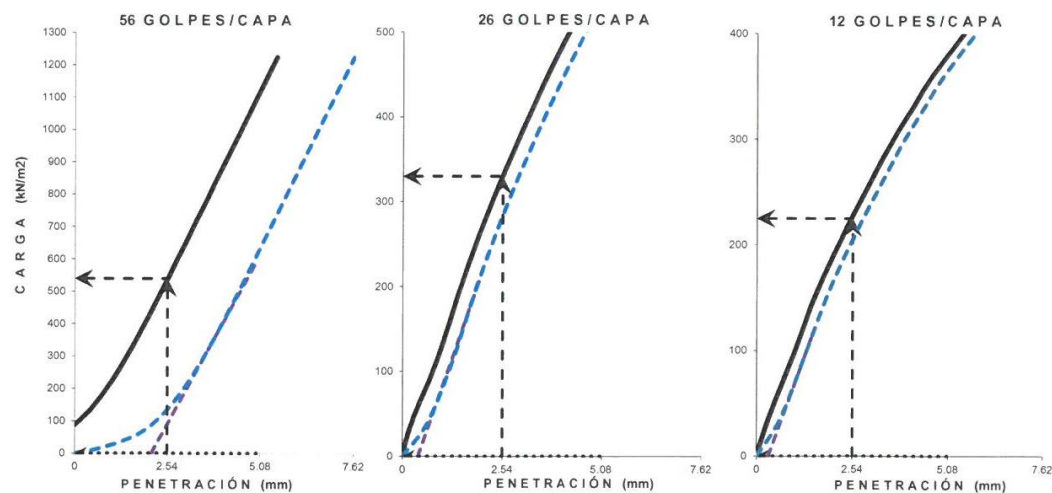
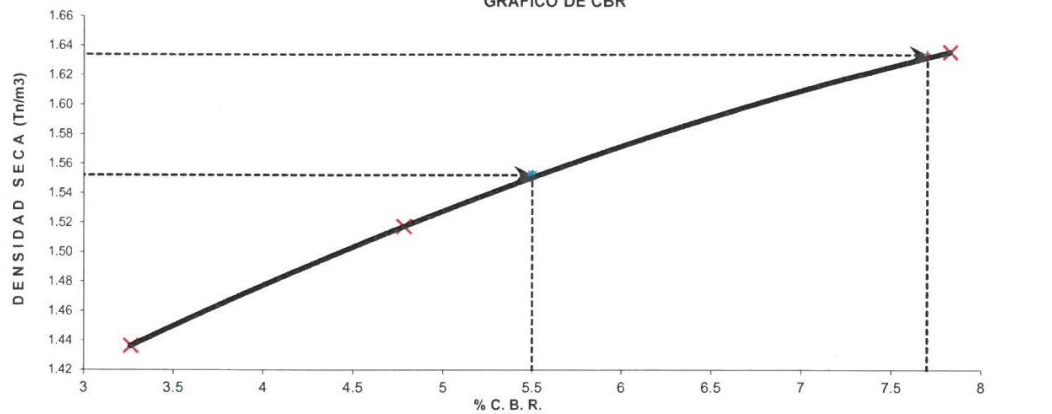
DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS :	CL	ARCILLA LIGERA ARENOSA	AASHTO :	A-6 (3)
Máxima Densidad Seca MDS (tn/m ³) :	1.63	Optimo Contenido de Humedad OCH % =	20.40	
% Grava =	13.3	% Arena =	32.8	% Finos = 53.9
		LL % =	32.0%	LP % = 21.8%
Expansión % =	0.00%	Embebido (días) =	4.0	IP % = 10.1%

RESULTADOS DEL ENSAYO (0.1" DE PENETRACIÓN)

CBR AL 100% DE MDS (0.1") = 7.7 CBR AL 95% DE LA MDS (0.1") = 5.5 CBR AL 90% MDS = -.-

GRÁFICO DE CBR




 KENNY HUANANI GAMARRÁ
 INGENIERO CIVIL
 CIP 100000000
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

Anexo 6. Panel fotográfico



Fotografía N°01: Excavación y extracción de muestra de calicata N°1 (PROG 1+750km)



Fotografía N°02: Excavación y extracción de muestra de calicata N°1 (PROG 3+250km)



Fotografía N°03: Excavación y extracción de muestra de calicata N°1 (PROG 4+500km)



Fotografía N°04: Cuarteo de muestra extraída de la calicata 01 (Prog1+750km).



Fotografía N°05: Proceso de cuarteo de muestra extraída de la calicata 02 (Prog 3+250km).



Fotografía N°06: Cuarteo de muestra extraída de la calicata 03 (Prog 4+500km).



Fotografía N°07: Proceso del Análisis granulométrico-Tamizado de la calicata 01 (Prog 1+750km).



Fotografía N°08: Proceso del Análisis granulométrico-Tamizado de la calicata 03 (Prog 4+500km).



Fotografía N°09: Ensayo de plasticidad-índice plástico de la calicata 03 (Prog 4+500km).



Fotografía N°10: Ensayo de plasticidad-Limite liquido de la calicata 03 (Prog 4+500km).



Fotografía N°11: Mezclado del terreno natural (suelo) sin biorresiduo animal, muestra estándar u patrón.



Fotografía N°12: Mezclado del terreno natural (suelo) con biorresiduo animal 2%



Fotografía N°13: Mezclado del terreno natural (suelo) con biorresiduo animal 4%



Fotografía N°14: Mezclado del terreno natural (suelo) con biorresiduo animal 6%



Fotografía N°15: Mezclado del terreno natural (suelo) con biorresiduo animal 8%



Fotografía N°16: Proceso de llenado en los testigos del terreno natural (suelo) con biorresiduo animal 6% para su evaluación a través del ensayo de CBR.



Fotografía N°17: Proceso de compactación de los testigos del terreno natural (suelo) con biorresiduo animal 6% para su evaluación a través del ensayo de CBR.



Fotografía N°18: Ensayo de CBR del terreno natural (suelo) sin Adición de Biorresiduos animal (BRA).



Fotografía N°19: Ensayo de CBR del terreno natural con Adición de Biorresiduos animal (BRA) al 6%.



Fotografía N°20: Ensayo de Compresión simple del terreno natural sin Adición de Biorresiduos animal (BRA).



Fotografía N°21: Ensayo de Compresión simple del terreno natural con Adición de Biorresiduos animal (BRA) al 6%.



Fotografía N°22: Ensayo de Compresión simple del terreno natural con Adición de Biorresiduos animal (BRA) al 6%.