



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Adición de biorresiduos de camal y avícola para mejorar las propiedades de la subrasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, Cusco 2021.

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

**Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Córdova Mediano, Lisbeth (ORCID: 0000-0001-6515-9280)

Loayza Gómez, Alex Dany (ORCID: 0000-0003-2531-7234)

**ASESOR:**

Dr. Benites Zúñiga, José Luis (ORCID: 0000-0003-4459-494X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LIMA – PERÚ**

**2022**

## **Dedicatoria**

A nuestro Señor Dios por ser nuestra fortaleza en los momentos de debilidad ahora y durante nuestras vidas, por bendecirnos y guiarnos en nuestro camino y ayudarnos a ser mejores personas cada día, al igual que nuestro Ángel de la Guarda.

A nuestros padres: Jesusa, Hermógenes, María Antonieta y Gregorio Amilcar (†) por siempre apoyarnos y protegernos, a nuestros hermanos Yearly, Amilcar (†), Andrea, Fabricio y Jesús porque siempre estaremos juntos en las buenas y en las malas para apoyarnos.

A nuestra adorada hija Alejandra Valeria Loayza Córdova, porque siempre serás tú el motivo de nuestro existir.

## **Agradecimiento**

A nuestro Señor Dios por darnos fuerza y sobre todo salud a lo largo de nuestras vidas.

A la Universidad Cesar Vallejo por brindarnos la oportunidad de realizar el curso de titulación y graduarnos.

Al Dr. José Luis Benites Zuñiga, quien nos asesoró y brindó su tiempo, sugerencias y observaciones que ayudaron al mejoramiento y culminación del proyecto de investigación.

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vi
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
<b>I. INTRODUCCION .....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>5</b>
<b>III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>20</b>
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	20
3.2. Variables y operacionalización: .....	21
3.3. Población, muestra y muestreo .....	22
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:.....	24
3.5. Procedimientos:.....	25
3.6. Método de análisis de datos:.....	31
3.7. Aspectos éticos: .....	31
<b>IV. RESULTADOS .....</b>	<b>32</b>
<b>V. DISCUSIÓN.....</b>	<b>55</b>
<b>VI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>60</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>62</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>63</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>72</b>

## Índice de tablas

Tabla 1. Composición de la sangre, plasma y paquete celular de un bovino .....	9
Tabla 2. Composición nutricional de la sangre de pollo .....	9
Tabla 3. Categorización de la subrasante según el CBR .....	10
Tabla 4. Clasificación de índice de plasticidad .....	12
Tabla 5. Clasificación de suelo de acuerdo a las calicatas del suelo natural. ..	28
Tabla 6. Dosificación suelo y sangre para las probetas que se ensayaron.....	29
Tabla 7. Resultado del ensayo de Proctor y CBR del suelo natural de la C-03	31
Tabla 8. Densidad seca de probetas incorporado con sangre de camal y avícola en diferentes porcentajes. ....	34
Tabla 9. Densidad húmeda de probetas incorporada con sangre de camal y avícola en diferentes porcentajes.....	35
Tabla 10. Contenido de humedad en probetas incorporada con sangre de camal y avícola en diferentes porcentajes. ....	37
Tabla 11. Cohesión de las probetas incorporada con sangre de camal y avícola en diferentes porcentajes. ....	38
Tabla 12. Compresión simple (no confinada) de las probetas incorporada con sangre de camal y avícola en diferentes porcentajes.....	39
Tabla 13. Ascensión capilar de las probetas incorporada con sangre de camal y avícola en diferentes porcentajes.....	40
Tabla 14. Resultados del CBR con la adición de los biorresiduos (res y pollo)	42
Tabla 15. Prueba de normalidad, hipótesis 1 .....	43
Tabla 16. Correlación de Pearson, hipótesis 1 .....	44
Tabla 17. Prueba de normalidad, hipótesis 2 .....	45
Tabla 18. Correlación de Pearson, hipótesis 2.....	46
Tabla 19. Prueba de normalidad, hipótesis 3 .....	47
Tabla 20. Correlación de Pearson, hipótesis 3.....	48
Tabla 21. Prueba de normalidad, hipótesis 4 .....	49
Tabla 22. Correlación de Pearson, hipótesis 4.....	50
Tabla 23. Prueba de normalidad, hipótesis 5 .....	51
Tabla 24. Correlación de Pearson, hipótesis 5.....	52
Tabla 25. Prueba de normalidad, hipótesis 6 .....	53
Tabla 26. Correlación de Pearson, hipótesis 6.....	54

## Índice de figuras

Figura 1. Numero de tamices .....	11
Figura 2. Muestra de suelo ranurado y cierre de la ranura después de la prueba. ....	12
Figura 3. Materiales para el ensayo de contenido de humedad .....	13
Figura 4. Fórmula para el cálculo del contenido de humedad. ....	14
Figura 5. Relación de la resistencia a la compresión no confiada y la cohesión. ....	14
Figura 6. Ensayo de compresión simple .....	15
Figura 7. Ascenso capilar en el suelo. a) Contacto del agua y suelo. b) Grado de saturación que varía en la columna de suelo. c) Diferenciación en la velocidad de la ascensión capilar de un suelo. ....	16
Figura 8. Esquema del dispositivo de ensayo de ascensión capilar.....	16
Figura 9. Equipos a usar en el ensayo de proctor modificado.....	18
Figura 10. Equipos a usar en el ensayo de proctor modificado.....	19
Figura 11. Levantamiento topográfico de la carretera CU-1110.....	26
Figura 12. Apertura de la calicata 02.....	26
Figura 13. Apertura de la calicata 03.....	26
Figura 14. Cuarteo de la C-02. ....	27
Figura 15. Lavado de muestra C-02.....	27
Figura 16. Tamizado, malla N° 4, C-01, C-02, C-03.....	27
Figura 17. Esquema de los procedimientos realizados en cada etapa. ....	27
Figura 18. Mapa Político del Perú. ....	32
Figura 19. Mapa político del departamento de Cusco.....	32
Figura 20. Mapa Político del distrito de San Sebastián. ....	32
Figura 21. Mapa de ubicación del proyecto de investigación. ....	32
Figura 22. Peso Seco de la muestra con sangre de res al 2%.....	34
Figura 23. Registro de los pesos de las muestras secas. ....	34
Figura 24. Resultados de la densidad seca incorporado sangre de camal y avícola en diferentes porcentajes.....	34
Figura 25. Peso húmedo de la muestra .....	35
Figura 26. Peso húmedo de la muestra con sangre de res al 6%. ....	35

Figura 27. Resultados de la densidad húmeda incorporado sangre de camal y avícola en diferentes porcentajes. ....	36
Figura 28. Contenido de humedad de la muestra con sangre de pollo al 4%. .	36
Figura 29. Secado de muestras en el horno eléctrico. ....	36
Figura 30. Resultados del contenido de humedad incorporando sangre de camal y avícola en diferentes porcentajes. ....	37
Figura 31. Probetas sumergidas en agua durante 24 horas para luego ser secadas en el horno .....	38
Figura 32. Compresión inconfiada, que tendrá relación con la cohesión. ....	38
Figura 33. Resultados de la cohesión incorporando sangre de camal y avícola en diferentes porcentajes. ....	38
Figura 34. Compresión simple de la muestra con sangre de pollo al 6%. ....	39
Figura 35. Compresión simple de la muestra con sangre de res al 6%. ....	39
Figura 36. Resultados de la compresión simple (no confinada) de las probetas incorporada con sangre de camal y avícola en diferentes porcentajes. ....	39
Figura 37. Probetas en contacto con agua en la base de 1 mm .....	40
Figura 38. Medición de la ascensión capilar de las probetas. ....	40
Figura 39. Resultados de la ascensión capilar de las probetas incorporada con sangre de camal y avícola en diferentes porcentajes.....	41
Figura 40. Homogenización del suelo y la sangre de pollo y C.O.H.....	41
Figura 41. Moldes 6” sumergidas en agua con el dial por 96 horas. ....	41
Figura 42. Resultados del CBR % del suelo natural y con adición de los biorresiduos.....	42

## Resumen

El proyecto de investigación tuvo como objetivo evaluar cómo influye la adición de biorresiduo en la subrasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, el tipo de investigación fue aplicada con enfoque cuantitativo, siendo el diseño de la investigación experimental puro de nivel explicativo, la población estuvo conformada por el suelo de la subrasante de la carretera CU-1110, teniendo un total de 35 probetas, cada una con dosificación diferente, el muestreo fue no probabilístico y la técnica utilizada fue la de observación experimental, la recolección de datos fue por fichas donde se registraron los datos de los ensayos realizados.

La investigación tuvo como resultado de que la cohesión de suelo natural fue de 3.28 kg/cm<sup>2</sup> aumentando a 11.00 kg/cm<sup>2</sup> y la compresión simple del suelo natural de 6.56 kg/cm<sup>2</sup> mejoró a 21.99 kg/cm<sup>2</sup> ambos con sangre de camal, así mismo el CBR al 95% del suelo natural fue de 8.43% mejorando con la adición de sangre de res a 12.40% y pollo a 8.95%, concluyendo que la adición de biorresiduos de camal y avícola influye en las propiedades mecánicas del suelo de la subrasante, evaluándose que la dosificación más óptima es del 6% de biorresiduo de camal (sangre de res).

Palabras clave: biorresiduo, sangre de pollo y res, subrasante, estabilización



## **Abstract**

The objective of the research project was to evaluate how it influenced the improvement of biowaste in the subgrade of the road CU-1110 - San Sebastián, the type of research was applied with a quantitative approach, the design being pure experimental research at an explanatory level, The population was made up of the soil of the subgrade of the road CU-1110, having a total of 35 specimens, each with a different dosage, the sampling was non-probabilistic and the technique used was experimental observation, data collection It was by cards where the data of the tests carried out were recorded.

The investigation had as a result that the natural soil cohesion was 3.28 kg/cm<sup>2</sup> increasing to 11.00 kg/cm<sup>2</sup> and the natural soil simple compression of 6.56 kg/cm<sup>2</sup> improved to 21.99 kg/cm<sup>2</sup> both with slaughter blood, likewise the CBR at 95% of the natural soil was 8.43% improving with the addition of beef blood to 12.40% and chicken blood to 8.95%, concluding that the addition of slaughter and poultry biowaste influences the properties soil mechanics of the subgrade, evaluating that the most optimal dosage is 6% of slaughterhouse bio-residue (beef blood).

Keywords: biowaste, chicken and beef blood, subgrade, stabilization

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, a nivel mundial para poder satisfacer las necesidades de consumo de carne se degüellan una gran cantidad de animales, entre ellos: ganado vacuno, ovino, porcino y avícola en los centros de faenado, industrias que son contaminantes ya que se genera cantidad de residuos como estiércol, agua, contenido ruminal y sangre, desechos que no son tratados y que la gran mayoría de las industrias no cumplen las disposiciones técnico y sanitarias, los mismos que no llevan un previo tratamiento eficaz al ser desechados al entorno natural [1], además que, para mejorar los suelos en la subrasante se utiliza el cemento, siendo una de las sustancias que más huellas de carbono genera en el planeta durante su proceso de fabricación, ya que necesita demasiada energía calorífica y consumo de agua que causan gran impacto en el medio ambiente.

En el Perú, la calidad de agua está siendo afectada por industrias de manera nociva y estas son arrojadas a la red de alcantarillado sin tener procedimientos de depuración, el cual genera consecuencias negativas en el área de disposición final y al mismo sistema de desagüe. Los mataderos son industrias que generan residuos con alto contenido orgánico, muchos de ellos son recuperados y reutilizados por tecnologías eficientes y factibles, que por sus características especiales y sobre todo económicas son aprovechadas, como son la grasa (fabricación de jabones) y sangre (harina), pero la recuperación de estos desechos no se dan en su totalidad por lo que estos son desechados al sistema de alcantarillado, siendo costoso el tratamiento de estas aguas residuales [2].

En Cusco existen 02 industrias de mataderos ubicados en el distrito de San Jerónimo, una perteneciente a la Municipalidad de San Jerónimo o la otra perteneciente a la Municipalidad Provincial del Cusco, ambos encargados al sacrificio de animales de la especie vacuno, en el distrito de San Jerónimo existe un centro de faneamiento avícola. La gran mayoría de residuos generados de los mataderos mencionados, especialmente la sangre son desechados al ya contaminado río Huatanay, por lo que mediante el proyecto de investigación se planteará el aprovechamiento de este biorresiduo. Por otro lado, el suelo de la subrasante de la carretera CU-1110, perteneciente al distrito de San Sebastián

está conformada por suelos limosos que para el diseño de pavimentos estas se tiene que mejorar explotando canteras de zonas aledañas, generando así una agresión al medio ambiente.

Para el proyecto de investigación el problema general es: ¿Cómo influye la adición de biorresiduo en el suelo de la subrasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, Cusco 2021?, y los problemas específicos son: ¿Cómo influye la adición de los biorresiduos en la densidad seca del suelo de la subrasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, Cusco 2021?, ¿Cómo influye la adición de los biorresiduos en la densidad húmeda del suelo de la subrasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, Cusco 2021?, ¿Cómo influye la adición de los biorresiduos en el contenido de humedad del suelo de la subrasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, Cusco 2021?, ¿Cómo influye la adición de los biorresiduos en la cohesión del suelo de la subrasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, Cusco 2021?, ¿Cómo influye la adición de los biorresiduos en la compresión simple del suelo de la subrasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, Cusco 2021?, ¿Cómo influye la adición de los biorresiduos en la ascensión capilar del suelo de la subrasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, Cusco 2021?, finalmente ¿Cómo influye la adición de los biorresiduos al 6% en la capacidad de soporte de la subrasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, Cusco 2021?.

La justificación teórica para la presente investigación es realizar una revisión del mejoramiento de la subrasante mediante biorresiduos, en este caso será, uso de sangre de camal (res) y avícola. La justificación práctica es identificar las propiedades físico-mecánicas de la subrasante de la carretera CU-1110 para así planificar de manera correcta los procesos de mejoramiento, consecuentemente obtener un comportamiento óptimo del suelo que se tiene a disposición en el lugar de investigación.

La justificación social es optimizar los beneficios que se puede obtener de los residuos orgánicos generados en las industrias de matadero para así disminuir la generación de aguas servidas que drenan con dirección al río Huatanay, la justificación metodológica permitirá desarrollar una estrategia para que otros

investigadores puedan estudiar el mejoramiento de suelos mediante otros biorresiduos con propiedades diferentes a las que se mencionan en esta investigación, siendo aplicada a suelos donde se realizarán la construcción de vías terrestres; y la justificación ambiental es quizá la más importante de la presente investigación, que es disminuir con la contaminación de aguas fluviales mediante el vertimiento de sangre de origen animal proveniente de los mataderos, así mismo, los resultados permitirán reducir costos de ensayos en laboratorio, con la consiguiente reducción de la huella ambiental y laboral que de esto deriva (cemento), además de optimizar el uso de las canteras para el mejoramiento de vías terrestres.

La presente investigación tiene como objetivo general: Evaluar cómo influye la adición de biorresiduo en el suelo de la subrasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, Cusco 2021, y como objetivos específicos: Determinar cómo influye la adición biorresiduos en la densidad seca del suelo de la subrasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, Cusco 2021. Determinar cómo influye la adición biorresiduos en la densidad húmeda del suelo de la subrasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, Cusco 2021. Determinar cómo influye la adición biorresiduos en el contenido de humedad del suelo de la sub rasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, Cusco 2021. Determinar cómo influye la adición biorresiduos en la cohesión del suelo de la subrasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, Cusco 2021. Por otro lado es determinar cómo influye la adición biorresiduos en la compresión simple del suelo de la sub rasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, Cusco 2021, así como, determinar cómo influye la adición biorresiduos en la ascensión capilar del suelo de la subrasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, Cusco 2021, finalmente determinar cómo influye la adición de los biorresiduos al 6% en la capacidad de soporte de la subrasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, Cusco 2021.

En esta investigación se consideró como hipótesis general lo siguiente: La adición de biorresiduo mejora las propiedades físicas y mecánicas suelo limoso de San Sebastián, Cusco, 2021, y las hipótesis específicas son: La adición de biorresiduos mejora la densidad seca del suelo de la subrasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, Cusco 2021. La adición de biorresiduos mejora la

densidad húmeda del suelo de la subrasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, Cusco 2021. La adición de biorresiduos influye en el contenido de humedad del suelo de la subrasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, Cusco 2021. La adición de biorresiduos mejora la cohesión del suelo de la subrasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, Cusco 2021. La adición de biorresiduos mejora la compresión simple del suelo de la subrasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, Cusco 2021, así como, la adición de biorresiduos disminuye la ascensión capilar del suelo de la subrasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, Cusco 2021, finalmente se considera que la adición de biorresiduos al 6% aumenta la capacidad de soporte de la subrasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, Cusco 2021.

## II. MARCO TEÓRICO

Dentro de los antecedentes internacionales se mencionan a: Llumitasig y Siza (2017), quienes tuvieron como objetivo general: determinar la resistencia a compresión del adobe artesanal solidificado con boñiga de vaca, sangre de toro, mucilago de penca de tuna y paja y establecer la conducta sísmica con un modelo escalado. Siendo una investigación experimental. Con una población para hallar la resistencia a la compresión de 06 muestras y se eligieron solo las 04 mejores muestras. Los instrumentos empleados fue la recolección de información. Como resultados se obtuvo que la combinación 02, de barro dormido más sangre de toro obtuvo un promedio a la resistencia a la compresión de  $10.36 \text{ kg/cm}^2$ , la combinación 06 de barro dormido en sangre y excremento de ganado tuvo una resistencia a la compresión promedio de  $11.29 \text{ kg/cm}^2$ , la combinación 07 de barro dormido sangre de toro y paja tuvo una resistencia a la compresión promedio de  $9.90 \text{ kg/cm}^2$ . Como conclusión los autores indican que los adobes artesanales estabilizados llegaron a la resistencia a la compresión de  $10,36 \text{ kg/cm}^2$  a los 30 días con sangre de toro, respecto al adobe artesanal básico de resistencia a la compresión aumentó en un 5.28% [3].

Como antecedentes nacionales se mencionan a: Torres y Mendoza (2015), tuvieron como objetivo principal innovar un método para el tratamiento de desechos (estiércol y sangre) generados en el camal de la Región de Amazonas, Peru. La investigación realizada es tipo aplicada y experimental. La población estudiada fue en el camal municipal de Jazán- Amazonas, la muestra de la investigación fue el ganado vacuno, bovino y porcino que ingresan al camal y el muestreo fue no probabilístico. Se concluyó que los desechos generados (sangre) es de 25 lt/ día, perteneciente solo al ganado vacuno, son utilizadas para los animales como alimentos porque son cocidas, así mismo, mencionan que la sangre de cerdo no son desechadas, son acumuladas y transportadas por los propios dueños para recibir otro uso [4].

Quezada (2017), tuvo como objetivo principal mejorar el suelo de la subrasante usando residuos como las Valvas que son moluscos marinos. La investigación realizada es de tipo experimental y aplicada, a partir de una población que se

encuentra ubicada entre las coordenadas geográficas: Latitud 5°10'33.93"S, Longitud 80°37'17.00"O-Piura, las muestras fueron residuos de moluscos marinos (conchas de abanico y pico de pato) se eligieron en los botaderos de la ciudad de Piura. Los resultados obtenidos indican que el aumento en el porcentaje de polvo de conchas en las muestras se tiene menor absorción capilar por lo que la migración de agua por los poros capilares es menor, a raíz de que se reduce la plasticidad y la polaridad con las moléculas de agua es menor. Los polvos finos en mayor cantidad aportadas por las conchas trituradas hacen que se reduzca la absorción capilar. Como conclusión principal se tiene un resultado positivo en la estabilización o mejoramiento de la subrasante de tipo arcilloso de un pavimento con residuo de molusco, indicando que mientras más se adicione las valvas a una mezcla de suelo arcilloso, mejora sus propiedades físico mecánicas, generando un incremento en el CBR del suelo arcilloso lo que le hace apto para suelos con presencia de agua, la concha de abanico al 40% aumenta el valor del CBR y en la concha de pico de pato al 60% aumenta el valor de CBR [5].

Espíritu (2019), tuvo como objetivo principal el mejoramiento de la capacidad de soporte en la subrasante con la adición de savia de sábila de la vía La Esperanza – Malconga del caserío de Matamarca Km 5, departamento de Huánuco. La investigación realizada fue experimental con enfoque cuantitativo. La población a estudiar fue de 12 km de la carretera tramo La Esperanza – Malconga y la muestra fue de kilómetro 4 al kilómetro 5. Como resultado se obtuvo que la adición de savia de sábila en una dosificación del 75% de agua y 25% savia de sábila se optimizó la capacidad portante del suelo de la subrasante, con la probabilidad de un error al 0.00% y un nivel de significación del 5%. Se analiza que inicialmente el CBR fue del 3.72% incrementándose al 7% el CBR respecto al suelo natural. Como conclusión se obtuvo que la capacidad portante en la subrasante de la carretera objeto de estudio mejoró al añadirse savia de sábila y se demuestra que este material orgánico puede utilizarse para estabilizar de manera natural el suelo, según el estudio granulométrico realizado en la zona de estudio pertenece a la clasificación de suelo limo arcillosos, y para garantizar esta investigación se da una probabilidad de error al 0.00% y un nivel de significación del 5% [6].

Jacinto (2021), tuvo como objetivo general mejorar la sub rasante del pavimento, con el uso de los residuos de bivalvos triturados. La investigación fue experimental y teórica. La población estudiada fue en el distrito de Vice-Piura, la muestra de estudio fue el material de la subrasante perteneciente al asentamiento humano San José, Jr San Pedro. Se recolectaron resultados en fichas, instrumentos necesarios para el proyecto de investigación. Concluyendo que se logró el mejoramiento y/o estabilización de la subrasante del pavimento realizando los ensayos de las mezclas efectuadas, de las 08 mezclas efectuadas, la mezcla 05 fue la más exitosa, cuya dosificación es de 35% de suelo natural (arenas mal graduadas arcillosas) + 65% de bivalvos aumentando el CBR de 5.4% a 36%, también se concluyó que las propiedades mecánicas de la subrasante mejora significativamente al añadir bivalvos en mezclas diferentes, el cual se encuentra manifestado en la capacidad resistente (CBR) del terreno [7].

Como artículos en otros idiomas, se menciona a Kraus, Hirmas y Roberts (2014), la investigación fue experimental. La muestra fue suelo tipo caliza arenosa y la resistencia a la compresión se realizó a 32 probetas dando como resultados: después de siete días desde la preparación inicial, las probetas alcanzaron una compresión de 257 psi (1.77 MPa); después de catorce días la muestra logro una resistencia a la compresión promedio de 518 psi (3.57 MPa), a los veintiocho días, las probetas de suelo apisonada estabilizados con sangre habían superado las probetas de control en aproximadamente un 36%, alcanzando 973 psi (6.71 MPa). El aumento de la fuerza compresiva de la sangre estabilizada excedió a las muestras de control en más de un 200%. Se concluye que a medida que la sangre se seca, se coagula; esta coagulación parece estar endureciendo la matriz circundante y aumentando la resistencia general de las muestras. Se ha propuesto que las proteínas y la hemoglobina de la sangre se unen a la matriz del suelo después del secado al aire [8].



El biorresiduo son residuos vegetales de zonas verdes y jardines, residuos alimenticios (originarios de viviendas, comedores, centros comerciales, hospitales, etc), así como residuos procedentes del procesamiento alimenticio e industrias alimentarias. No se encuentra incluido los residuos provenientes de actividades agrícolas, como los desechos de ganados, sedimentos de purificación u otros residuos degradados de manera natural como son la papelería en general, textil de origen natural o la maderera. Se excluye también los residuos provenientes de la fabricación de alimentos [9]. Los biorresiduos rápidamente se descomponen debido a que son expuestos al medio ambiente, favoreciendo al desarrollo de microorganismos que generan esta acción [10].

La sangre de animales, específicamente el de los bovinos tienen una coloración rojiza, por el mismo estado en el que se encuentra, estas circulan por el sistema circulatorio del cuerpo del animal el cual cumple funciones fisiológicas de importancia que es: llevar nutrientes y oxígeno a las células que conforman el cuerpo del bovino, de la misma manera transportar los residuos eliminados hasta los organismos que se encargan de expulsarlos. La composición de la sangre es de una parte plasma o líquida y de células suspendidas como: eritrocitos, leucocitos y plaquetas. Estos componentes de la sangre se agotan cada cierto tiempo y son reemplazados frecuentemente. El plasma contiene componentes que se forman en los diferentes órganos que conforman el cuerpo, el hígado es productos de las proteínas del plasma como seroalbúmina y fibrinógeno liberando sustancias como son el calcio, potasio y sodio. El uso de la sangre bovina sirve para la alimentación de las personas (siendo rico en Hierro) y también para la alimentación de animales (procesamiento de la sangre) así mismo con fines industriales [11]. La composición media de la sangre es: agua 80%, proteínas 18%, proteínas e hidratos de carbono 2%, sales minerales y lípidos [12].

**Tabla 1.** *Composición de la sangre, plasma y paquete celular de un bovino*

<i>Componente</i>	<i>Sangre</i>	<i>Plasma (60%)</i>	<i>Paquete celular (40%)</i>
Agua	80-85	90-92	70-78
Proteínas	15-18	6-8	25-29
Lípidos	0,15	0,5-1	0,20
Hidratos de carbono	0,10	0,08-0,12	---
Sales minerales	1,00	0,8-0,90	Trazas
Otras sustancias	0,55	0,20-0,30	---
Materia seca	15-20	8-10	22-30

Fuente: Linden y Lorient-1994

La sangre perteneciente al pollo, es un líquido viscoso que tiene una coloración rojiza, conformado por glóbulos blancos y rojos suspendidos en el plasma. La sangre eliminada de los faneamientos avícolas, solo el 30% es usada como componente en la fabricación de alimentos [13], el procesamiento y consumo de la sangre es mediante embutidos el cual es elaborado con la cocción de esta de manera artesanal, siendo el tiempo de vencimiento corto de este producto [14].

**Tabla 2.** *Composición nutricional de la sangre de pollo*

COMPONENTES	CANTIDAD
Energía (Kcal)	65
Proteínas (g)	15
Grasa (g)	0,1
Calcio (mg)	12
Hierro (mg)	27,5
Fosforo (mg)	101

Fuente: Tabla de composición de alimentos-MINSA [15]

La subrasante es una superficie terminada posterior a la remoción de tierra (corte y relleno) o terreno natural, donde se funda directamente la estructura formada por distintas capas del pavimento o afirmado. La subrasante puede ser la superficie superior del terraplén o la base de las remociones del terreno in situ, resistirá la conformación del pavimento, el cual está constituido por suelos con particularidades diferentes seleccionados y compactadas por horizontes o capas constituyendo una superficie sólida, que será recomendable para soportar la cantidad máxima de esfuerzo proveniente del tránsito vehicular [16]. Las variables primordiales para la construcción de las capas de un pavimento, es el material de suelo seleccionado que formara parte del plano superior del

pavimento, el tránsito vehicular y la capacidad de soporte, la compactación al 95% de la densidad máxima seca lograda con el ensayo proctor deberá tener los últimos 30 cm por debajo del nivel de la subrasante [17].

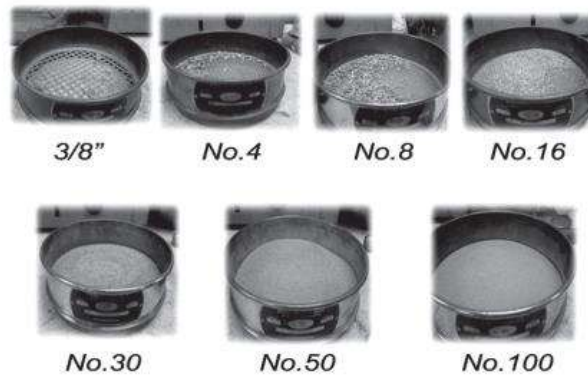
**Tabla 3.** *Categorización de la subrasante según el CBR*

<b>CATEGORIAS DE SUBRASANTE</b>	<b>CBR</b>
$s_0$ : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
$s_1$ :Subrasante Pobre	De CBR $\geq$ 3% a CBR <6%
$s_2$ Subrasante Regular	De CBR $\geq$ 6% a CBR <10%
$s_3$ Subrasante Buena	De CBR $\geq$ 10% a CBR < 20%
$s_4$ Subrasante Muy Buena	De CBR $\geq$ 20% a CBR < 30%
$s_5$ Subrasante Excelente	De CBR $\geq$ 30%

Fuente: MTC- Manual de carreteras, suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Sección Suelos y Pavimentos.

El mejoramiento de suelo en sus propiedades físico-mecánicas, se realizan con la integración de diferentes sustancias ya sean naturales, químicas o sintéticas. Es en suelos con subrasante inadecuada o pobre (categoría de la subrasante-MTC), en donde se realiza el mejoramiento ya sea suelo con cemento, asfalto, cal u otras sustancias como los biorresiduos que aún es materia de investigación [18], el mejoramiento o estabilización con diferentes técnicas (por ejemplo, adición de otras sustancias o agentes estabilizantes) ayudara a la subrasante a mejorar la resistencia mecánica y asegurar las propiedades del suelo a través del tiempo, posteriormente a la estabilización se realizará la compactación. Existen diferentes tipos de estabilización de suelos sobre todo con materiales no convencionales y que están al alcance de la población, como son productos marinos agrícolas e industriales como son: Productos agrícolas: residuos de coco [19], cascara de plátano, mazorcas de maíz, corteza de palma aceitera. Fauna marina: conchas de abanico, ostra y mejillón. Residuos industriales: desechos de cenizas [20], escoria granulada, polvo de horno de cemento [21].

La granulometría es la composición que se muestra en porcentaje de los diversos tamaños de muestra de agregados. Puesto que esta proposición se indica de un tamaño mayor a menor, representado por una cifra, en peso, esto se va calcular de como quedo retenido o paso los diferentes tamices al momento de su desarrollo del tamizado [22].



*Figura 1. Numero de tamices*

Fuente: Norma ASTM D422

El límite de consistencia o límites de Atterberg se utiliza para caracterizar los suelos cohesivos, siendo una de sus propiedades la plasticidad, que se atribuye a soportar la capacidad de carga manteniendo el volumen sin presentar ninguna deformación y agrietamiento [23].

En el límite líquido se halla la transición del suelo en estado semilíquido a un estado plástico teniendo en cuenta el porcentaje del contenido de humedad. Se determina el ensayo con la copa de Casagrande, teniendo una muestra que pase el tamiz N° 40 con un peso de 150 gr a 200 gr, en un recipiente se añade agua destilada hasta tener una consistencia pastosa, la mezcla se realiza con una espátula, se extrae una porción de suelo humedecido y se coloca en la copa esparciéndola, presionándola y formar una superficie horizontal, el espesor promedio de la muestra es de 10 mm, posteriormente se coloca el ranurador el cual fracciona el espécimen en dos partes iguales procediendo a dar los golpes primeramente de 35 golpes, obteniéndose el cierre de la ranura, se toma una parte de la muestra de borde a borde para colocarlas en un plástico envuelto, y el resto de la muestra se colocara en un recipiente junto con el peso del recipiente para llevar al horno, posteriormente se obtiene el contenido de humedad. Este

ensayo se realiza para los 25 y 15 golpes, hasta que se cierre las ranuras. Dichos datos de peso serán registrados en una plantilla [24].

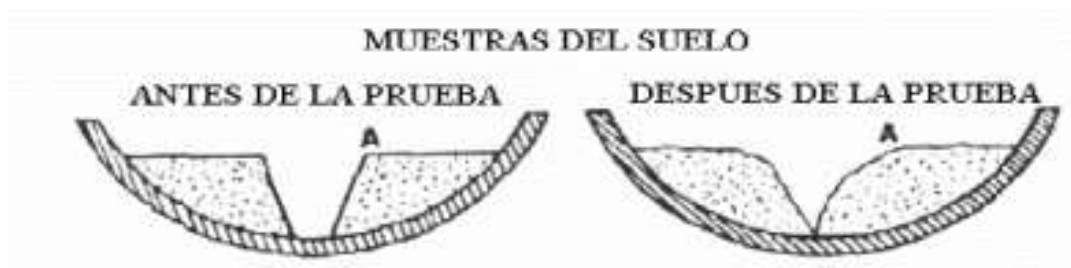


Figura 2. Muestra de suelo ranurado y cierre de la ranura después de la prueba.

Fuente: MTC E 110

En el límite plástico se halla la transición del suelo en estado plástico a un estado semisólido para consecutivamente fragmentarse, hallándose en la muestra el contenido de agua, para este ensayo se utilizara la muestra de suelo usado en el límite líquido-35 golpes, consistirá en formar pequeños cilindros de 3.2 mm de diámetro con los dedos sobre una superficie de vidrio esmerilado, estos cilindros no se deberán desmoronar, y se recolectaran 6 gr de muestra, el cual serán pesados en tara y llevados al horno para poder hallar el contenido de humedad [25].

El índice de plasticidad se halla mediante la diferencia de los límites líquido y plástico [26].

**Tabla 4.** Clasificación de índice de plasticidad

INDICE DE PLASTICIDAD	PLASTICIDAD	CARACTERISTICA
IP > 20	Alta	Suelos muy arcillosos
IP ≤ 20	Media	Suelos arcillosos
IP > 7		
IP < 7	Baja	Suelos poco arcillosos plasticidad
IP = 0	No Plástico (NP)	Suelos exentos de arcilla

Fuente: Manual de ensayo de materiales-MTC

La densidad seca de una muestra puede calcularse a partir de la densidad aparente y de la humedad si los datos se conocen [27]. El suelo con una masa y un volumen ( $\text{gr}/\text{cm}^3$  o  $\text{tn}/\text{m}^3$ ) está definido como densidad aparente o seca. La relación entre los espacios porosos y los sólidos determina el grado de compactación de un suelo. Según la Norma ASTM D7263 – 09, para determinar la densidad de un espécimen se requiere una balanza de 0.01 gr de legibilidad con una masa aproximada de 200 gr siendo la muestra húmeda, se registra su peso, posteriormente se realiza el secado al horno que mantenga una temperatura uniforme de  $110 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ , posterior al secado se tomaran 03 mediciones de diámetros (aproximadamente  $120^\circ$  de separación) y al altura de cada espécimen o probeta y hallar el peso de cada probeta ya seca. [28]. La densidad aparente puede variar de acuerdo a la cantidad de materia orgánica, así mismo de acuerdo a la textura de un suelo (arcilla, limo, arena) [29], también varía de acuerdo a la humedad en función a las condiciones ambientales (arcillas expansivas) [30].

La humedad/contenido de humedad en el suelo es una relación que se expresa en porcentaje, siendo el peso del agua en una definida masa de suelo (peso del material sólido). Para poder hallar el peso del agua en una muestra se realiza secando el suelo húmedo en un horno a  $110 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$  (siempre en cuando que la muestra de suelo no tenga alto contenido de yeso o material orgánico), después del secado se vuelve a pesar la muestra, siendo el resultado el peso del material sólido o partículas, y la reducción de peso por el secado en el horno de la muestra viene a ser el peso del agua [31].



*Figura 3.* Materiales para el ensayo de contenido de humedad  
Fuente: MTC E 108-2016

$$W = \frac{W_1 - W_2}{W_2 - W_t} \cdot 100 = \frac{W_w}{W_s} \cdot 100$$

Figura 4. Fórmula para el cálculo del contenido de humedad.

Fuente: MTC E 108-2016

La cohesión o resistencia al corte de los suelos es la cualidad por las que las partículas se mantienen unidas entre sí por fuerzas internas, la granulometría fina de un suelo hace que la cohesión sea mayor, la cohesión de suelo está relacionado con la resistencia a la compresión simple. [32].

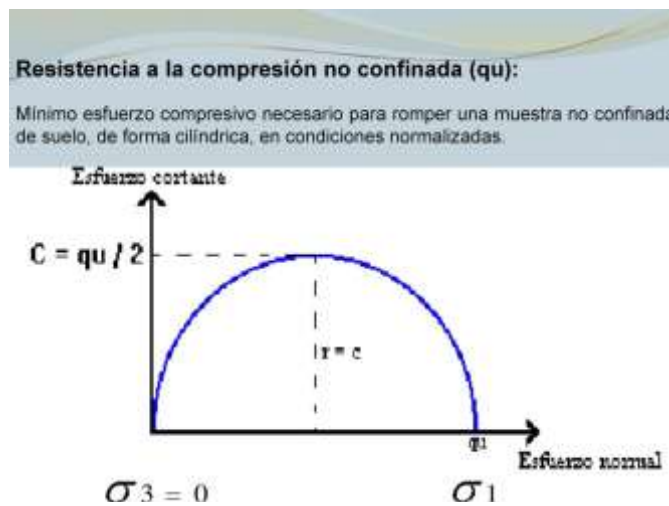


Figura 5. Relación de la resistencia a la compresión no confinada y la cohesión.

Fuente: <https://docplayer.es/7102077-Compresion-inconfinada.html>

En mecánica de suelo el ensayo de mayor importancia es el de compresión simple o compresión inconfiada también llamado ensayo de compresión uniaxial, relacionándose con el valor de la carga y la resistencia al corte de suelo donde se consigue el valor de la última carga del suelo. Los resultados de este ensayo son utilizados en los proyectos que no demanden un valor preciso, porque el resultado es conservador [33]. Para hallar la resistencia a la compresión inconfiada o simple de suelo cohesivos, se realiza ejerciendo una carga axial con inspección de la deformación que vaya a ocasionar en la probeta, realizándose en muestras compactadas, inalteradas o remodeladas. El valor de este ensayo es aproximado a la resistencia de los suelos cohesivos en técnicas de esfuerzos totales [34]. Según la norma ASTM D2166 Método de Ensayo para Resistencia a la compresión no confinada de Suelo Cohesivo, tiene como

propósito obtener lo más pronto la medición de la resistencia a la compresión del suelo, las muestras son de diámetro mínimo de 30mm, el coeficiente de altura-diámetro es de 2-2.5, al igual que la densidad seca se realiza las mediciones de la altura y diámetro (03 veces con 120° de diferencia), para poder trabajar con las probetas se deben de tener previsto el contenido de humedad, estas muestras serán secadas al horno para hallar la densidad seca, para posteriormente ser sumergidas en agua durante 24 horas, se hallara el peso saturado de cada probeta para luego proceder al secado durante 24 horas, ya teniendo las muestras secas la ubicamos en la prensa hidráulica, centrándolo sobre el plato inferior, se ajusta la muestra hasta que haga contacto con el plato superior, se pondrá en el indicador de deformación en “cero”, se aplicara la carga hasta que el espécimen falle y se tomara los resultados de la carga en kilogramos. El cálculo de la resistencia a la compresión será mediante la siguiente formula:  $f_v = (Q/A)$  donde Q: carga (kg) y A: área del espécimen (cm<sup>2</sup>) [35]

La ascensión capilar se refiere a que en los espacios vacíos de un material este se comporte como conductos capilares en conjunto, siendo sus perfiles transversales desemejantes lo cual forman entre sus vacíos, rejillas que se conectan en cualquier dirección. Las moléculas dentro de una cuerpo liquido están atraídas por fuerzas similares de las que la rodean, pero no sucediendo en

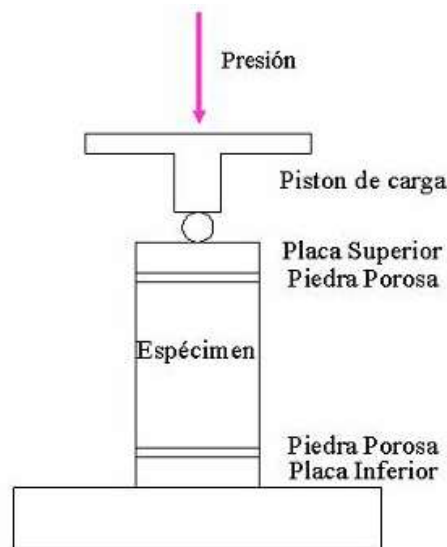


Figura 6. Ensayo de compresión simple



moléculas de una capa superficial, ya que están sometidas a atracciones de líquido y aire.

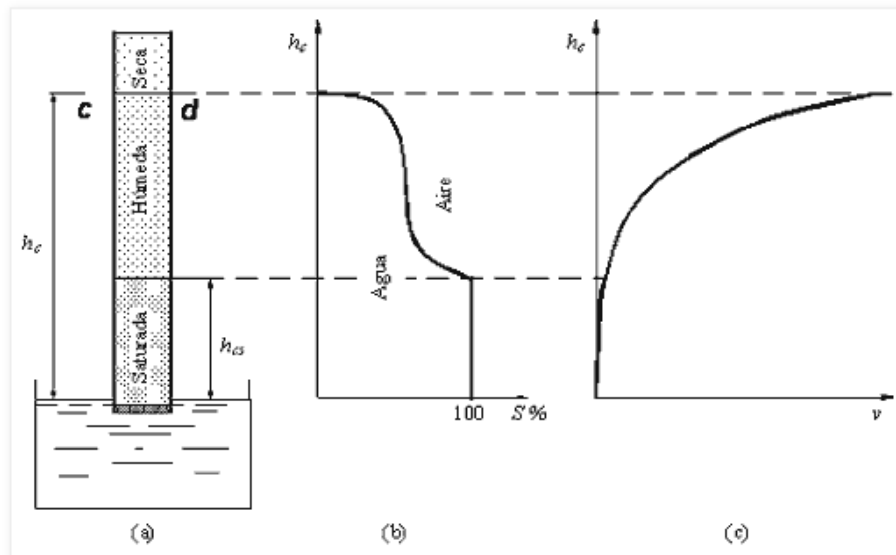


Figura 7. Ascenso capilar en el suelo. a) Contacto del agua y suelo. b) Grado de saturación que varía en la columna de suelo. c) Diferenciación en la velocidad de la ascensión capilar de un suelo.

El ensayo a realizar de ascensión capilar pueden ser con equipos económicos que dan los mismos resultados es referencia a equipos más sensibles y que son costosas. La base se sumerge de agua, el cual tendrá un nivel constante, se deposita sobre la base porosa las probetas (secas), estas no deberán de estar sumergidas más de 1mm, estas se dejaran reposar durante un tiempo aproximado, posterior a ello se deberán de tomar las medidas de altura en cuanto a la ascensión del agua en las probetas [36].

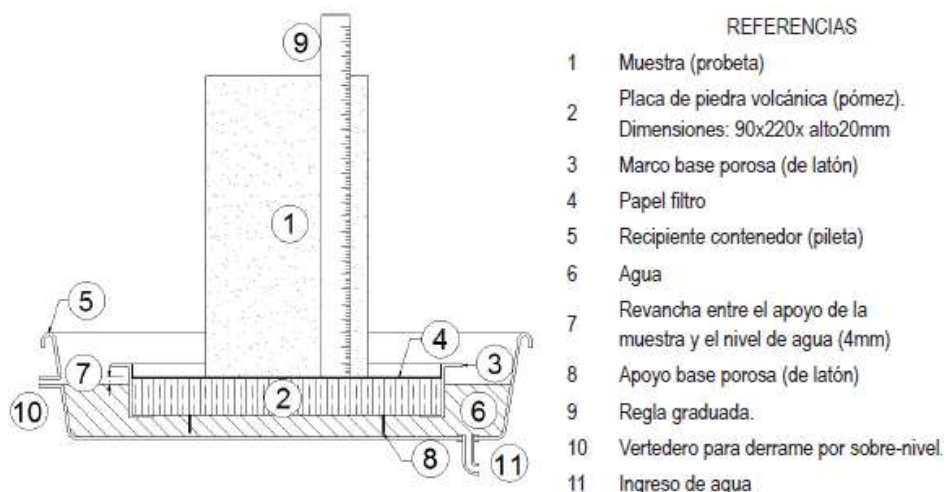


Figura 8. Esquema del dispositivo de ensayo de ascensión capilar.

Fuente: Cirvini, Gómez 2014

El Proctor modificado utiliza la energía modificada de 2 700 kN-m/m<sup>3</sup> o 56 000 pie-lbf/pie, ensayo que se realiza para verificar la compactación de suelo en laboratorio, determinando la relación peso unitario seco y contenido de agua en los suelos, este ensayo considera suelos que en peso de partículas retenidas sean 30% o menos, es por ello que se utilizaran diferente moldes y métodos para realizar el ensayo, para el Método A (20 % o menor al peso de la muestra retenida en el tamiz N° 4 o 4,75 mm) y Método B (más del 20% de suelo retenido en el tamiz N°4 y 20% ó menor suelo retenido en el tamiz 3/8 pulg) se usara un molde de 4 pulgadas de diámetro (101.6 mm) y para el método C (más del 20% suelo se retiene en el tamiz 3/8 pulg y menor de 30% retenido en el tamiz de 3/4 pulg), se usará el molde tendrá 6 pulgadas de diámetro, para la compactación se utilizará un pisón manual de 44.5 N que caerá a una altura de 457 mm. La compactación de suelo se realizara en 05 capas para el método A y B y los golpes por cada capa será 25 de manera uniforme, en el caso del método C también se realizaran en 05 capas y por cada una 56 golpes. El suelo puede ser húmedo por el que se prepara 04 especímenes (como mínimo, de preferencia 05 especímenes) con agua, el cual se calculara que este próximo al óptimo proyectado o estimado, añadiendo al cálculo agua en el suelo y realizar la mezcla, la adición de agua no debe de variar al 2%. Cuando el suelo está seco, los grumos se desmenuzan y se tamiza de acuerdo a la norma, se mezcla con una determinada cantidad de agua, colocándose en diferentes capas con sus respectivos golpes, antes se deberá de pesar el molde sin el collar u otro con el collar, posterior al suelo compactado esta no deberá de sobrepasar el collar más de 1 mm, se enrasa el suelo y se pesa el molde, se extrae una muestra representativa el cual se vuelve a pesar y llevar al horno para determinar la humedad, este ensayo se repite por cada cantidad de agua para obtener la densidad máxima seca y el contenido de humedad óptimo. [37].

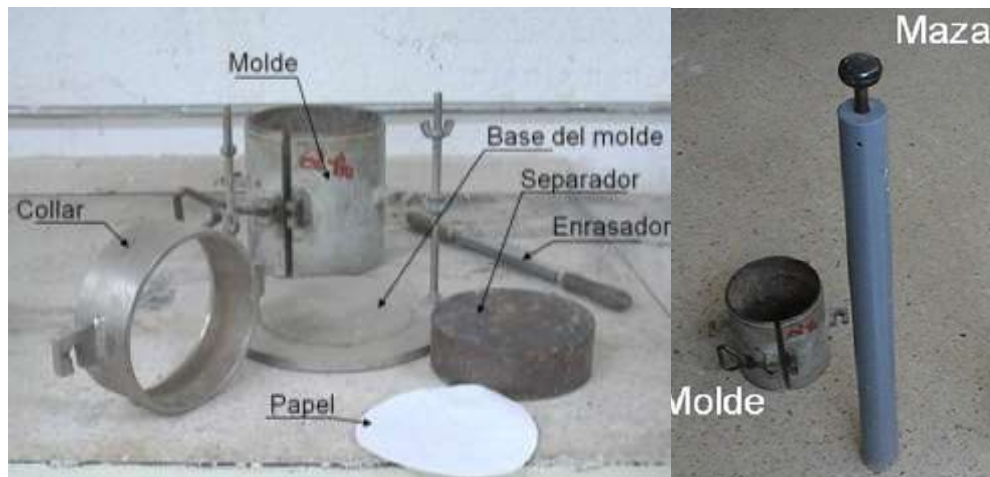


Figura 9. Equipos a usar en el ensayo de proctor modificado  
 Fuente: Fuente: MTC E 115-2016

El CBR es un ensayo que sirve para determinar el valor de la relación de soporte, que se trabaja con el contenido óptimo de humedad de una prueba de compactación especificado y un peso unitario seco máximo determinado en laboratorio. El método de ensayo es utilizado con la finalidad de evaluar la resistencia potencial de la subrasante, subbase y la base de una estructura de pavimento flexible. En la práctica se ha demostrado resultados de CBR para materiales que tienen porcentajes considerables de partículas retenidas en el tamiz No. 4 (4.75mm), por lo que se puede realizar estos ensayos en estos materiales para establecer un CBR confiable. Para realiza la prueba de laboratorio se emplea un pistón circular para compactar la muestra del suelo en un molde de 6 pulgadas a una tasa constante de penetración. También se puede realizar pruebas de penetración de CBR en diferentes puntos de una prueba de compactación realizada en laboratorio. El método es empleado para evaluar el potencial de fuerza de los materiales de subrasante, subbase y base, para el diseño de carreteras y pavimentos flexibles. Los criterios que se deben de tomar en cuenta para la preparación de especímenes de prueba de autoformación con otros materiales que vienen ganando fuerza deberán basarse en una evaluación de ingeniería geotécnica. La máquina o equipo de carga corresponderá que este equipado con una base móvil que viaja a una velocidad constante de 1.3mm/min para empujar el pistón de penetración en el espécimen. El dispositivo de medición de la penetración debe ser capaz de leerse a 0.025mm y provisto de accesorios de montaje, el mismo que deberá estar conectado al pistón de

penetración y al borde del molde proporcionando la medición con penetración precisa. El molde es un cilindro de metal rígido de diámetro interior de  $6.0 \pm 0.026$  pulg y una altura de  $7.0 \pm 0.018$  pulg; que será provisto de un collarín de metal de al menos 2.0 pulg de altura y una placa de base metálica de 28 orificios, espaciados uniformemente. El disco espaciador de metal posee un diámetro exterior de  $5 \frac{15}{16}$  pulgadas, pero no mayor que permitiera el deslizamiento del disco espaciador en el molde, con una altura de  $2.416 \pm 0.005$  pulg [38].

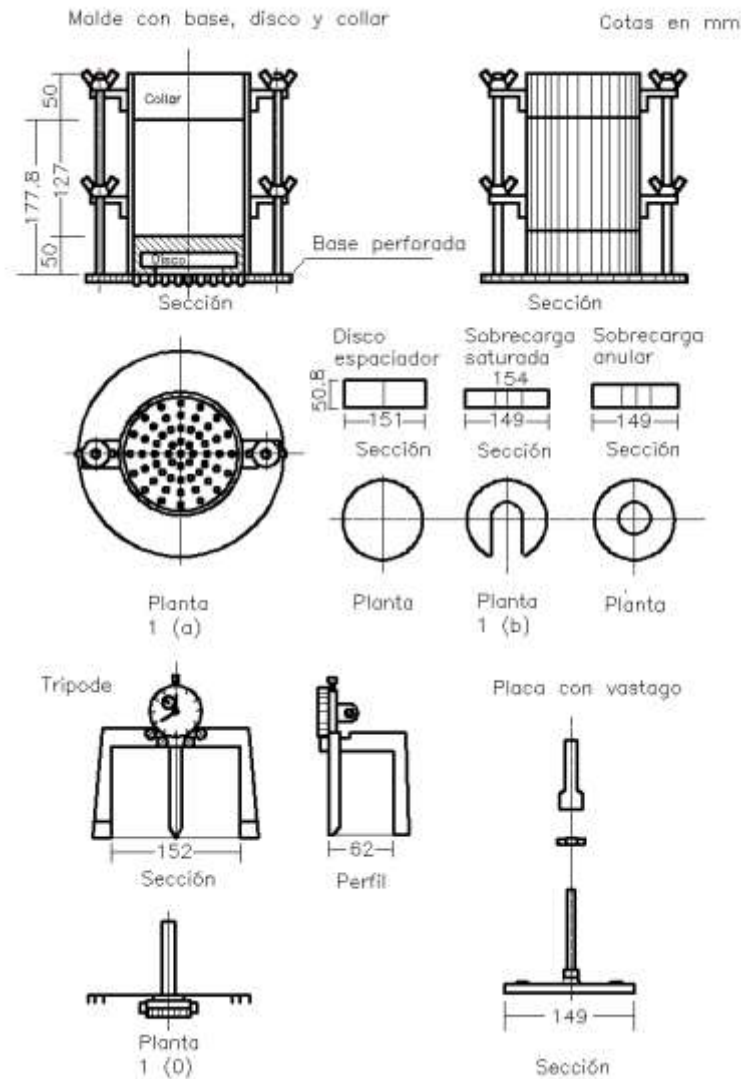


Figura 10. Equipos a usar en el ensayo de proctor modificado

Fuente: MTC E 132-2016

### **III. METODOLOGÍA**

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

##### **Tipo de investigación**

La investigación es de tipo aplicada porque se usaran conocimientos teóricos o básicos, con la finalidad de dar solución a problemas mediatos e inmediatos ya que se trabajara con conocimientos adquiridos por la investigación utilitaria y/o pragmática. Una investigación o estudio tecnológico corresponderá a una forma o modelo de estudio aplicado, que también puede ser llamado estudio científico aplicado [39]. La investigación que se desarrolla corresponde al tipo aplicada porque se aprovechara conocimientos alcanzados por investigaciones teóricas o básicas para ampliar el conocimiento y de esta manera resolver los problemas que tenemos para el mejoramiento del suelo de las vías de transporte.

##### **Enfoque de investigación**

En el enfoque de estudio corresponde a la investigación cuantitativa, porque son investigaciones que se caracterizan principalmente por el uso de la medida numeraria. Los estudios que se desarrolla en el enfoque cuantitativo utilizaran permanentemente la recolección e interpretación de datos con la finalidad de contestar las preguntas del estudio y probar las hipótesis determinadas, confiándose en una medida numérica, en el cómputo y consecuentemente con el uso de estadística, se establecerán con exactitud modelos o patrones del comportamiento en la población [40]. El estudio o investigación que se desarrolla tiene un enfoque cuantitativo, porque se trata de estudios que están en base a una medición numérica. Puesto que la investigación que se realiza con el enfoque cuantitativo, utilizando la recolección y los análisis de datos, con la única finalidad de responder las preguntas desarrolladas en la presente estudio o investigación y probar de esta manera la hipótesis que se establece en la presente investigación, por lo que la confiabilidad del estudio se encuentra en el cálculo numérico, el conteo y por consiguiente el uso de la estadística para de esta manera establecer modelos o patrones de comportamiento en el suelo de subrasante de la carretera CU-1110 – San Sebastián, Cusco.

## **El diseño de la investigación**

En el diseño de investigación podemos indicar que corresponde a la experimentación pura, porque se trata de investigaciones en las cuales las variables independientes son manipuladas deliberadamente con la única finalidad de estudiar sus efectos en la variable dependiente. En la experimentación se cumple con procedimientos rigurosos que se utilizan para la comprobación de las hipótesis causales, usando y manipulando permanentemente las variables independientes [41]. Durante el desarrollo de la investigación se realizaron experimentos en los que se manejaba deliberadamente la variable independiente (biorresiduos) con el objeto de conocer y estudiar sus efectos en nuestra variable dependiente (propiedades de la subrasante). Por lo que al tratarse de un diseño experimental, se desarrolló una manera rigurosa para la comprobación de las hipótesis causales con la operación de la variable independiente.

## **El nivel de la investigación:**

El nivel de la investigación es explicativo o también llamado nivel de investigación real porque el científico formula preguntas respecto a las fuentes que originan los fenómenos de estudio, procurando siempre encontrar sus vínculos existentes entre las acciones y los resultados del objeto de estudio [42]. Para el caso de la presente investigación, el nivel de la investigación corresponde al explicativo causal o nivel de investigación sustantiva, por lo que nosotros los investigadores venimos formulando las preguntas acerca de las causas que influirían en la determinación de sus propiedades mecánicas y físicas del suelo en la subrasante de la carretera CU-1110, San Sebastián, Cusco.

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

Para el desarrollo de una investigación científica siempre se utilizarán conceptos de variable, los que a su vez estarán sujetos a cambios frecuentes o probables durante todo el proceso de la investigación para finalmente comunicar los resultados del estudio. La variable corresponderá a todo aquello que pueda adjudicarse valores distintos; es decir, cualquier dato o antecedente que pueda modificarse en el tiempo (Ej. el conocimiento, la edad, el rendimiento profesional,

la remuneración, las horas de trabajo, la eficiencia y otros). Por lo que se debe entender que la variable es lo opuesto a una constante, porque la constante no varía, no cambia, se mantiene siempre estable. Por el contrario una variable, si cambia, si varia y también se puede decir que fluctuará en un rango determinado, siendo inconstante [43].

Variable 1 : Biorresiduos

Variable 2 : Propiedades de la subrasante

La matriz de operacionalización o también denominada matriz de consistencia lógica, corresponde a una tabla de doble entrada en el que se presenta de modo lógico una correlación con el problema, las variables, el constructo teórico, los indicadores, las hipótesis, y la escala de medición que se asumirá para cada indicador [44].

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

#### **Población:**

El universo o población es un conjunto que está conformado por todos sus constituyentes y tiene varias características singulares y comunes. Es decir que es un total del conjunto de constituyentes o casos, que puede referirse a sucesos, objetos, individuos que puedan tener similares criterios o características en común; los mismos que pueden ser identificados en un área de interés y estudiarse, involucrándose de esta manera en la hipótesis de investigación. Cuando los estudios que se realizan son enfocados a individuos humanos corresponderá denominar población; sin embargo, cuando no se trate de personas, lo más adecuado será denominarlo universo de estudio [45]. El universo de estudio está conformado por todos sus constituyentes del suelo de subrasante de la carretera CU-1110, San Sebastián, Cusco. Es decir que es el total de todos sus constituyentes, que están referidos a todas sus características físicas y mecánicas del suelo.

#### **Muestra:**

La muestra corresponde a una parte representativa de la población o universo de estudio. El mismo que se obtendrá por diversos procedimientos que

comprenden dos grandes rubros, el muestreo probabilístico y muestreo no probabilístico [46]. La muestra deberá ser representativa del suelo de subrasante de la carretera CU-1110, San Sebastián, Cusco; por lo que se obtendrá 60 kg de acuerdo al procedimiento de muestreo no probabilístico.

### **Muestreo:**

Se refiere a muestras que dependen de la decisión y de la manipulación del investigador, porque no se fundamentan bajo los procedimientos estadísticos. Las muestras no aleatorias también pueden ser obtenidas por métodos mixtos o combinaciones de muestreo, por lo que debemos indicar que en la investigación se puede combinar los distintos tipos de muestra probabilística, y también combinar el muestreo no probalístico con el probalístico; sabiendo que no existe ninguna regla, técnica o metodología que pueda aseverar el tipo de muestra que se debe o se puede emplear durante todo el proceso de las investigaciones, por lo que la decisión la tomara el investigador. Para realizar una buena investigación, será necesario siempre realizar una buena selección de las muestras, ya que servirán de base fundamental a los estudios y análisis de la investigación. Por lo que sus constituyentes de la muestra serán seleccionados con base en el hecho, según el muestreo por conveniencia son económicos y fáciles al momento de muestrear [47]. El muestreo que se desarrollara para la investigación corresponde a un muestreo no probabilístico, ya que la obtención de estas muestras no se regirán a procedimientos estadísticos, por el contrario las muestras serán tomadas por conveniencia, porque no hay una técnica o regla metodológica que mencione el tipo de muestra que debemos obtener para el desarrollo de las investigaciones, quedando a decisión de los investigadores. De otro lado mencionar, para el desarrollo de una buena investigación se deberá realizar una buena selección en el muestreo, por lo que las muestras serán extraídos de las calicatas según norma del MTC.

### **Unidad de análisis:**

Unidad de análisis es un vocablo, que viene siendo utilizado en la investigación cualitativa, puede ser este en campo o también en gabinete; podría referirse a aspectos y/o detalles muy variados tales como: territorios, gases, monedas, especies de animales, desechos, recursos, productos, etc. En cuanto



a las unidades de análisis se determinan por sus características y/o atributos que las diferencian unas de las otras, parcial o totalmente; pudiendo tratarse mediante un ordenamiento y siguiendo algún criterio o secuencia de estudio [48]. La unidad de análisis que se utilizara en la investigación cuantitativa en laboratorio, corresponderá a los especímenes de suelo compactado, por lo que los especímenes se caracterizaran por sus atributos y/o características que las diferencien unas de las otras parcial o totalmente (contenido porcentual del biorresiduo).

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:**

#### **Técnicas**

La observación en el laboratorio o técnica experimental, es un método de la observación, en el que el investigador controla y manipula ciertas variables con la finalidad de observar fenómenos, cambios y/o efectos en los temas o materiales que son materia de la investigación [49]. Los investigadores manipularemos y controlaremos las variables independientes (biorresiduos) y observaremos detalladamente cambios y/o efectos que pudieran causar en las variables dependientes (propiedades mecánicas y físicas de subrasante); por lo que la técnica que será usada durante el desarrollo de la presente investigación, corresponde a la observación experimental.

#### **Instrumentos de recolección de datos**

La guía de observación estructurada es un instrumento para la recolección de los datos, siendo esta una técnica cuantitativa que nos servirá para poder registrar comportamientos o conductas de manera directa y sistemática. Se puede decir que es directa porque nos pondremos en contacto directo o personal con los cambios, fenómenos y/o efectos que buscamos investigar. Se dice que es estructurado el instrumento para la recolección de datos porque la realizamos con el apoyo de elementos técnicos y apropiados, tales como fichas, tablas y cuadros [50]. Para la recolección de datos se usara una técnica cuantitativa o guía de observación, que servirá para el registro de la adición y/o contenido del biorresiduo en los especímenes y también de los resultados que se obtendrá en las pruebas de laboratorio que será de forma directa y sistemática. Se denomina directa porque los investigadores nos pondremos en contacto directo con el

hecho objeto de la investigación, y la observación será estructurada porque se realizara con el apoyo de elementos técnicos ad hoc, es decir con el apoyo de una ficha de toma de datos para la experimentación

### **Validez**

La validez es el valor con el que un método o técnica podrá realizar mediciones repetitivas con efectividad lo que se entiende que está midiendo. Se entiende por los resultados obtenidos con la aplicación del instrumento de recolección de datos, demostrándose medir con veracidad lo que verdaderamente se ha buscado medir [51]. La validez a la guía de observación utilizada en el laboratorio, la dará el profesional o los profesionales responsables del laboratorio.

### **Confiabilidad de los instrumentos.**

Involucra todas las condiciones para la fijación, firmeza, precisión, en los instrumentos como en los datos y en las técnicas de investigación. Del mismo modo que la validez, la confiabilidad podría entenderse o relacionarse al error, entonces podemos afirmar que a mayor confiabilidad en los instrumentos, menor será el error incurrido durante el desarrollo de las pruebas de laboratorio. Se entiende también, como la capacidad de los instrumentos para dotar resultados apropiados cuando se aplica consecutivamente y en condiciones lo más parecidas a la anterior, expresándose en forma de correlaciones. Se conoce tres métodos para estimar la confiabilidad de los instrumentos: el método por instrumentos paralelos, el método de mitades y el método test-retest [52]. La confiabilidad a los instrumentos será dada por los certificados de calibración de cada instrumento utilizado para el desarrollo de la investigación.

### **3.5. Procedimientos:**

El presente proyecto se basó en tres etapas en cual están resumidas de la siguiente manera: Etapa 01.- Se realizó la revisión bibliográfica acerca del tema de investigación, por lo que se consideró que el proyecto de investigación es primigenio en este tipo de estudios, posteriormente se determinó el lugar para realizar el proyecto de investigación. Etapa 02.- Se realizó el trabajo de campo, que consistió en el levantamiento topográfico de la carretera CU-1110, el datum

empleado fue WGS 84- Zona 19L, se realizó el IMDA clasificándose en función a la demanda como trocha carrozable, posteriormente se dio apertura a 03 calicatas con 1.50 m de profundidad cada kilómetro, detectándose que en la última calicata (C-03) se encontró el nivel freático a la profundidad excavada.



*Figura 11.* Levantamiento topográfico de la carretera CU-1110



*Figura 12.* Apertura de la calicata 02.



*Figura 13.* Apertura de la calicata 03.

En la etapa 03.- Para el trabajo en laboratorio donde se determinó la muestra específica (según MTC-105-2000), luego al análisis granulométrico (según MTC-107-2000), posteriormente se halló los límites de consistencia o Atterberg con material que pasa el tamiz N° 40, para hallar el limite liquido (según MTC-110-2016) se usó la copa de Casagrande previamente calibrada y para el limite plástico granulométrico (según MTC-111-2016) se utilizó con la muestra de suelo que se ensayó a los 35 golpes en la copa de Casagrande el cual fue envuelto en un plástico para que no pierda la humedad, luego se rolo la muestra hasta formar cilindros con diámetro de 3 mm sin que se destruyan llegando alcanzar 6 gr en peso, posteriormente fue llevada al horno, ya con los resultados de las tres calicatas se realizó la clasificación de suelos según SUCS y AASHTO.



Figura 14. Cuarteo de la C-02.



Figura 15. Lavado de muestra C-02



Figura 16. Tamizado, malla N° 40, C-01, C-02, C-03

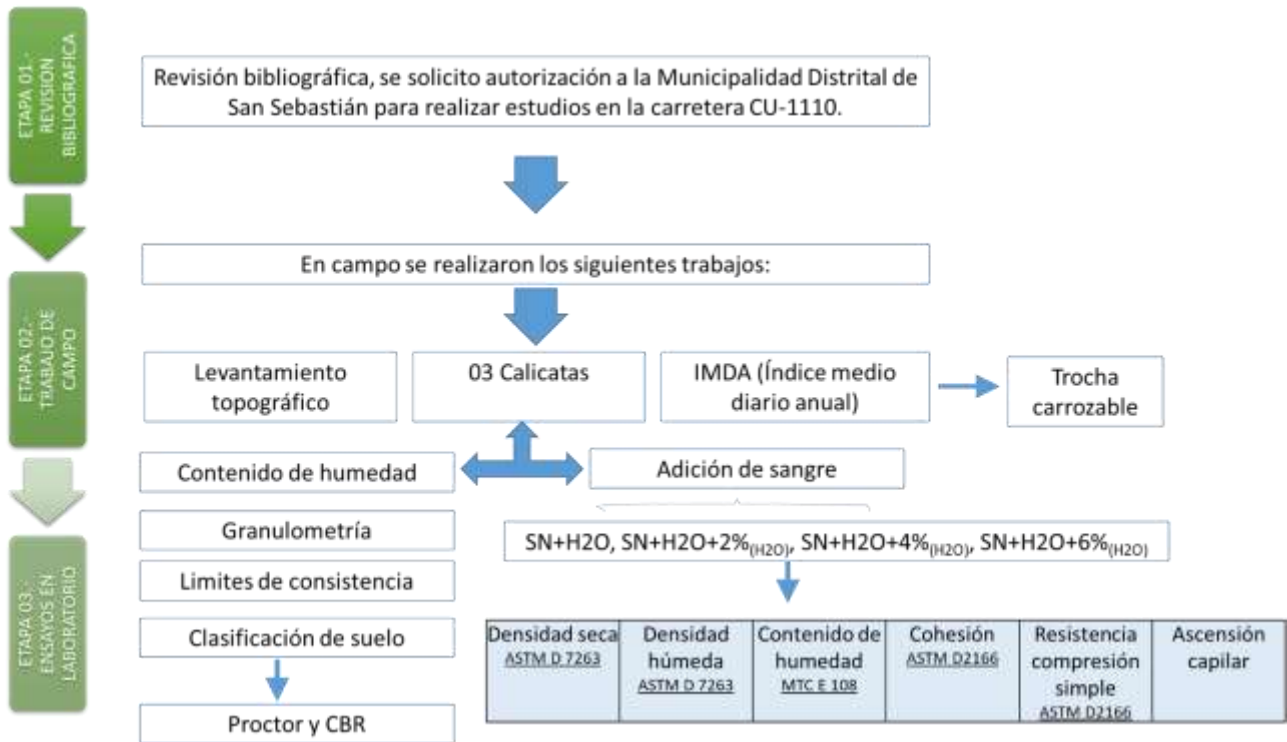


Figura 17. Esquema de los procedimientos realizados en cada etapa.  
Fuente: Elaboración propia

### Clasificación de suelo C-01, C-02 Y C-03

Luego de realizar los ensayos correspondientes para la clasificación de suelo, se obtiene los siguientes datos:

**Tabla 5.** *Clasificación de suelo de acuerdo a las calicatas del suelo natural.*

Calicata	Coordenadas UTM		Progresiva (km)	Clasificación de suelo		Límites de consistencia			Contenido de humedad (%)
	Este	Norte		SUCS	AASHTO	Limite Líquido (%)	Limite Plástico (%)	Índice de plasticidad	
C-01	181024	8505021	03+300	SC - SM	A-4 (2)	24.25	18.90	5.40	7.5
				Arena limo arcillosa					
C-02	180921	8505215	04+300	SM	A-2-4 (0)	20.92	17.50	3.40	8.7
				Arena limosa					
C-03	181164	8505743	05+300	ML	A-4 (6)	27.37	23.08	4.29	12.5
				Limo baja plasticidad					

Fuente: Elaboración propia

Posterior a la determinación de la clasificación de suelo, se procedió a realizar los ensayos de acuerdo a los objetivos del proyecto de investigación siendo la calicata 03 (suelo cohesivo) la que se deberá de mejorar con la adición de biorresiduos de camal y avícola.

Seguidamente se procedió a la recolección de sangre de camal y pollo ubicado en el distrito de San Jerónimo (Camal de Kayra-res y Avícola Quispe-pollo) para realizar probetas con dimensión de 4.00 cm de diámetro y 8.00 cm de altura, se tomó en consideración el ASTM D2166 que indica que las probetas o especímenes deben de tener una coeficiente de altura –diámetro entre 2 y 2.5, siendo en este caso el coeficiente 2, posterior a ello teniendo en cuenta el análisis granulométrico de la muestra se pudo determinar que en la calicata 03 el suelo según AASTHO es fino siendo un material limoso clasificado como regular y según SUCS en un suelo limo de baja plasticidad; para la dosificación de la muestra en las probetas, fue de 220 gr de suelo húmedo, siendo su contenido de humedad natural de 12.5%, teniendo como suelo de la subrasante 192.5 gr y el peso del agua 27.5 gr, en función al peso del suelo natural se procedió a realizar la dosificación con el contenido de sangre que fue en un porcentaje de 0% (02 probetas de suelo natural), 2% (02 probetas con sangre de pollo y 02 probetas con sangre de res), 4% (02 probetas con sangre de pollo y 02 probetas con sangre de res) y 6% (02 probetas con sangre de pollo y 02 probetas con sangre de res), en función al contenido de agua de la muestra, como se muestra a continuación.

**Tabla 6.** *Dosificación suelo y sangre para las probetas que se ensayaron.*

N (probeta)	Sangre de Res (%)	Sangre de Pollo (%)	Suelo de Subrasante (gr)	Agua (gr)	Sangre de Res (gr)	Sangre de Pollo (gr)
N1	0	0	192.5	27.5	0	0
N2	0	0	192.5	27.5	0	0
N3	2	0	192.5	23.7	3.9	0
N4	2	0	192.5	23.7	3.9	0
N5	4	0	192.5	19.8	7.7	0
N6	4	0	192.5	19.8	7.7	0
N7	6	0	192.5	16.0	11.6	0
N8	6	0	192.5	16.0	11.6	0
N9	0	2	192.5	23.7	0	3.9
N10	0	2	192.5	23.7	0	3.9
N11	0	4	192.5	19.8	0	7.7
N12	0	4	192.5	19.8	0	7.7
N13	0	6	192.5	16.0	0	11.6
N14	0	6	192.5	16.0	0	11.6

Fuente: Elaboración propia

Se procedió a realizar las 14 probetas usando la dosificación, según la norma ASTM D 7263 los especímenes deben de ser suficientemente cohesivos y firmes, para ello se utilizó un gato hidráulico con el que se comprimió la muestra hasta llegar a la energía proctor modificado (50 golpes), seguidamente se procedió a tomar los datos de la muestra húmeda de las probetas (suelo, agua y sangre), se realizó el secado en el horno las muestras a 110°C por 24 horas y se procedió a registrar los datos de la muestra seca, realizando la toma de medidas de la altura y diámetro de acuerdo a lo que establece la norma ASTM D2166 (mínimo 03 mediciones), para hallar la capilaridad, la probeta se puso sobre bases de metal y con un límite de agua sobre la base de 1 mm, luego de 01 hora se realizó la medición de la ascensión de agua (mínimo 03 medidas), para verificar la altura capilar en función al tiempo otorgado, se midió la altura mínima y máxima, para el resultado de la ascensión capilar se promedió la altura capilar (mínima y máxima) sobre el de las alturas de las probetas, dando como resultado el porcentaje de la asunción capilar, posteriormente las muestras se sumergió durante 24 horas en agua, verificándose que las dos primeras muestras de suelo natural (0%) quedaron destruidas, sin embargo las muestras con sangre aún seguían intactas, se realizó al pesado de la muestra saturada de agua, luego nuevamente las probetas fueron secadas en horno 24 horas para realizar el ensayo de compresión simple y cohesión, siguiendo lo establecido en la norma ASTM D 2166. En la interpretación de los resultados se consideraron los promedios de cada dosificación. Habiendo hallado la resistencia a la compresión y la cohesión con sangre de camal y avícola al 6% se determinó realizar la capacidad de soporte del suelo natural de la calicata 03 bajos los resultados encontrados, primeramente el proctor modificado del suelo natural y con adición de sangre de camal y avícola al 6%, posteriormente se realizó el CBR tanto del suelo natural y con adición del 6% de sangre de camal y avícola de acuerdo al manual de ensayos de materiales del MTC-115 y 132.

**Tabla 7.** Resultado del ensayo de Proctor y CBR del suelo natural de la C-03

Ensayo	Muestra sin Adiciones	Muestra con 6% de Sangre de Res	Muestra con 6% de Sangre de Pollo
Proctor Modificado	1.83 gr/cm <sup>3</sup>	1.87 gr/cm <sup>3</sup>	1.85 gr/cm <sup>3</sup>
Humedad Optima	10.44%	10.06%	10.25%
CBR* al 100 %	9.60%	14.10%	10.80%
CBR* al 95 %	8.43%	12.40%	8.95%

\* A 0.1 pulgada de penetración.

### 3.6. Método de análisis de datos:

El método de procesamiento y análisis de datos se desarrollara mediante la Regresión lineal múltiple, el mismo que ajustara modelos lineales o linealizables entre la variable dependiente y la variable independiente. Procesamiento de datos con Excel y SPSS.

### 3.7. Aspectos éticos:

Se hará uso de manuales, reglamentos y normativas, tales como: el estilo ISO 690, que proporciona directrices básicas para preparar las referencias bibliográficas de documentos publicados, como tesis, monografías, artículos, etc. Guía de la Universidad Cesar Vallejo, que tiene como finalidad orientar a los estudiantes e investigadores de los distintos programas de pregrado, en elaborar el diseño y su posterior desarrollo para la investigación, de acuerdo a las normativas de la Universidad Cesar Vallejo. La normativa ASTM para poder hallar las propiedades físicas y mecánicas del suelo, el documento normativo para el uso del diseño vial es el Manual de carreteras, en función a su concepción y desarrollo.



#### IV. RESULTADOS

##### Ubicación política

El proyecto de investigación fue realizada en la carretera CU-1110 del sector de Chacabamba y Yunkaypata, del distrito de San Sebastián, provincia y departamento del Cusco, está situado al noreste de la ciudad del Cusco, margen izquierda del río Inkilltambo, de la microcuenca de Cachimayo, con una altitud de 3548 m.s.n.m.



Figura 18. Mapa Político del Perú.



Figura 19. Mapa político del departamento de Cuzco.

##### Ubicación del proyecto

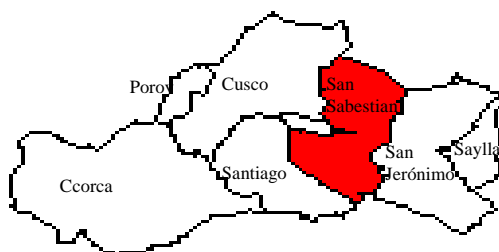


Figura 20. Mapa Político del distrito de San Sebastián.



Figura 21. Mapa de ubicación del proyecto de investigación.

## **Limites**

Norte	: Comunidad de Yunkaypata
Sur	: A.P.V. Alto los Incas
Este	: Comunidad de Quillahuata
Oeste	: Sitio arqueológico de Inkilltambo

## **Ubicación geográfica**

La carretera CU-1110 se encuentra situada en el distrito de San Sebastián, provincia y departamento de Cusco entre las siguientes coordenadas geográficas: Latitud Sur 13° 30' 47" y 13° 29' 49", y por el Oeste 71° 56' 31" y 71° 56' 41", contando con una longitud de vía igual a 3.11 km aproximadamente y con una altitud que varía entre los 3602 msnm hasta los 3687 msnm. Según el INEI el distrito de San Sebastián hasta el 2017 contaba con una población total de 120 063 habitantes.

## **Clima**

El clima en el distrito de San Sebastián es lluvioso y frío relativamente templado, con noches medianamente frías y días soleados. El temporal es cambiante, de un clima soleado puede pasar a una lluvia torrencial, sobre todo en temporadas de lluvia. Las temperaturas promedio oscilan entre los 13°C y 15°C, en líneas generales la provincia del Cusco presente un clima en el que varía dos estaciones al año: la temporada de secas que se inicia desde abril hasta octubre y la temporada de lluvias desde noviembre hasta marzo. La temperatura máxima durante el día puede alcanzar hasta 23°C, y por la noche el frío puede descender hasta los 2°C.

**Objetivo específico 1:** Determinar la influencia con la adición de biorresiduos en la densidad seca del suelo de la subrasante.



Figura 22. Peso Seco de la muestra con sangre de res al 2%.



Figura 23. Registro de los pesos de las muestras secas.

**Tabla 8.** Densidad seca de probetas incorporado con sangre de camal y avícola en diferentes porcentajes.

Muestra	Sangre de Res (%)	Volumen de la probeta (cm <sup>3</sup> )	Peso seco (Ws)	Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	Muestra	Sangre de Pollo (%)	Volumen de la probeta (cm <sup>3</sup> )	Peso seco (Ws)	Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )
SN	0	96.40	191.30	1.98	SN	0	96.40	191.30	1.98
M1	2	94.65	193.20	2.06	M1	2	104.23	191.70	1.84
M2	4	106.70	193.65	1.82	M2	4	102.60	192.40	1.88
M3	6	106.09	193.95	1.83	M3	6	102.40	193.20	1.89

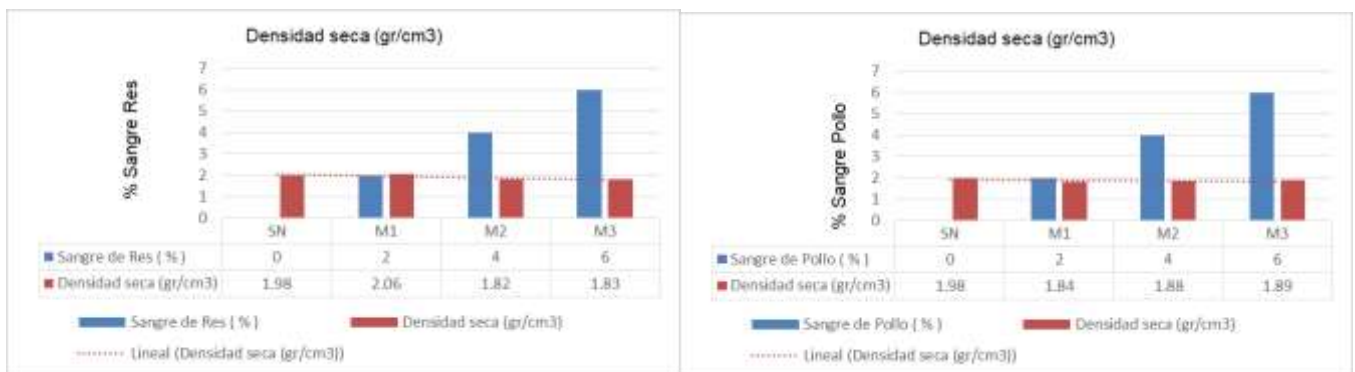


Figura 24. Resultados de la densidad seca incorporado sangre de camal y avícola en diferentes porcentajes.

En la tabla 08 y figura 24 se observa que los valores de la densidad seca del suelo natural es 1.98 gr/cm<sup>3</sup>; al agregar el 2% de sangre de res aumenta la densidad seca a 2.06 gr/cm<sup>3</sup>, sin embargo, cuando se agrega sangre de pollo disminuye a 1.84 gr/cm<sup>3</sup>; al agregar 4% de sangre de res se tiene que la densidad seca disminuye a 1.82 gr/cm<sup>3</sup> y al agregar sangre de pollo disminuye

a 1.88 gr/cm<sup>3</sup>; finalmente cuando se agrega a cada una de las probetas 6% sangre, en la de res se tiene una densidad seca de 1.83 gr/cm<sup>3</sup> y en la de pollo 1.89 gr/cm<sup>3</sup>; considerando los resultados se obtiene que al agregar los biorresiduos de camal y avícola reduce de forma considerable la densidad seca.

**Objetivo específico 2:** Determinar la influencia con la adición biorresiduos en la densidad húmeda del suelo de la subrasante



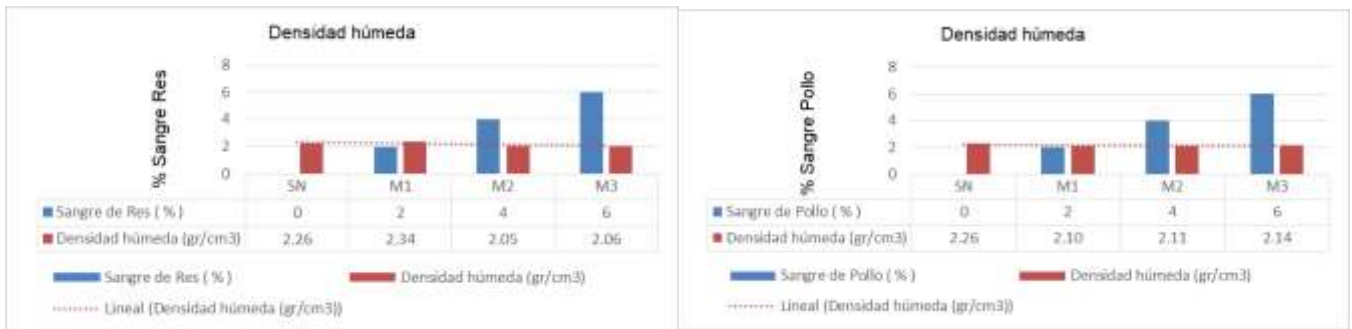
Figura 25. Peso húmedo de la muestra



Figura 26. Peso húmedo de la muestra con sangre de res al 6%.

**Tabla 9.** Densidad húmeda de probetas incorporada con sangre de camal y avícola en diferentes porcentajes.

Muestra	Sangre de Res (%)	Volumen de la probeta (cm <sup>3</sup> )	Peso humedo (W)	Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	Muestra	Sangre de Pollo (%)	Volumen de la probeta (cm <sup>3</sup> )	Peso humedo (W)	Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )
SN	0	96.40	218.00	2.26	SN	0	96.40	218.00	2.26
M1	2	94.65	219.50	2.34	M1	2	104.23	218.55	2.10
M2	4	106.70	219.15	2.05	M2	4	103.73	218.60	2.11
M3	6	106.09	218.60	2.06	M3	6	102.40	219.20	2.14



*Figura 27.* Resultados de la densidad húmeda incorporado sangre de camal y avícola en diferentes porcentajes.

En la tabla 9 y figura 27, se observa que los valores de la densidad húmeda del suelo natural 2.26 gr/cm<sup>3</sup>, al agregar el 2% de sangre de res aumenta la densidad húmeda a 2.34 gr/cm<sup>3</sup>, sin embargo, cuando se agrega sangre de pollo disminuye a 2.10 gr/cm<sup>3</sup>, al agregar 4% de sangre de res se tiene que la densidad húmeda disminuye a 2.05 gr/cm<sup>3</sup> y al agregar sangre de pollo disminuye a 2.11 gr/cm<sup>3</sup>, finalmente cuando se agrega a cada una de las probetas 6% sangre, en la de res se tiene una densidad húmeda de 2.06 gr/cm<sup>3</sup> y en la de pollo 2.14 gr/cm<sup>3</sup>; considerando los resultados se obtiene que al agregar los biorresiduos de camal y avícola reduce de forma considerable la densidad húmeda.

**Objetivo específico 3:** Determinar la influencia con la adición biorresiduos en el contenido de humedad del suelo de la subrasante



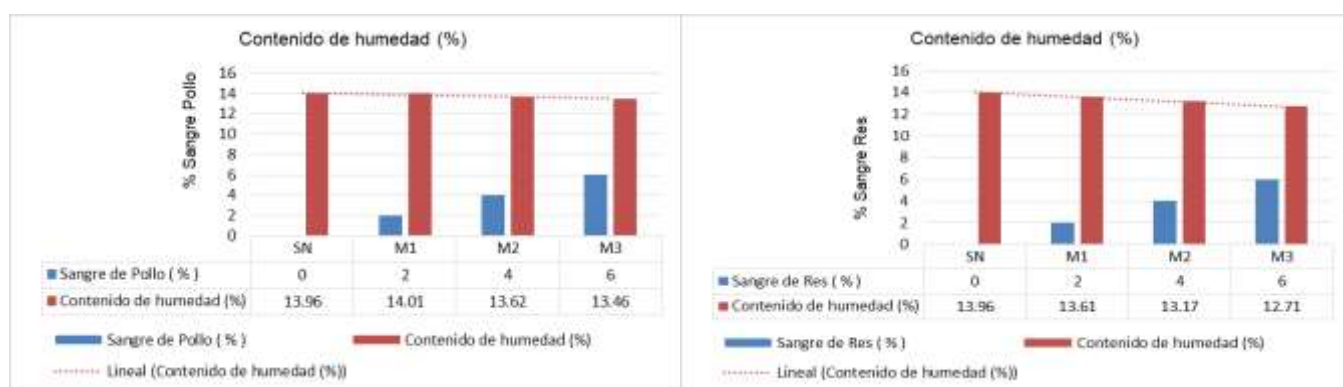
*Figura 28.* Contenido de humedad de la muestra con sangre de pollo al 4%.



*Figura 29.* Secado de muestras en el horno eléctrico.

**Tabla 10.** Contenido de humedad en probetas incorporada con sangre de camal y avícola en diferentes porcentajes.

Muestra	Sangre de Res (%)	Peso seco (Ws)	Peso humedo (Wh)	Contenido de humedad (%)	Muestra	Sangre de Pollo (%)	Peso seco (Ws)	Peso humedo (Wh)	Contenido de humedad (%)
SN	0	191.30	218.00	13.96	SN	0	191.30	218.00	13.96
M1	2	193.20	219.50	13.61	M1	2	191.70	218.55	14.01
M2	4	193.65	219.15	13.17	M2	4	192.40	218.60	13.62
M3	6	193.95	218.60	12.71	M3	6	193.20	219.20	13.46



**Figura 30.** Resultados del contenido de humedad incorporando sangre de camal y avícola en diferentes porcentajes.

En la tabla 10 y figura 30, se observa los valores del contenido de humedad (%) del suelo natural siendo este 13.96%; al agregar el 2% de sangre de res disminuye el contenido de humedad a 13.61%, sin embargo, cuando se agrega sangre de pollo aumenta a 14.01%; al agregar 4% de sangre de res se tiene que el contenido de humedad disminuye a 13.17% y al agregar sangre de pollo disminuye a 13.62%; finalmente cuando se agrega a cada una de las probetas 6% sangre, en la de res se tiene un contenido de humedad del 12.71% y en la de pollo 13.46%; considerando los resultados se obtiene que al agregar los biorresiduos de camal y avícola reduce de forma considerable el contenido de humedad (%).

**Objetivo específico 4:** Determinar la influencia con la adición biorresiduos en la cohesión del suelo de la subrasante.



Figura 31. Probetas sumergidas en agua durante 24 horas para luego ser secadas en el horno



Figura 32. Compresión inconfiada, que tendrá relación con la cohesión.

**Tabla 11.** Cohesión de las probetas incorporada con sangre de camal y avícola en diferentes porcentajes.

Muestra	Sangre de Res (%)	Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )	Muestra	Sangre de Pollo (%)	Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )
SN	0	3.28	SN	0	3.28
M1	2	5.84	M1	2	5.22
M2	4	7.27	M2	4	7.68
M3	6	11.00	M3	6	9.42

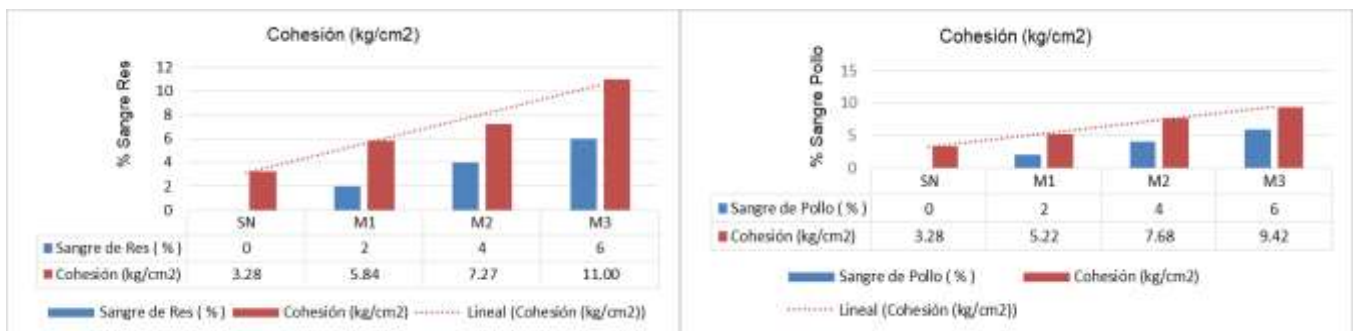


Figura 33. Resultados de la cohesión incorporando sangre de camal y avícola en diferentes porcentajes.

En la tabla 11 y figura 33, se observa que los valores de la cohesión del suelo natural es 3.28 kg/cm<sup>2</sup>, al agregar el 2% de sangre de res aumenta la cohesión a 5.84 kg/cm<sup>2</sup>, cuando se agrega sangre de pollo aumenta a 5.22 kg/cm<sup>2</sup>, al agregar 4% de sangre de res se tiene que la cohesión aumenta a 7.27 kg/cm<sup>2</sup> y al agregar sangre de pollo aumenta a 7.68 kg/cm<sup>2</sup>, finalmente cuando se agrega

a cada una de las probetas 6% sangre, en la de res se tiene una cohesión de 11.00 kg/cm<sup>2</sup> y en la de pollo 9.42 kg/cm<sup>2</sup>; considerando los resultados se obtiene que al agregar los biorresiduos de camal y avícola aumenta la cohesión respecto al suelo natural.

**Objetivo específico 5:** Determinar la influencia con la adición biorresiduos en la compresión simple del suelo de la subrasante



Figura 34. Compresión simple de la muestra con sangre de pollo al 6%.



Figura 35. Compresión simple de la muestra con sangre de res al 6%.

**Tabla 12.** Compresión simple (no confinada) de las probetas incorporada con sangre de camal y avícola en diferentes porcentajes.

Muestra	Sangre de Res (%)	Area probeta (cm <sup>2</sup> )	Carga Q (kg)	Compresión simple (kg/cm <sup>2</sup> )
SN	0	12.96	85.00	6.56
M1	2	12.11	140.00	11.57
M2	4	13.41	195.00	14.54
M3	6	13.41	295.00	21.99

Muestra	Sangre de Pollo (%)	Area probeta (cm <sup>2</sup> )	Carga Q (kg)	Compresión simple (kg/cm <sup>2</sup> )
SN	0	12.96	85.00	6.56
M1	2	13.42	140.00	10.43
M2	4	13.35	205.00	15.35
M3	6	13.26	250.00	18.85

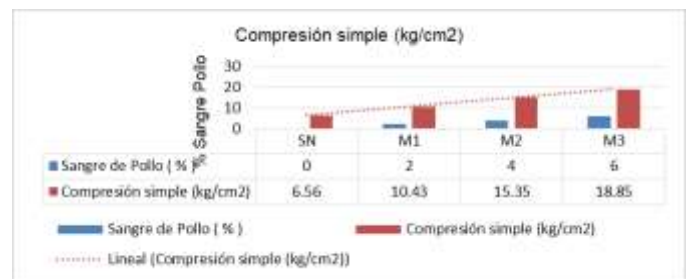
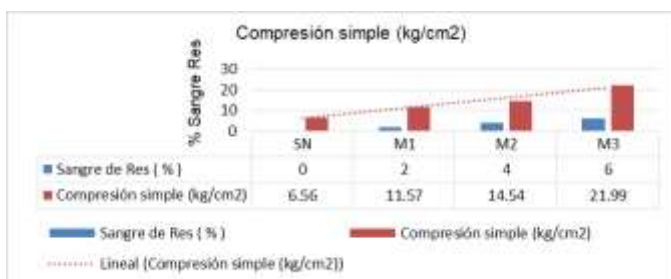


Figura 36. Resultados de la compresión simple (no confinada) de las probetas incorporada con sangre de camal y avícola en diferentes porcentajes.



En la tabla 12 y figura 36, se observa que los valores de la compresión simple (kg/cm<sup>2</sup>) del suelo natural alcanza a 6.56 kg/cm<sup>2</sup>; al agregar el 2% de sangre de res aumenta el esfuerzo a la compresión simple a 11.57 kg/cm<sup>2</sup>, así mismo cuando se agrega sangre de pollo aumenta a 10.43 kg/cm<sup>2</sup>; al agregar 4% de sangre de res se tiene que el esfuerzo a la compresión simple aumenta a 14.54 kg/cm<sup>2</sup> y al agregar sangre de pollo aumenta a 15.35 kg/cm<sup>2</sup>; finalmente cuando se agrega a cada una de las probetas 6% sangre, en la de res se obtiene un esfuerzo a la compresión simple de 21.99 kg/cm<sup>2</sup> y en la de pollo un aumento a 18.85 kg/cm<sup>2</sup>; considerando los resultados se interpretó que al agregar los biorresiduos de camal y avícola aumenta de forma considerable el esfuerzo a la compresión simple en los suelos ensayados.

**Objetivo específico 6:** Determinar la influencia con la adición biorresiduos en la ascensión capilar del suelo de la subrasante



Figura 37. Probetas en contacto con agua en la base de 1 mm



Figura 38. Medición de la ascensión capilar de las probetas.

**Tabla 13.** Ascensión capilar de las probetas incorporada con sangre de camal y avícola en diferentes porcentajes.

Muestra	Sangre de Res (%)	Altura probeta (cm)	Capilaridad (cm)	Ascensión capilar (%)	Muestra	Sangre de Pollo (%)	Altura probeta (cm)	Capilaridad (cm)	Ascensión capilar (%)
SN	0	74.40	20.20	27.16%	SN	0	74.40	20.20	27.16%
M1	2	78.21	16.68	21.32%	M1	2	77.69	15.79	20.33%
M2	4	79.57	2.48	3.11%	M2	4	77.69	13.73	17.68%
M3	6	79.08	1.24	1.57%	M3	6	77.22	8.59	11.10%

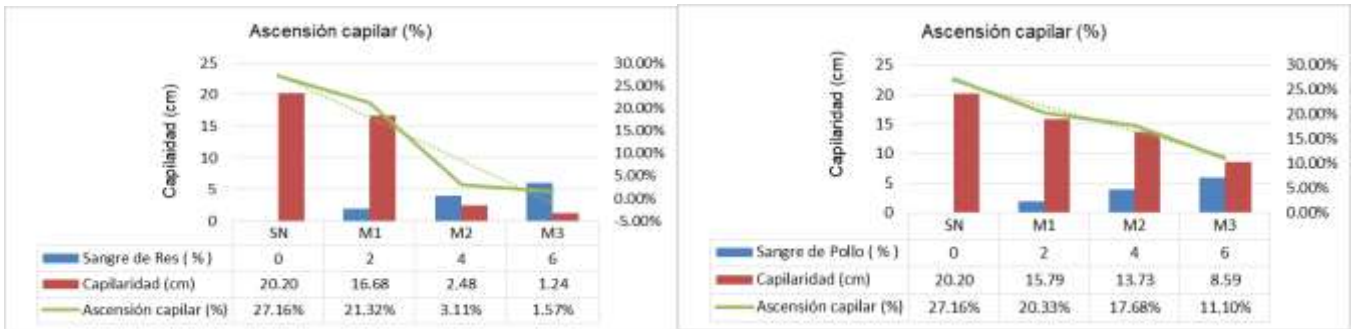


Figura 39. Resultados de la ascensión capilar de las probetas incorporada con sangre de camal y avícola en diferentes porcentajes.

En la tabla 13 y figura 39, se observa que los valores de la ascensión capilar del suelo natural es 27.16%, al agregar el 2% de sangre de res disminuye la ascensión capilar a 21.32%, y cuando se agrega sangre de pollo disminuye a 20.33%, al agregar 4% de sangre de res se tiene la reducción de la ascensión capilar 3.11% y al agregar sangre de pollo disminuye a 17.68%, finalmente cuando se agrega a cada una de las probetas 6% sangre, en la de res se tiene una ascensión capilar de 1.57% y en la de pollo 11.10%; considerando los resultados se obtiene que al agregar los biorresiduos de camal y avícola se reduce la ascensión capilar respecto al suelo natural.

**Objetivo específico 7:** Determinar la influencia con la adición biorresiduos al 6% en la capacidad de soporte de la subrasante



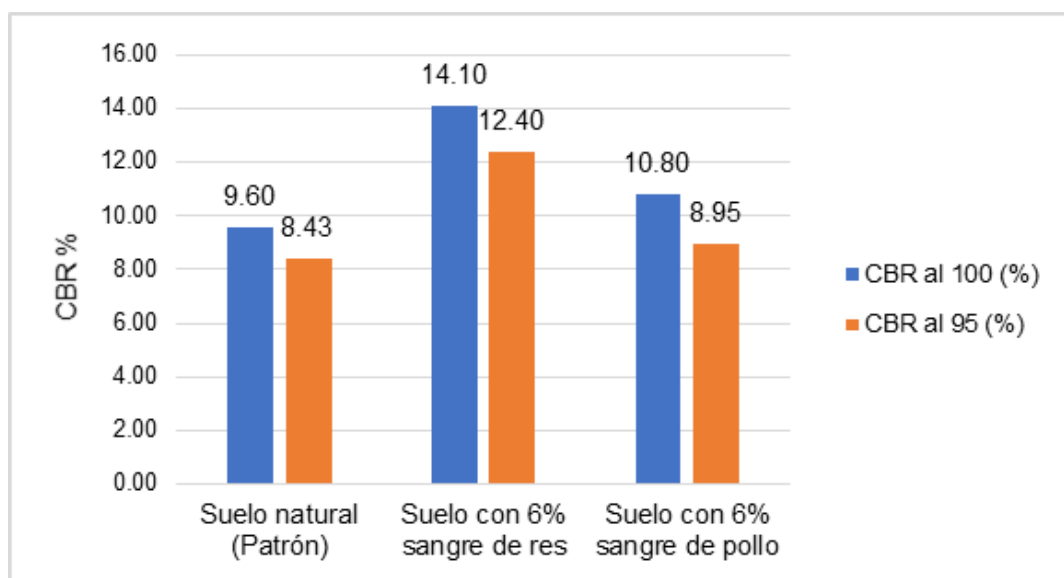
Figura 40. Homogenización del suelo y la sangre de pollo y C.O.H.



Figura 41. Moldes 6" sumergidas en agua con el dial por 96 horas.

**Tabla 14.** Resultados del CBR con la adición de los biorresiduos (res y pollo)

Muestra	CBR al 100 (%)	CBR al 95 (%)	Incremento 95(%)
Suelo natural (Patrón)	9.60	8.43	0.00
Suelo con 6% sangre de res	14.10	12.40	47.09
Suelo con 6% sangre de pollo	10.80	8.95	6.17



**Figura 42.** Resultados del CBR % del suelo natural y con adición de los biorresiduos.

En la tabla 14 y figura 42, se observa que el valor del CBR al 100% del suelo natural es 9.60%, al agregar el 6% de sangre de res incrementa el CBR a 14.10%, y cuando se agrega sangre de pollo al 6% también incrementa el CBR a 10.80%; así mismo el CBR al 95% del suelo natural es 8.43%, al agregar el 6% de sangre de res incrementa el CBR a 12.4%, y cuando se agrega sangre de pollo al 6% también incrementa el CBR a 8.95%; considerando los resultados se obtiene que al agregar los biorresiduos de camal y avícola aumenta el CBR del suelo natural.

## Contrastación de hipótesis

### Prueba de normalidad-h1

#### 1. Planteamiento de normalidad

Ho-Hipótesis nula: (Densidad seca) tienen normalidad

H1-Hipotesis alterna: (Densidad seca) no tienen normalidad

#### 2. Nivel de significancia:

$\alpha=5\%$  (0.05)

#### 3. Elección de la prueba estadística:

$n>50$ ... K - s

$n\leq 50$  S - w

**Tabla 15.** Prueba de normalidad, hipótesis 1

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Sangre	.177	14	.200 <sup>*</sup>	.882	14	.062
Dens_seca	.298	14	.001	.663	14	.000157

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Muestra=14 < 50; Elección de la prueba estadística es Shapiro-Wilk.

#### 4. Regla de decisión:

$p\text{-valor} < = 0.000157$        $0.000157 < 0.05$       Se acepta la hipótesis alterna.

#### 5. Conclusión:

Los datos de la variable de densidad húmeda no tienen normalidad con un nivel de significancia de 5%.

CORRELACION DE PEARSON (NO TIENE NORMALIDAD)

## Grado de asociación por coeficiente de correlación “r” de Pearson

Ho-Hipótesis nula: Datos de la variable x no están relacionadas (El mejoramiento de la densidad seca No está relacionado a la adición de sangre).

H1-Hipotesis alterna: Datos de la variable x están relacionadas (El mejoramiento de la densidad seca Si está relacionado a la adición de sangre).

### 2. Nivel de significancia:

$\alpha=5\%$  (0.05)

### 3. Elección de la prueba estadística:

Coeficiente de correlación “r” de Pearson

**Tabla 16.** *Correlación de Pearson, hipótesis 1*

		Correlaciones	
		Sangre	Dens_seca
Sangre	Correlación de Pearson	1	-.431
	Sig. (bilateral)		.124
	N	14	14
Dens_seca	Correlación de Pearson	-.431	1
	Sig. (bilateral)	.124	
	N	14	14

p-valor = 0.124      Si p-valor $\geq$ 0.05. Se rechaza la hipótesis alterna.

0.124 $>$ 0.05      Entonces se acepta la hipótesis nula.

### 5. Conclusión:

Existe evidencia estadística significativa para decir que la variable de la densidad seca no está relacionada de manera directa con la adición de sangre ( $r=-0.431$ )

## Prueba de normalidad-h2

### 1. Planteamiento de normalidad

Ho-Hipótesis nula: (Densidad húmeda) tienen normalidad

H1-Hipotesis alterna: (Densidad húmeda) no tienen normalidad

### 2. Nivel de significancia:

$\alpha=5\%$  (0.05)

### 3. Elección de la prueba estadística:

$n > 50$ ... K - s

$n \leq 50$  S - w

**Tabla 17.** Prueba de normalidad, hipótesis 2

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Sangre	.177	14	.200*	.882	14	.062
Dens_húmeda	.276	14	.005	.708	14	.000448

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Muestra=14 < 50; Elección de la prueba estadística es Shapiro-Wilk.

### 4. Regla de decisión:

$p\text{-valor} < = 0.000448$        $0.000448 < 0.05$       Se acepta la hipótesis alterna.

### 5. Conclusión:

Los datos de la variable de densidad húmeda no tienen normalidad con un nivel de significancia de 5%.

CORRELACION DE PEARSON (NO TIENE NORMALIDAD)

## Grado de asociación por coeficiente de correlación “r” de Pearson

Ho-Hipótesis nula: Datos de la variable x no están relacionadas (El incremento de la densidad húmeda No está relacionado a la adición de sangre).

H1-Hipotesis alterna: Datos de la variable x están relacionadas (El incremento de la densidad húmeda Si está relacionado a la adición de sangre).

### 2. Nivel de significancia:

$\alpha=5\%$  (0.05)

### 3. Elección de la prueba estadística:

Coeficiente de correlación “r” de Pearson

**Tabla 18.** *Correlación de Pearson, hipótesis 2*

		Correlaciones	
		Sangre	Dens_húmeda
Sangre	Correlación de Pearson	1	-.468
	Sig. (bilateral)		.092
	N	14	14
Dens_húmeda	Correlación de Pearson	-.468	1
	Sig. (bilateral)	.092	
	N	14	14

$p\text{-valor} = 0.092$  Si  $p\text{-valor} \geq 0.05$ . Se rechaza la hipótesis alterna

$0.092 > 0.05$  Entonces se acepta la hipótesis nula

### 5. Conclusión:

Existe evidencia estadística significativa para decir que la variable de la densidad húmeda no está relacionada con la adición de sangre ( $r=-0.468$ )

### Prueba de normalidad-h3

#### 1. Planteamiento de normalidad

Ho-Hipótesis nula: (Contenido de humedad) tienen normalidad

H1-Hipotesis alterna: (Contenido de humedad) no tienen normalidad

#### 2. Nivel de significancia:

$\alpha=5\%$  (0.05)

#### 3. Elección de la prueba estadística:

$n > 50$ ... K - s

$n \leq 50$  S - w

**Tabla 19.** Prueba de normalidad, hipótesis 3

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Sangre	.177	14	.200*	.882	14	.062
Cont_húmeda	.214	14	.080	.943	14	.456

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Muestra=14 < 50; Elección de la prueba estadística es Shapiro-Wilk.

#### 4. Regla de decisión:

p-valor = 0.456

$0.456 > 0.05$

Se acepta la hipótesis nula.

#### 5. Conclusión:

Los datos de la variable de contenido de humedad tienen normalidad con un nivel de significancia de 5%.

CORRELACION DE PEARSON (SI TIENE NORMALIDAD)



## Grado de asociación por coeficiente de correlación “r” de Pearson

Ho-Hipótesis nula: Datos de la variable x no están relacionadas (El incremento del contenido de humedad No está relacionado a la adición de sangre).

H1-Hipotesis alterna: Datos de la variable x están relacionadas (El incremento del contenido de humedad Si está relacionado a la adición de sangre).

### 2. Nivel de significancia:

$\alpha=5\%$  (0.05)

### 3. Elección de la prueba estadística:

Coeficiente de correlación “r” de Pearson

**Tabla 20.** *Correlación de Pearson, hipótesis 3*

		Sangre	Cont_húmeda
Sangre	Correlación de Pearson	1	-.763**
	Sig. (bilateral)		.002
	N	14	14
Cont_húmeda	Correlación de Pearson	-.763**	1
	Sig. (bilateral)	.002	
	N	14	14

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

p-valor = 0.002      Si p-valor $\leq$ 0.05. Se acepta la hipótesis alterna.

0.002 $\leq$ .05      Se rechaza la hipótesis nula.

### 5. Conclusión:

Existe evidencia estadística significativa para decir que la variable del contenido de humedad SI está relacionada de manera directa y negativa con la adición de sangre ( $r=-0.763$ )

## Prueba de normalidad-h4

### 1. Planteamiento de normalidad

Ho-Hipótesis nula: (Cohesión) tienen normalidad

H1-Hipotesis alterna: (Cohesión) no tienen normalidad

### 2. Nivel de significancia:

$\alpha=5\%$  (0.05)

### 3. Elección de la prueba estadística:

$n > 50$ ... K - s

$n \leq 50$  S - w

**Tabla 21.** Prueba de normalidad, hipótesis 4

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Sangre	.177	14	.200*	.882	14	.062
Cohesión	.093	14	.200*	.966	14	.824

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Muestra=14 < 50; Elección de la prueba estadística es Shapiro-Wilk.

### 4. Regla de decisión:

p-valor = 0.824

$0.824 > 0.05$

Se acepta la hipótesis nula.

### 5. Conclusión:

Los datos de la variable de la cohesión tienen normalidad con un nivel de significancia de 5%.

CORRELACION DE PEARSON (SI TIENE NORMALIDAD)

## Grado de asociación por coeficiente de correlación “r” de Pearson

Ho-Hipótesis nula: Datos de la variable x no están relacionadas (El incremento de la cohesión No está relacionado a la adición de sangre).

H1-Hipotesis alterna: Datos de la variable x están relacionadas (El incremento de la cohesión Si está relacionado a la adición de sangre).

### 2. Nivel de significancia:

$\alpha=5\%$  (0.05)

### 3. Elección de la prueba estadística:

Coeficiente de correlación “r” de Pearson

**Tabla 22.** *Correlación de Pearson, hipótesis 4*

		Correlaciones	
		Sangre	Cohesión
Sangre	Correlación de Pearson	1	.958**
	Sig. (bilateral)		.0000000711
	N	14	14
Cohesión	Correlación de Pearson	.958**	1
	Sig. (bilateral)	.0000000711	
	N	14	14

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

p-valor = 0.0000000711      Si p-valor $\leq$ 0.05. Se acepta la hipótesis alterna.

0.0000000711 $\leq$ 0.05      Se rechaza la hipótesis nula.

### 5. Conclusión:

Existe evidencia estadística significativa para decir que la variable de la cohesión Si está relacionada de manera directa y positiva con la adición de sangre (r=0.958)

## Prueba de normalidad

### 1. Planteamiento de normalidad-h5

Ho-Hipótesis nula: (Compresión simple) tienen normalidad

H1-Hipotesis alterna: (Compresión simple) no tienen normalidad

### 2. Nivel de significancia:

$\alpha=5\%$  (0.05)

### 3. Elección de la prueba estadística:

$n > 50$ ... K - s

$n \leq 50$  S - w

**Tabla 23.** Prueba de normalidad, hipótesis 5

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Sangre	.177	14	.200 <sup>*</sup>	.882	14	.062
Comp_simple	.093	14	.200 <sup>*</sup>	.966	14	.824

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Muestra=14 < 50; Entonces la elección de la prueba estadística es Shapiro-Wilk.

### 4. Regla de decisión:

p-valor = 0.824...      0.062 > 0.05    Entonces se acepta la hipótesis nula

### 5. Conclusión:

Los datos de la variable de compresión simple tiene normalidad con un nivel de significancia de 5%.

CORRELACION DE PEARSON (SI TIENE NORMALIDAD)

## Grado de asociación por coeficiente de correlación “r” de Pearson

Ho-Hipótesis nula: Datos de la variable x no están relacionadas (El incremento de la compresión simple No está relacionado a la adición de sangre).

H1-Hipotesis alterna: Datos de la variable x están relacionadas (El incremento de la compresión simple Si está relacionado a la adición de sangre).

### 2. Nivel de significancia:

$\alpha=5\%$  (0.05)

### 3. Elección de la prueba estadística:

Coeficiente de correlación “r” de Pearson

**Tabla 24.** *Correlación de Pearson, hipótesis 5*

		Sangre	Comp_simple
Sangre	Correlación de Pearson	1	.958**
	Sig. (bilateral)		.000
	N	14	14
Comp_simple	Correlación de Pearson	.958**	1
	Sig. (bilateral)	.000	
	N	14	14

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

p-valor = 0.000000071417      Si p-valor $\leq$ 0.05. Se rechaza la hipótesis nula

0.000000071417 $<$ 0.05      Entonces se acepta la hipótesis alterna

### 5. Conclusión:

Existe evidencia estadística significativa para decir que la variable de la compresión simple SI está relacionada de manera directa y positiva con la adición de sangre ( $r=0.958$ )

## Prueba de normalidad

### 1. Planteamiento de normalidad-h6

Ho-Hipótesis nula: (Ascensión capilar) tienen normalidad

H1-Hipotesis alterna: (Ascensión capilar) no tienen normalidad

### 2. Nivel de significancia:

$\alpha=5\%$  (0.05)

### 3. Elección de la prueba estadística:

$n > 50$ ... K - s

$n \leq 50$  S - w

**Tabla 25.** Prueba de normalidad, hipótesis 6

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Sangre	.177	14	.200*	.882	14	.062
Asc_Cap	.163	14	.200*	.909	14	.155

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Muestra=14 < 50; Entonces la elección de la prueba estadística es Shapiro-Wilk.

### 4. Regla de decisión:

p-valor = 0.155...       $0.155 > 0.05$  Entonces se acepta la hipótesis nula

### 5. Conclusión:

Los datos de la variable de ascensión capilar tiene normalidad con un nivel de significancia de 5%.

CORRELACION DE PEARSON (SI TIENE NORMALIDAD)

## Grado de asociación por coeficiente de correlación “r” de Pearson

Ho-Hipótesis nula: Datos de la variable x no están relacionadas (La disminución de la ascensión capilar No está relacionado a la adición de sangre).

H1-Hipotesis alterna: Datos de la variable x están relacionadas (El disminución de la ascensión capilar Si está relacionado a la adición de sangre).

### 2. Nivel de significancia:

$\alpha=5\%$  (0.05)

### 3. Elección de la prueba estadística:

Coeficiente de correlación “r” de Pearson

**Tabla 26.** *Correlación de Pearson, hipótesis 6*

		Correlaciones	
		Sangre	Asc_Cap
Sangre	Correlación de Pearson	1	-.789**
	Sig. (bilateral)		.001
	N	14	14
Asc_Cap	Correlación de Pearson	-.789**	1
	Sig. (bilateral)	.001	
	N	14	14

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

p-valor = 0.001                      Si p-valor $\leq$ 0.05. Se rechaza la hipótesis nula

0.001 $<$ 0.05                      Entonces se acepta la hipótesis alterna

### 5. Conclusión:

Existe evidencia estadística significativa para decir que la variable de la ascensión capilar Si está relacionada de manera directa y negativa con la adición de sangre ( $r=0.-789$ )

## V. DISCUSIÓN

Discusión 1. Respecto a la densidad seca, se ha podido observar e interpretar los resultados de la experimentación en laboratorio, iniciándose con una densidad seca en el suelo natural de  $1.98 \text{ gr/cm}^3$  antes de la adición de sangre de res y pollo al 2%, 4% y 6%; al agregar sangre al 2% aumenta a  $2.06 \text{ gr/cm}^3$  en la sangre de res, y contrariamente se reduce a  $1.84 \text{ gr/cm}^3$  en lo que respecta a la sangre de pollo; también se observó que al agregar sangre al 4% se reduce a  $1.82 \text{ gr/cm}^3$  en la sangre de res, e igualmente se redujo a  $1.88 \text{ gr/cm}^3$  en lo que respecta a la sangre de pollo; finalmente se observó que al agregar sangre al 6% se reduce a  $1.83 \text{ gr/cm}^3$  en la sangre de res, y de igual manera se redujo a  $1.89 \text{ gr/cm}^3$  en lo que respecta a la sangre de pollo; llegándose a interpretar que a medida que se fue aumentando la dosificación de la sangre para ambos biorresiduos, fue disminuyendo progresivamente la densidad seca, entendiéndose que la adición más óptima en la experimentación corresponde al 6%, así mismo se ha logrado entender que la sangre de res y la sangre de pollo concuerdan en sus propiedades densificantes, porque hemos podido observar que a medida que se aumenta los biorresiduos han reducido de manera significativa la densidad seca del suelo natural. Referente a los ensayos de densidad seca con la adición de biorresiduos no existen otras investigaciones.

Discusión 2. Respecto a la densidad húmeda, se ha podido observar e interpretar los resultados de la experimentación en laboratorio, iniciándose con una densidad húmeda en el suelo natural de  $2.26 \text{ gr/cm}^3$  antes de la adición de sangre de res y pollo al 2%, 4% y 6%; al agregar sangre al 2% aumenta a  $2.34 \text{ gr/cm}^3$  en la de res y contrariamente se reduce a  $2.10 \text{ gr/cm}^3$  respecto a la sangre de pollo; sin embargo, al agregar sangre al 4% se reduce a  $2.05 \text{ gr/cm}^3$  en la sangre de res, y reduce a  $2.11 \text{ gr/cm}^3$  en la sangre de pollo; finalmente se observó que al agregar sangre al 6% disminuye ligeramente a  $2.06 \text{ gr/cm}^3$  en la sangre de res, de igual manera a  $2.14 \text{ gr/cm}^3$  en la sangre de pollo; llegándose a interpretar que a medida que fue aumentando la dosificación de la sangre para ambos biorresiduos, contrariamente fue disminuyendo la densidad húmeda, entendiéndose que la adición más óptima en la experimentación corresponde al 6%, así mismo se ha logrado entender que la sangre de res y



pollo concuerdan en sus propiedades densificantes, ya que al aumentar el biorresiduos reducen de manera mínima la densidad húmeda del suelo natural. Referente a investigaciones de densidad húmeda con la adición de biorresiduos, no existen otras investigaciones.

Discusión 3. Respecto al contenido de humedad, se ha podido observar e interpretar los resultados de la experimentación en laboratorio, iniciándose con un contenido de humedad en el suelo natural (laboratorio) de 13.96% antes de la adición de sangre de res y pollo al 2%, 4% y 6%; al agregar sangre al 2% se disminuye a 13.61% en la de res y contrariamente aumenta a 14.01% en lo que respecta a la sangre de pollo, al agregar sangre al 4% se reduce a 13.17% en la sangre de res, e igualmente se redujo a 13.62% en lo que respecta a la sangre de pollo, finalmente al agregar sangre al 6% se reduce a 12.71% en la sangre de res, de igual manera se redujo a 13.46% en lo que respecta a la sangre de pollo; llegándose a interpretar que a medida que fue aumentado la dosificación de la sangre para ambos biorresiduos, contrariamente fue disminuyendo progresivamente el contenido de humedad, entendiéndose que la adición más óptima en la experimentación corresponde al 6%, así mismo se ha logrado entender que la sangre de res y la sangre de pollo han reducido de manera considerable el contenido de humedad del suelo natural. Referente a investigaciones de contenido de humedad con la adición de biorresiduos, no existen otras investigaciones.

Discusión 4. Respecto a la cohesión, se ha podido observar e interpretar los resultados de la experimentación en laboratorio, iniciándose con una cohesión en el suelo natural de 3.28 kg/cm<sup>2</sup> antes de la adición de sangre de res y pollo al 2%, 4% y 6%; al agregar sangre al 2% aumenta a 5.84 kg/cm<sup>2</sup> en la de res, también aumenta a 5.22 kg/cm<sup>2</sup> respecto a la sangre de pollo; sin embargo, al agregar sangre al 4% aumenta a 7.27 kg/cm<sup>2</sup> en la sangre de res e incrementa a 7.68 kg/cm<sup>2</sup> en lo que respecta a la sangre de pollo; finalmente se observó que al agregar sangre al 6% incrementa a 11.00 kg/cm<sup>2</sup> en la sangre de res, de igual manera a 9.42 kg/cm<sup>2</sup> en lo que respecta a la sangre de pollo; llegándose a interpretar que a medida que se fue aumentado la dosificación de la sangre para ambos biorresiduos, fue aumentado progresivamente la cohesión,

entendiéndose que la adición más óptima en la experimentación corresponde al 6%, así mismo se ha logrado entender que la sangre de res y la sangre de pollo concuerdan en sus propiedades aglomerantes, porque al agregar los biorresiduos incrementa la cohesión del suelo natural. Referente a investigaciones de cohesión con la adición de biorresiduos, no existen otras investigaciones.

Discusión 5. Respecto a la compresión simple, se ha podido observar e interpretar los resultados de la experimentación en laboratorio, iniciándose con una resistencia a la compresión simple del suelo natural de  $6.56 \text{ kg/cm}^2$  antes de la adición de sangre de res y pollo al 2%, 4% y 6%; al agregar sangre al 2% se incrementa a  $11.57 \text{ kg/cm}^2$  en la sangre de res, e igualmente se aumenta a  $10.43 \text{ kg/cm}^2$  en la sangre de pollo, al agregar sangre al 4% se incrementa a  $14.54 \text{ kg/cm}^2$  en la sangre de res, e igualmente se incrementó a  $15.35 \text{ kg/cm}^2$  en lo que respecta a la sangre de pollo, finalmente al agregar sangre al 6% se incrementa a  $21.99 \text{ kg/cm}^2$  en la de res, y de igual manera se incrementó a  $18.85 \text{ kg/cm}^2$  en lo que respecta a la sangre de pollo; llegándose a interpretar que a medida que se fue aumentado la dosificación de la sangre para ambos biorresiduos fue incrementado progresivamente la resistencia a la compresión simple, entendiéndose que la adición más óptima en la experimentación corresponde al 6%, se **concuerta** con la investigación realizada por Llumistasig (2017), respecto a sus conclusiones indica que el adobe artesanal básico con barro dormido obtuvieron una resistencia a la compresión simple del mortero para adobe artesanal de  $9.84 \text{ kg/cm}^2$ ; de otro lado mencionar que en su conclusiones indican que con una adición de sangre de res al 20% obtuvieron una resistencia a la compresión simple de  $10.36 \text{ kg/cm}^2$ , por lo que podemos concordar en un incremento significativo en la resistencia a la compresión simple otorgada por la sangre de res, respecto a los valores obtenidos es fácilmente deducible que en la elaboración de adobes artesanales no existe una compactación del barro o mortero como en el caso de estabilización suelos para subrasante, entendiéndose así, que la sangre de res tiene propiedades aglomerantes o aglutinantes para la construcción, también se **concuerta** con el artículo científico de Kraus, Hirmas y Roberts (2014), donde mencionan que sus probetas a los 7 días aumento la resistencia a  $1.77 \text{ MPa}$  ( $18.05 \text{ kg/cm}^2$ ) y a los

28 días 6.71 MPa (68.42 kg/cm<sup>2</sup>), concluyendo que a medida que la sangre se seca, se coagula; esta coagulación parece estar endureciendo la matriz circundante y aumentando la resistencia general de las muestras, probablemente las proteínas y la hemoglobina de la sangre se unen a la matriz del suelo después del secado al aire.

Discusión 6. Respecto a la ascensión capilar, se ha podido observar e interpretar los resultados de la experimentación en laboratorio, iniciándose con una ascensión capilar en el suelo natural de 27.16%, antes de la adición de sangre de res y pollo al 2%, 4% y 6%; al agregar sangre al 2% se reduce al 21.32% en la de res y a 20.33% respecto a la sangre de pollo; al agregar sangre al 4% se reduce a 3.11% en la sangre de res y a 17.68% en lo que respecta a la sangre de pollo; finalmente se observó que al agregar sangre al 6% disminuye a 1.57% en la sangre de res, de igual manera a 11.10% en lo que respecta a la sangre de pollo; llegándose a interpretar que a medida que se fue aumentado la dosificación de la sangre para ambos biorresiduos, se fue reduciendo la ascensión capilar, entendiéndose que la adición más óptima en la experimentación corresponde al 6%, así mismo se ha logrado entender que la sangre de res y la sangre de pollo al endurecer la matriz de las probetas las vuelve impermeables, específicamente para el tipo de suelo con el que se realiza esta investigación. Referente a las investigaciones de ascensión capilar con la adición de biorresiduos, no existen otras investigaciones.

Discusión 7: En el ensayo de CBR al 95% se puede interpretar que el CBR del suelo natural es 8.43%, al agregar el 6% de sangre de res incrementa el CBR a 12.40%, y al agregar el 6% de sangre de pollo aumenta el CBR a 8.95%; considerando ambos resultados se interpreta que al agregar los biorresiduos de camal y avícola aumenta el CBR del suelo natural, siendo la más óptima la sangre de res como se pudo hallar en las demás propiedades físico-mecánicas del suelo; así mismo se concuerda con la investigación usando biorresiduos marinos realizada por Quezada (2017) sobre estabilización de suelos arcillosos con valvas de molusco y arcilla, el cual mencionan que la concha de abanico al 40% aumenta el valor del CBR y en la concha de pico de pato al 60% aumenta el valor de CBR, también concordamos con la investigación realizada por

Espíritu (2019) que teniendo un CBR del suelo natural de 3.72% al añadir sábila al 25% aumento a 7% el CBR respecto al suelo natural, finalmente también coincidimos con la investigación realizada por Jacinto (2021) referente al mejoramiento de la subrasante usando biorresiduos marinos que son bivalvos triturados teniendo como resultado de que el CBR inicial es de 5.4% y que en la mezcla 5 de 35% SN y 65% bivalvos el CBR mejora al 36%.

## VI. CONCLUSIONES

Conclusión 1: La adición de biorresiduos de camal y avícola influye en las propiedades físicas y mecánicas del suelo de la subrasante de la carretera CU-1110 – San Sebastián, evaluándose que la dosificación más óptima es con 6% del biorresiduo de camal (sangre de res) el mismo que mejora las propiedades físicas y mecánicas del suelo ML (limos).

Conclusión 2: La adición de biorresiduos de camal y avícola influye en la densidad seca del suelo de la subrasante de la carretera CU-1110 – San Sebastián, determinando que la dosificación más óptima es con 6% de biorresiduo de camal (sangre de res) disminuyendo la densidad seca inicial de 1.98 gr/cm<sup>3</sup> a una densidad seca final de 1.83 gr/cm<sup>3</sup>.

Conclusión 3: El los resultados de la investigación tenemos que la densidad húmeda del suelo natural de la subrasante es de 2.26 gr/cm<sup>3</sup> y que al agregar los biorresiduos se reduce la densidad húmeda a 2.05 gr/cm<sup>3</sup> (sangre de res) y 2.11 gr/cm<sup>3</sup> (sangre de pollo), de los resultados se puede concluir la influencia de los biorresiduos en la densidad húmeda, siendo la dosificación óptima de 4%.

Conclusión 4: La adición de biorresiduos de camal y avícola influye en el contenido de humedad del suelo de la subrasante de la carretera CU-1110 – San Sebastián, determinando que la dosificación más óptima es con 6% de biorresiduo de camal (sangre de res) disminuyendo el contenido de humedad inicial de 13.96% a un contenido de humedad final de 12.71%.

Conclusión 5: La adición de biorresiduos de camal y avícola influye en la cohesión del suelo de la subrasante de la carretera CU-1110 – San Sebastián, siendo la dosificación optima el de 6% que corresponde al biorresiduo de camal (sangre de res) el mismo que aumento la cohesión inicial de 3.28 kg/cm<sup>2</sup> a 11.00 kg/cm<sup>2</sup>.

Conclusión 6: La adición de biorresiduos de camal y avícola influye la compresión simple del suelo de la subrasante de la carretera CU-1110 – San Sebastián,

determinando que la dosificación más óptima es con 6% de biorresiduo de camal (sangre de res) mejorándose la resistencia a la compresión simple inicial de 6.56 kg/cm<sup>2</sup> a una resistencia a la compresión simple final de 21.99 kg/cm<sup>2</sup>.

Conclusión 7: La adición de biorresiduos de camal y avícola influye en la ascensión capilar del suelo de la subrasante de la carretera CU-1110 – San Sebastián, siendo la dosificación óptima el de 6% que corresponde al biorresiduo de camal (sangre de res) el mismo que disminuyó la ascensión capilar inicial de 27.16% a 1.57%, haciendo más impermeable la muestra.

Conclusión 8: La adición de biorresiduos de camal y avícola influye en el CBR para material compactado en laboratorio del suelo de la subrasante de la carretera CU-1110 – San Sebastián, determinando que la dosificación más óptima es con el 6% de biorresiduo de camal (sangre de res) mejorando el CBR al 95% de suelo compactado inicial de 8.43% a un CBR al 95% de suelo compactado final de 12.40%; es decir, que de una categoría S2 (subrasante regular), con la adición del 6% de sangre de res se ha mejorado el CBR del suelo, pasando a la categoría S3 (subrasante buena), según el cuadro 4.11 del manual de carreteras del MTC.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Recomendación 1: Sugerir otros métodos e instrumentos para la evaluación de la influencia en las propiedades físicas y mecánicas del suelo de subrasante, utilizándose estos mismos biorresiduos con diferentes dosificaciones para la estabilización estructural de carreteras; con el objetivo principal de mejorar futuros análisis y de esta manera también se busque reducir el impacto ambiental generado por el sector industrial (matadero).

Recomendación 2: Para futuras investigaciones se recomienda utilizar sangre fresca y realizar los ensayos en diferentes suelos cohesivos y ver la efectividad de los biorresiduos utilizados.

Recomendación 3: Plantear el uso de estos biorresiduos en suelo saturados, ya que según los resultados hay disminución de la ascensión capilar.

Recomendación 4: Evaluar otros métodos para la determinación de la influencia en el CBR compactado en laboratorio del suelo de subrasante utilizándose estos mismos biorresiduos u otros con diferentes dosificaciones para la estabilización estructural de carreteras.

Recomendación 5: Se recomienda diluir la sangre de camal y avícola en agua para obtener una mezcla homogénea durante la preparación de las probetas.

## REFERENCIAS

1. LARA Villacis, Ligia Elena. Las aguas residuales del camal municipal del Catón Baños y su incidencia en la contaminación del Rio Pataza en la Provincia de Tungurahua. Ambato [en línea] Ecuador : s.n., 2011. 193 . [Fecha de consulta: 04 de noviembre del 2021]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1611/1/Tesis%20587%20-%20Lara%20Villac%20c3%ads%20Ligia%20Elena.pdf>
2. ARISTA Alarcón, Mirian Miliana y VERASTEGUI Ugaz, Nieves. Mataderos recuperación, reutilización y tratamiento de desechos: caso camal moderno [en línea]. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima : s.n., 1993. pág. 192. [Fecha de consulta: 04 de noviembre del 2021]. Disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/4134>
3. LLUMITASIG Chicaiza Sandra Mercedes y SIZA Salazar Ana Lisette, "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" [en línea] Universidad Técnica de Ambato. Ecuador, 2017. Pag.126 [Fecha de consulta: 04 de noviembre del 2021]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26586/1/Tesis%201171%20-%20Siza%20Salazar%20Ana%20Lisette.pdf>
4. TORRES Guzman Cristobal y MENDOZA Llaja Jhosep Ney, "Propuesta de un sistema de aprovechamiento de estiércol y sangre de camal municipal del Distrito de Jazan, Provincia de Bongará, Departamento de Amazonas, Perú" [en línea] Chachapoyas : s.n., 2015. [Fecha de consulta: 05 de noviembre del 2021]. Disponible en: <http://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/UNTRM/836/Propuesta%20de%20un%20sistema%20de%20aprovechamiento%20de%20esti%C3%A9rcol%20y%20sangre%20del%20camal%20municipal%20del%20distrito%20de%20Jaz%C3%A1n%2C%20provincia%20Bongar%C3%A1%2C%20departamento%20Amazonas%2C%20Per%C3%BA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>



5. QUEZADA Osoria Santiago, “Estudio comparativo de la estabilización de suelos arcillosos con valvas de moluscos para pavimentación” [en línea] Universidad de Piura. Peru, 2017. Pag. 122 [Fecha de consulta: 05 de noviembre del 2021]. Disponible en: [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3207/ICI\\_242.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3207/ICI_242.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
6. ESPIRITU Huamán Anyela Marliths, “Mejoramiento de la capacidad de soporte de la subrasante mediante la aplicación de savia de sábila en la carretera la Esperanza – Malconga, km 5 Matamarca - 2018” [en línea] Universidad de Huanuco. Peru, 2019. Pag. 462 [Fecha de consulta: 05 de noviembre del 2021]. Disponible en: <http://repositorio.udh.edu.pe/123456789/1819>
7. JACINTO Yovera María Petronila, “Mejoramiento mecánico de suelos blandos en la sub rasante, utilizando residuos de bivalvos de la Bahía de Sechura. 2020” [en línea] Universidad Nacional de Piura. Peru, 2021. Pag. 160 [Fecha de consulta: 05 de noviembre del 2021]. Disponible en: <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/2932>
8. CHAD Kraus y HIRMAS Daniel R., “Compressive Strength of Blood Stabilized Earthen Architecture” [en línea] University of Kansas, Lawrence, Kansas, United States, 2014 [Fecha de consulta: 05 de noviembre del 2021]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/324435386\\_Compressive\\_Strength\\_of\\_Blood\\_Stabilized\\_Earthen\\_Architecture](https://www.researchgate.net/publication/324435386_Compressive_Strength_of_Blood_Stabilized_Earthen_Architecture)
9. Guía para la implantación de la recogida separada y tratamiento de la fracción orgánica [en línea] Madrid, España, 2013 [Fecha de consulta: 05 de noviembre del 2021]. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/publicaciones/Guia-para-implantacion-recogida-separada-gestion-biorresiduos-competencia-municipal.aspx>
10. Libro verde sobre la gestión de biorresiduos en la Unión Europea. Bruselas [en línea] 2008 [Fecha de consulta: 05 de noviembre del 2021]. Disponible en: <https://cdecomunidaddemadrid.wordpress.com/2008/12/04/libro-verde-para-la-gestion-de-los-biorresiduos/>

11. ROCHA Sánchez B. Alternativas de Utilización del Plasma y la Globina de la Sangre de Bovino. Pregrado. Facultad de Química [en línea] Universidad Nacional Autónoma de México 2006 [Fecha de consulta: 05 de noviembre del 2021]. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/51186833/Alternativas-de-La-Utilizacion-Del-Plasma-y-La-Globina-de-La-Sangre-de-Bovino>
12. LINDEN G., LORIENT D. Bioquímica agroindustrial: Revalorización alimentaria de la producción agrícola. Editorial Acribia S.A.: Zaragoza [en línea] España, 1994. Pag. 454 [Fecha de consulta: 06 de noviembre del 2021]. Disponible en: [https://www.editorialacribia.com/libro/bioquimica-agroindustrial-revalorizacion-alimentaria-de-la-produccion-agricola\\_53743/](https://www.editorialacribia.com/libro/bioquimica-agroindustrial-revalorizacion-alimentaria-de-la-produccion-agricola_53743/)
13. ANSON M, Mirsky A. Protein coagulation and its reserval: the preparation of insoluble globin and heme. J Gen Physiol. 1930; 13(4): p. 469 [Fecha de consulta: 06 de noviembre del 2021]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19872539/>
14. OFORI J, HSIEH Y. The use of blood and derived products as food additives [en línea] 2012. Food Additive [Fecha de consulta: 05 de noviembre del 2021]. Disponible en: <https://www.intechopen.com/chapters/28918>
15. Ministerio de Salud (MINSA). Tablas peruanas de composición de alimentos. Lima: Instituto Nacional de Salud, Centro Nacional de Alimentación y Nutrición [en línea] 2009 [Fecha de consulta: 05 de noviembre del 2021]. Disponible en: <https://repositorio.ins.gob.pe/xmlui/bitstream/handle/INS/1034/tablas-peruanas-QR.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
16. Ministerio de transporte y comunicaciones, Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”. Sección: Suelos y Pavimentos [en línea] 2014, p.24 [Fecha de consulta: 04 de noviembre del 2021]. Disponible en: [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/4515.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf)
17. BRAJA M, Das. Fundamentos de ingeniería geotécnica [en línea] México Cengage Learning Editores, S.A., 2015 [Fecha de consulta: 04 de noviembre del 2021]. Disponible en:

<https://es.slideshare.net/ralvmrz/fundamentos-de-ingeniera-geotcnica-braja-m-das>

ISBN: 978-1-111-57675-2.

18. Ministerio de transporte y comunicaciones, Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”. Sección: Suelos y Pavimentos [en línea] 2014, p.89 [Fecha de consulta: 04 de noviembre del 2021]. Disponible en: [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/4515.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf)
19. LEGUISAMO J.C., Caracterización de un material compuesto de fibra de coco y matriz de resina epoxi [en línea] 2018, [Fecha de consulta: 10 de enero de 2022], Disponible en <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/view/548>
20. MONTEJO R., Raymundo J., CHÁVEZ J., Materiales alternativos para estabilizar suelos: el uso de ceniza de cáscara de arroz en vías de bajo tránsito de Piura [en línea] 2020, [Fecha de consulta: 14 de enero de 2022], Disponible en: <http://revistas.uss.edu.pe/index.php/tzh/article/view/1251>
21. RODRÍGUEZ H., Estabilización de suelos con Polvo de Horno de Cemento (CKD), 2021, [Fecha de consulta: 14 de enero de 2022]. Disponible en: [https://eva.fing.edu.uy/pluginfile.php/323546/mod\\_resource/content/1/Estabilizaci%C3%B3n%20de%20Suelos%20con%20CKD.pdf](https://eva.fing.edu.uy/pluginfile.php/323546/mod_resource/content/1/Estabilizaci%C3%B3n%20de%20Suelos%20con%20CKD.pdf)
22. Análisis granulométrico Norma ASTM D422 [en línea] [Fecha de consulta: 25 de enero de 2022]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/Alexander159/analisis-granulometrico-por-tamizado-38024430>
23. JUÁREZ Badillo Eulalio y RICO Rodríguez Alfonso. Mecánica de suelos tomo II [en línea]. 2ª Edición; México: Editorial LIMUSA, 2003 p. 123, [Fecha de consulta: 18 de enero del 2022]. Disponible en: [https://suelos.milaulas.com/pluginfile.php/128/mod\\_resource/content/1/Mecanica%20de%20suelos%20-%20Juarez%20Badillo.pdf](https://suelos.milaulas.com/pluginfile.php/128/mod_resource/content/1/Mecanica%20de%20suelos%20-%20Juarez%20Badillo.pdf)
24. Manual de ensayo de materiales- MTC E 110. Determinación del límite líquido de los suelos [en línea]. Edición mayo, 2016 pp.67 [Fecha de

- consulta: 18 de enero del 2022]. Disponible en: [http://transparencia.mtc.gov.pe/idm\\_docs/normas\\_legales/1\\_0\\_3729.pdf](http://transparencia.mtc.gov.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_3729.pdf)
25. Ministerio de transporte y comunicaciones, Manual de ensayo de materiales [en línea] 2016, p.72 [Fecha de consulta: 06 de noviembre del 2021]. Disponible en: [https://portal.mtc.gov.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf](https://portal.mtc.gov.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf)
26. Ministerio de transporte y comunicaciones, Manual de ensayo de materiales [en línea] 2016, p.73 [Fecha de consulta: 06 de noviembre del 2021]. Disponible en: [https://portal.mtc.gov.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf](https://portal.mtc.gov.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf)
27. Norma española, UNE EN ISO 17892-2. Investigación y ensayos geotécnicos. Ensayo de laboratorio de suelos. Determinación de la densidad aparente [en línea] 2015. [Fecha de consulta: 04 de noviembre del 2021]. Disponible en: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0055828>
28. Standard Test Methods for Laboratory Determination of Density (Unit Weight) of Soil Specimens ASTM D7263 – 09 [en línea] [Fecha de consulta: 25 de enero de 2022]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/448509151/ASTM-D7263-Espanol>
29. KELLER, T.; Håkansson, I. 2010. Estimation of reference bulk density from soil particle size distribution and soil organic matter content. Geoderma January 2010,154: 398-406. [Fecha de consulta: 06 de noviembre del 2021]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/232365012\\_Estimation\\_of\\_reference\\_bulk\\_density\\_from\\_soil\\_particle\\_size\\_distribution\\_and\\_soil\\_organic\\_matter\\_content](https://www.researchgate.net/publication/232365012_Estimation_of_reference_bulk_density_from_soil_particle_size_distribution_and_soil_organic_matter_content)  
DOI:10.1016/j.geoderma.2009.11.013
30. TABOADA, M.A.; Alvarez, C.R. 2008. Manejo de la fertilidad del suelo en planteos orgánicos [en línea] 2da Ed. Editorial Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires [Fecha de consulta: 07 de noviembre del 2021]. Disponible en:

- [https://www.ciaorganico.net/documypublic/126\\_libro\\_fertilidad\\_de\\_suelo\\_s-pvo\\_isbn.pdf](https://www.ciaorganico.net/documypublic/126_libro_fertilidad_de_suelo_s-pvo_isbn.pdf)
31. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo, MTC E 108 [en línea] 2009 [Fecha de consulta: 07 de noviembre del 2021]. Disponible en: <http://www.lms.uni.edu.pe/Determinacion%20del%20contenido%20de%20Humedad.pdf>
32. Resistencia a la compresión no confiada y la cohesión [en línea] [Fecha de consulta: 02 de febrero del 2022]. Disponible en: <https://docplayer.es/7102077-Compresion-inconfinada.html>
33. T.W. Lambe y R.V. Whitman. Mecánica de suelos. [en línea] México, 1997 [Fecha de consulta: 07 de noviembre del 2021]. Disponible en: [https://www.academia.edu/37808584/Mec%C3%A1nica\\_de\\_suelos\\_Lambe\\_y\\_Whitman](https://www.academia.edu/37808584/Mec%C3%A1nica_de_suelos_Lambe_y_Whitman)  
ISBN 968-18-1894-6.
34. Mecánica de suelos 1, UNITEC, Ensayo de compresión simple [en línea]. [Fecha de consulta: 07 de noviembre del 2021]. Disponible en: <https://mecanicadesuelos1unitec.wordpress.com/ensayo-compresion-simple/>
35. Método de Ensayo para Resistencia a la compresión no confinada de Suelo Cohesivo, Norma ASTM D2166 [en línea]. [Fecha de consulta: 04 de febrero del 2022]. Disponible en: [https://issuu.com/bertoni\\_salazar/docs/informe\\_laboratorio\\_4\\_suelos\\_-\\_astm\\_d2166\\_-\\_2009](https://issuu.com/bertoni_salazar/docs/informe_laboratorio_4_suelos_-_astm_d2166_-_2009)
36. CIRVINI, Silvia Augusta, GÓMEZ Voltan J. A. Ensayo y dispositivo para evaluar la absorción capilar en probetas de adobe y tapia [en línea] Maracaibo, 2014 [Fecha de consulta: 04 de febrero del 2022]. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0254-07702014000100002](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0254-07702014000100002)
37. Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada, MTC E 115 [en línea] 2016 [Fecha de consulta: 18 de marzo del 2022]. Disponible en: [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documntos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documntos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf)

38. Método de prueba estándar para la proporción de rodamientos de California (CBR) de suelos compactados en laboratorio Norma ASTM D-1883. [en línea]. [Fecha de consulta: 18 de marzo del 2022]. Disponible en: <https://qdoc.tips/astm-1883-cbr-pdf-free.html>
39. CBR de suelos (laboratorio), MTC E 132 [en línea] 2016 [Fecha de consulta: 18 de marzo del 2022]. Disponible en: <http://www.lms.uni.edu.pe/Determinacion%20del%20contenido%20de%20Humedad.pdf>
40. SÁNCHEZ Carlessi Hugi, REYES Romero Carlos, MEJIA Sáenz Katia, Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística [en línea]. 1º edición. Perú; Hecho el depósito legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2018-07914, 2018.p. 79 [Fecha de consulta: 29 de noviembre del 2021]. Disponible en: <https://www.urp.edu.pe/pdf/id/13350/n/libro-manual-de-terminos-en-investigacion.pdf>  
ISBN N° 978-612-47351-4-1
41. SÁNCHEZ Carlessi Hugi, REYES Romero Carlos, MEJIA Sáenz Katia, Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística [en línea]. 1º edición. Perú; Hecho el depósito legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2018-07914, 2018.p. 59 [Fecha de consulta: 29 de noviembre del 2021]. Disponible en: <https://www.urp.edu.pe/pdf/id/13350/n/libro-manual-de-terminos-en-investigacion.pdf>  
ISBN N° 978-612-47351-4-1
42. VARA Horna, Arístides Alfredo. Desde La Idea hasta la sustentación: Siete pasos para una tesis exitosa. Un método efectivo para las ciencias empresariales [en línea]. 3º edición. Perú, 2012.p. 211 [Fecha de consulta: 29 de noviembre del 2021]. Disponible en: [www.aristidesvara.net](http://www.aristidesvara.net)
43. BAENA Paz, Guillermina. Metodología de la investigación [en línea]. 3º edición. México, Grupo Editorial Patria, 2017 [Fecha de consulta: 29 de noviembre del 2021]. Disponible en:

[http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales\\_de\\_consulta/Drogas\\_de\\_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf](http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf)

ISBN: 978-607-744-748-1

44. MUÑOZ Rocha, Carlos I. Metodología de la investigación [en línea]. 1º edición, México, Editorial Progreso S.A de C.V, 2016 [Fecha de consulta: 29 de noviembre del 2021]. Disponible en: <https://corladancash.com/wp-content/uploads/2019/08/56-Metodologia-de-la-investigacion-Carlos-I.-Munoz-Rocha.pdf>

ISBN 9786074265422

45. SAMPIERI, E [et al]. [en línea] 2004. [Fecha de consulta: 29 de noviembre del 2021.]. Disponible en [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lad/armida\\_r\\_a/capitulo3.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lad/armida_r_a/capitulo3.pdf)

46. FERNÁNDEZ Collado Carlos, BAPTISTA Lucio Pilar, Metodología de la Investigación [en línea] 6º Edición. México: McGraw-Hill. 182 pp. 2006. (P. 153) [Fecha de consulta: 29 de noviembre del 2021]. Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

47. SÁNCHEZ Carlessi Hugi, REYES Romero Carlos, MEJIA Sáenz Katia, Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística [en línea]. 1º edición. Perú; Hecho el depósito legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2018-07914, 2018.p. 102 [Fecha de consulta: 29 de noviembre del 2021]. Disponible en: <https://www.urp.edu.pe/pdf/id/13350/n/libro-manual-de-terminos-en-investigacion.pdf>

ISBN N° 978-612-47351-4-1

48. GALLARDO Echenique Eliana Esther, Metodología de la investigación [en línea] 1º edición, Huancayo, Perú, Universidad Continental, 2017 [Fecha de consulta: 29 de noviembre del 2021]. Disponible en: [https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/4278/1/DO\\_UC\\_EG\\_MAI\\_UC0584\\_2018.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/4278/1/DO_UC_EG_MAI_UC0584_2018.pdf)

ISBN electrónico n.º 978-612-4196-

49. KERLINGER. issuu.com. Metodología de la investigación. [en línea] 1979. [Fecha de consulta: 29 de noviembre de 2021.]. Disponible en <https://issuu.com/davidtakarai/docs/metodologiade-la-investigacion/255>.

50. DZUL Escamilla Marisela, Aplicación básica de los métodos científicos. [en línea] [Fecha de consulta: 29 de noviembre del 2021] Disponible en [https://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI\\_Presentaciones/licenciatura\\_en\\_mercadotecnia/fundamentos\\_de\\_metodologia\\_investigacion/PRES38.pdf](https://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI_Presentaciones/licenciatura_en_mercadotecnia/fundamentos_de_metodologia_investigacion/PRES38.pdf)
51. HERNANDEZ Sampieri Roberto, FERNANDEZ Collado Carlos, BAPTISTA Lucio Pilar, Metodología de la investigación [en línea] 1º edición, México 1991 [Fecha de consulta: 29 de noviembre del 2021.]. Disponible en <http://www.derechoshumanos.unlp.edu.ar/assets/files/documentos/metodologia-de-la-investigacion.pdf>
52. ADELA, Reyes, VELAZQUES Betty, HERNANDES Nairobis. Metodología de la investigación, las variables. [en línea] Venezuela, 2013. [Fecha de consulta: Noviembre 29, 2021]. Disponible en [http://adelajesus.blogspot.com/#:~:text=Seg%C3%BAn%20Tamayo%20y%20Tamayo%20\(2003,o%20control%20en%20una%20investigaci%C3%B3n.](http://adelajesus.blogspot.com/#:~:text=Seg%C3%BAn%20Tamayo%20y%20Tamayo%20(2003,o%20control%20en%20una%20investigaci%C3%B3n.)
53. SÁNCHEZ Carlessi Hugli, REYES Romero Carlos, MEJIA Sáenz Katia, Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística [en línea]. 1º edición. Perú; Hecho el depósito legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2018-07914, 2018.p. 74 [Fecha de consulta: 29 de noviembre del 2021]. Disponible en: <https://www.urp.edu.pe/pdf/id/13350/n/libro-manual-de-terminos-en-investigacion.pdf>
- ISBN N° 978-612-47351-4-1



## ANEXOS

### ANEXO 1: Matriz de Operacionalidad

Título: "Adición de biorresiduos de camal y avícola para mejorar las propiedades de la subrasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, Cusco 2021".

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Biorresiduo	Se define como fracción orgánica de residuos municipales FORM, residuo orgánico biodegradable, a todos los residuos que puedan descomponerse de forma aerobia o anaerobia, tales como residuos de restaurantes, mercados, mataderos, jardines, etc. (Javier Ansorena Miner, 2016, p.3)	Se medirá y controlara la adición del biorresiduo (sangre de camal o avícola) en diferentes proporciones, con el apoyo de una guía de observación.	Biorresiduo de camal (sangre)	0%	Escala cuantitativa o numérica de razón
				2%	
				4%	
				6%	
			Biorresiduo avícola (sangre)	0%	Escala cuantitativa o numérica de razón
				2%	
4%					
6%					
Propiedades de la subrasante	Corresponde al nivel superior del movimiento de tierras cuando este ha sido terminado de acuerdo al proyecto y sobre el cual se construye la estructura de pavimento compuesta normalmente por subbase, base y carpeta de hormigón o asfalto. (Manual de ensayo de materiales MTC, 2016, p. 1041)	Será evaluado experimentalmente en el laboratorio en función a cada una de las dimensiones y de acuerdo a los procedimientos indicados en las normas internacionales y nacionales (MTC).	Propiedades físicas	Densidad seca	Escala numérica de razón o relación
				Densidad húmeda	Escala numérica de razón o relación
				Contenido de humedad	Escala numérica de intervalo
			Propiedades mecánicas	Cohesión	Escala numérica de razón o relación
				Compresión simple	Escala numérica de razón o relación
				Ascensión capilar	Escala numérica de razón o relación
				Capacidad de soporte	Escala numérica de razón o relación

ANEXO 2: Matriz de Consistencia

Título: “Adición de biorresiduos de camal y avícola para mejorar las propiedades de la subrasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, Cusco 2021”.

Problema	Objetivos	Hipótesis	VARIABLES		Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Metodología	
<b>Problema General:</b>	<b>Objetivo general:</b>	<b>Hipótesis general:</b>	INDEPENDIENTE	Biorresiduos	Biorresiduo de camal (sangre)	0% 2% 4% 6%	Manual de procedimientos-Universidad de Piura. Balanza de medición	Tipo de investigación: aplicada	
¿Cómo influye la adición de biorresiduo en el suelo de la subrasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, Cusco 2021?	Evaluar cómo influye la adición de biorresiduo en el suelo de la subrasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, Cusco 2021.	La adición de biorresiduo mejora las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, Cusco, 2021.			Biorresiduo avícola (sangre)	0% 2% 4% 6%			
<b>Problemas Específicos:</b>	<b>Objetivos específicos:</b>	<b>Hipótesis específicas:</b>	DEPENDIENTE	Propiedades de la subrasante	Propiedades físicas	Densidad seca (gr/cm3)	Vernier, balanza, formato ASTM D7263	Enfoque de investigación: Cuantitativo  Diseño de la investigación: experimental puro  Nivel de investigación: explicativo – causal  Población: suelo de subrasante de la carretera CU-1110, San Sebastián - Cusco	
¿Cómo influye la adición de los biorresiduos en la densidad seca del suelo de la subrasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, Cusco 2021?	Determinar cómo influye la adición de biorresiduos en la densidad seca del suelo de la subrasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, Cusco 2021.	La adición de biorresiduos mejora la densidad seca del suelo de la subrasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, Cusco 2021.							Densidad húmeda (gr/cm3)
¿Cómo influye la adición de los biorresiduos en la densidad húmeda del suelo de la subrasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, Cusco 2021?	Determinar cómo influye la adición de biorresiduos en la densidad húmeda del suelo de la subrasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, Cusco 2021.	La adición de biorresiduos mejora la densidad húmeda del suelo de la subrasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, Cusco 2021.				Contenido de humedad (%)	Vernier, balanza, horno de tiro forzado, formato Mtc-E-108 - 2000		
¿Cómo influye la adición de los biorresiduos en el contenido de humedad del suelo de la subrasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, Cusco 2021?	Determinar cómo influye la adición de biorresiduos en el contenido de humedad del suelo de la subrasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, Cusco 2021.	La adición de biorresiduos influye en el contenido de humedad del suelo de la subrasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, Cusco 2021.				Propiedades mecánicas	Cohesión (kg/cm2)		Máquina de compresión simple ASTM D2166
¿Cómo influye la adición de los biorresiduos en la cohesión del suelo de la subrasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, Cusco 2021?	Determinar cómo influye la adición de biorresiduos en la cohesión del suelo de la subrasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, Cusco 2021.	La adición de biorresiduos mejora la cohesión del suelo de la subrasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, Cusco 2021.							

¿Cómo influye la adición de los biorresiduos en la compresión simple del suelo de la subrasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, Cusco 2021?	Determinar cómo influye la adición biorresiduos en la compresión simple del suelo de la subrasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, Cusco 2021.	La adición de biorresiduos mejora la compresión simple del suelo de la subrasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, Cusco 2021.				Compresión simple (kg/cm2)	Máquina de compresión simple ASTM D2166	Muestra: 60kg de muestra representativa (01 calicata), proveniente de la carretera CU-1110  Muestreo no probabilístico - porque no se regirán a procedimientos estadísticos.
¿Cómo influye la adición de los biorresiduos en la ascensión capilar del suelo de la subrasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, Cusco 2021?	Determinar cómo influye la adición biorresiduos en la ascensión capilar del suelo de la subrasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, Cusco 2021.	La adición de biorresiduos disminuye la ascensión capilar del suelo de la subrasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, Cusco 2021.				Ascensión capilar (cm)	Arreglo de medición de ascensión capilar y vernier Norma IS 3495	
¿Cómo influye la adición de los biorresiduos al 6% en la capacidad de soporte de la subrasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, Cusco 2021?	Determinar cómo influye la adición de los biorresiduos al 6% en la capacidad de soporte de la subrasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, Cusco 2021.	La adición de biorresiduos al 6% aumenta la capacidad de soporte de la subrasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, Cusco 2021.				Capacidad de soporte	Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) AASHTO T 193 MTC E -132 2000 NTP 339.145	

ANEXO 3: Instrumento de recolección de datos.

Nombre del espécimen	Variable independiente (factor del experimento)									
	Matriz (o balanceada) del diseño experimental D-optimizado con D-eficiencia de 65%		Dotificaciones para laboratorio							
	Sangre res (%)	Sangre pollo (%)	Peso sólidos (g)	Líquidos (%)	Peso líquidos (g)	Sangre res (g)	Sangre pollo (g)	Agua (g)	Suero (g)	Peso neto espécimen (g)

Indicadores intermedios de las propiedades físicas										
Peso húmedo luego de compactación (g)	Peso seco luego de secado al horno (g)	Diámetro del espécimen				Altura del espécimen				Volumen del espécimen (cm <sup>3</sup> )
		D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	D prom (mm)	H1 (mm)	H2 (mm)	H3 (mm)	H prom (mm)	

Propiedades físicas como variables dependientes (respuestas del experimento)		
Contenido de humedad (%)	Densidad Nominal Dn (g/cm <sup>3</sup> )	Densidad seca Ds (g/cm <sup>3</sup> )

Propiedades mecánicas como variables dependientes (respuestas del experimento)	
Resistencia a la compresión simple Fv <sup>0</sup> (kg/cm <sup>2</sup> )	Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )



ANEXO 4: Validez

**VALIDACION DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION  
INFORME DE OPINION SOBRE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION CIENTIFICA**

**I) DATOS GENERALES**

APELLIDOS Y NOMBRE DEL EXPERTO: Pérez Loayza, Jorge Eduardo  
 INSTITUCIÓN DONDE LABORA: NACIONAL KOREI JAPAN AMERICAN COLLEGE  
 ESPECIALIDAD: CONCRETO

Instrumentos de evaluación: Prensa hidráulica para rotura de concreto, instrumentos y equipos para análisis granulométrico, ensayos de probetas (límites de consistencia, densidad seca y húmeda, compresión simple, cohesión, ascensión capilar).

Proyecto de Investigación: "Adición de biorresiduos de camal y avícola para mejorar las propiedades de la subrasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, Cusco 2022".

Autores de los Instrumentos: Córdova Mediano Lisbeth, Loayza Gómez Alex Dany

**II) ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

Muy deficiente (1) Deficiente (2) Aceptable (3) Buena (4) Excelente (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumentos permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Biorresiduos de camal y avícola, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: biorresiduo.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permitan hacer inferencias en función a la hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems de los instrumentos permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Biorresiduo					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuesto responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						<b>49</b>

(Nota: tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo a 41; sin embargo, un puntaje menos al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable).

**III) OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

... TODA EN CONSIDERACIÓN LA CALIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE LOS...  
 ... CONSERVADOS A UTILIZAR...

PROMEDIO DE VALORACION: 49

  
 Ing. Jorge Eduardo Pérez Loayza  
 O.P. N° 191655

Cusco, 07 de mayo del 2022.

**VALIDACION DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION  
INFORME DE OPINION SOBRE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION CIENTIFICA**

**I) DATOS GENERALES**

APellidos y nombre del experto: Fuentes Fajanales Miguel Angel  
 INSTITUCION DONDE LABORA: FANIQUEDES  
 ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS

**Instrumentos de evaluación:** Prensa hidráulica para rotura de concreto, instrumentos y equipos para análisis granulométrico, ensayos de probetas (límites de consistencia, densidad seca y húmeda, compresión simple, cohesión, ascensión capilar).

**Proyecto de investigación:** "Adición de biorresiduos de camal y avícola para mejorar las propiedades de la subrasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, Cusco 2022".

**Autores de los instrumentos:** Córdova Mediano Lisbeth, Loayza Gómez Alex Dany

**II) ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

Muy deficiente (1) Deficiente (2) Aceptable (3) Buena (4) Excelente (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumentos permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Biorresiduos de camal y avícola, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: biorresiduo.				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permitan hacer inferencias en función a la hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems de los instrumentos permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Biorresiduo					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuesto responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						<b>48</b>

(Nota: tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo a 41; sin embargo, un puntaje menos al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable).

**III) OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

.....  
 .....

PROMEDIO DE VALORACION: 48

  
 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO  
 Miguel Ángel Cuzúñas Cárdenas  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 148344

Cusco, 13 de marzo del 2022.

**VALIDACION DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION  
INFORME DE OPINION SOBRE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION CIENTIFICA**

**I) DATOS GENERALES**

APELLIDOS Y NOMBRE DEL EXPERTO: Alvarez Escalante Emiliano  
 INSTITUCION DONDE LABORA: Unites s.a.c (Laboratorio de Suelos)  
 ESPECIALIDAD: Geotecnia

**Instrumentos de evaluación:** Prensa hidráulica para rotura de concreto, instrumentos y equipos para análisis granulométrico, ensayos de probetas (límites de consistencia, densidad seca y húmeda, compresión simple, cohesión, ascensión capilar)

**Proyecto de investigación:** "Adición de biorresiduos de camal y avícola para mejorar las propiedades de la subrasante de la carretera CU-1110 - San Sebastián, Cusco 2022"

**Autores de los instrumentos:** Córdova Mediano Lisbeth, Loayza Gómez Alex Dany

**II) ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

Muy deficiente (1) Deficiente (2) Aceptable (3) Buena (4) Excelente (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítem están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumentos permiten recoger la información objetiva sobre la variable. Biorresiduos de camal y avícola, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: biorresiduo.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permitan hacer inferencias en función a la hipótesis, problema y objetivos de la investigación				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.				X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems de los instrumentos permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Biorresiduo				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuesto responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						X

(Nota: tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo a 41; sin embargo, un puntaje menos al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable).

**III) OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

Tomar en cuenta otras tesis para tener mayor claridad en las discusiones.

PROMEDIO DE VALORACION: 44

  
 \_\_\_\_\_  
 Exp. del Comité de  
 F. GEOTECNIA Y SUELOS  
 CIP N. 184001

Cusco, 13 de marzo del 2022.

ANEXO 5: Mapas y Planos





Anexo 6. Panel fotográfico



Fotografía 01. Cuarteo de la muestra



Fotografía 02. Peso de la muestra



Fotografía 03. Lavado de la muestra.



Fotografía 04. Tamizado de la muestra mala N40.



Fotografía 05. Muestras tamizado malla N° 40.



Fotografía 06. Ensayo del limite plástico.



Fotografía 07. Ensayo limite plástico



Fotografía 08. Tamizado de muestra



Fotografía 09. Estado actual de la carretera CU-1110.



Fotografía 10. Apertura de la calicata 02.



Fotografía 11. Calicata 01 aperturada.



Fotografía 12. Levantamiento topográfico de la zona de estudio.



Fotografía 13. Dosificación al añadir sangre avícola al 2%



Fotografía 14. Homogenización de la muestra que contiene sangre.



Fotografía 15. Compactación de muestra.



Fotografía 16. Peso de la muestra húmeda.



Fotografía 17. Peso de la muestra seca.



Fotografía 18. Medición de las dimensiones de las probetas.



Fotografía 19. Probetas sobre 1 mm de agua para obs. capilaridad.



Fotografía 20. Medición de la ascensión capilar con vernier.



Fotografía 21. Probetas sumergidas en agua 24 horas.



Fotografía 22. Pesaje de las muestras saturadas 24 horas.



Fotografía 23. Probetas con adición sangre 2,4,6 %.



Fotografía 24. Secado de las muestras saturadas.



Fotografía 25. Rotura de probeta N6 (res 4%)



Fotografía 26. Rotura de probeta N7 (res 6%)



Fotografía 27. Rotura de probeta N8 (res 6%)



Fotografía 28. Rotura de probeta N8 (res 6%)



Fotografía 29. Fotografía 20.  
Rotura de probeta N10 (pollo 2%).



Fotografía 30. Rotura de probeta N11 (pollo 4%)



Fotografía 31. Rotura de probeta N13 (pollo 6%)



Fotografía 32. Rotura de probeta N13 (pollo 6%)



Fotografía 33. Tamizado del suelo con la malla N° 4



Fotografía 34. Compactación del suelo natural, 5ta capa.



Fotografía 35. Mezcla de suelo y el 9% de agua.



Fotografía 36. Secado al horno para determinar el C.O.H.



Fotografía 37. Colocado del espaciador en molde CBR



Fotografía 38. Agregado de papel filtro en la base del molde



Fotografía 39. Agregado de agua de acuerdo al C.O.H. para el CBR.



Fotografía 40. Molde de 05, aplicando 56 golpes.



Fotografía 41. Sangre de pollo al 6% con distintas humedades



Fotografía 42. Pesado del molde con sangre de pollo al 6%-proct. mod.



Fotografía 43. Sangre de res al 6% mezclado con el C.O.H.



Fotografía 44. Pesado del molde con sangre de res al 6%-proct. mod.



Fotografía 45. Mezcla sangre de pollo al 6% con C.H.O. para CBR.



Fotografía 46. Mezcla sangre de res al 6% con C.H.O. para CBR.



Fotografía 47. Moldes de CBR con sangre de pollo al 6% sumergidas



Fotografía 48. Moldes de CBR con sangre de pollo y res al 6% sumergidas

Anexo 7. Certificados de laboratorio de los ensayos



# ENSAYOS DE LABORATORIO

TESIS :

**“ADICIÓN DE BIORRESIDUOS DE CAMAL Y AVÍCOLA PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA CU-1110 - SAN SEBASTIÁN, CUSCO 2022”.**

UBICACIÓN :                      REGIÓN                      : CUSCO  
    PROVINCIA                      : CUSCO

SOLICITA : LISBETH CÓRDOVA MEDIANO, ALEX DANY LOAYZA GÓMEZ.

MARZO DE 2022.

  
Ing. Emiliano Alvarez Escalante  
ING. CIVIL ESPECIALIZADO  
EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES  
CIP. N° 184003



# UNITEST- UNIVERSAL TESTING

LABORATORIO GEOTÉCNICO AUTOMATIZADO

LABORATORIO AUTOMATIZADO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422 - MTC E 107)

### I. Datos Generales

**TESIS** : ADICION DE BIORRESIDUOS DE CAMAL Y AVICOLA PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA CU-1110 - SAN SEBASTIAN - CUSCO 2022.

**ELABORADO POR** : LISBETH CORDOVA MEDIANO Y ALEX LOAYZA GOMEZ. **TAMANO MÁXIMO** : 1/2"

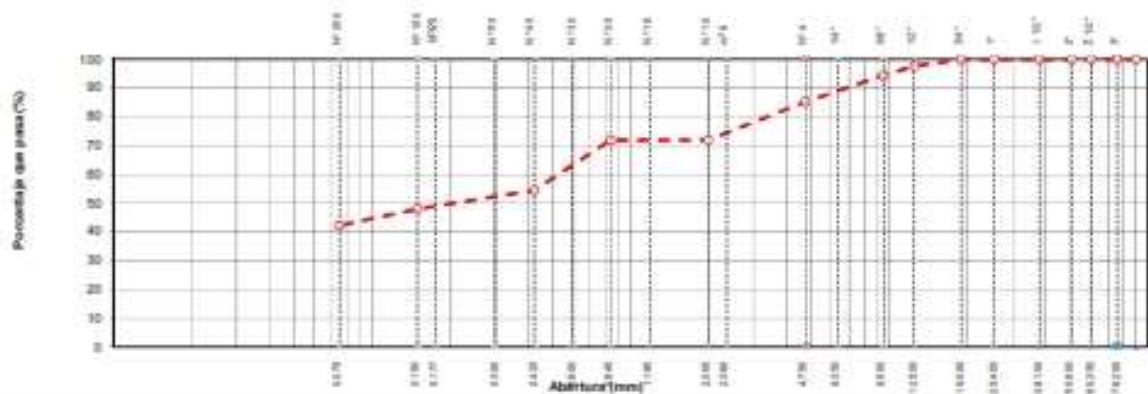
**UBICACIÓN** : SAN SEBASTIAN **Peso Inicial seco** : 2523.7

**CALICATA** : M-01

**FECHA** : CUSCO, 19 DE FEBRERO DEL 2022

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3 1/2"	90.000						Contenido de Humedad (%): 7.5
2"	75.200						Límite Líquido (LL): 24.25
3 1/2"	60.350						Límite Plástico (LP): 18.90
2"	50.800						Índice Plástico (IP): 5.40
1 1/2"	38.100						Clasificación (SUCS): BC - SM
1"	25.400				100.0		Clasificación (AASHTO): A-4 (2)
3/4"	19.000				100.0		Índice de Consistencia: 3.13
1/2"	12.500	88.2	2.3	2.3	97.7		
3/8"	9.500	82.7	3.3	5.6	94.4		
1/4"	6.350						
Nº 4	4.750	239.9	9.1	14.7	89.3		Descripción (AASHTO): REG-MALO
Nº 8	2.360						Descripción (SUCS): Arena fino arenosa
Nº 10	2.000	335.9	13.3	28.0	72.0		
Nº 15	1.190						Humedad Natural: 7.5
Nº 20	0.840						Materia Orgánica: -
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.425	441.8	17.5	45.5	54.5		
Nº 50	0.300						<b>OBSERVACIONES:</b>
Nº 60	0.250						Grava 2" - Nº 4: 14.7
Nº 100	0.150	184.1	7.3	52.8	47.2		Arena Nº4 - Nº 200: 43.0
Nº 200	0.075	142.7	5.7	57.7	42.3		Fines < Nº 200: 42.3
+ Nº 200	FONDOS		42.3	100.0	0.0%		%>2"

### CURVA GRANULOMÉTRICA



*[Firma manuscrita]*  
 Ing. Carlitos Alvarado Escobar  
 CIP 10800  
 INGENIERO EN GEOTECNIA Y VIAL  
 CIP Nº 16400





# UNITEST- UNIVERSAL TESTING

LABORATORIO GEOTÉCNICO AUTOMATIZADO

LABORATORIO AUTOMATIZADO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422 - MTC E 107)

### I. Datos Generales

**TESIS** : ADICIÓN DE BIORRESIDUOS DE CAMAL Y AVICOLA PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA CU-1110 - SAN SEBASTIAN - CUSCO 2022.

**ELABORADO POR** : LISBETH CORDOVA MEDIANO Y ALEX LOAYZA GÓMEZ. **TAMANO MÁXIMO** : 1/2"

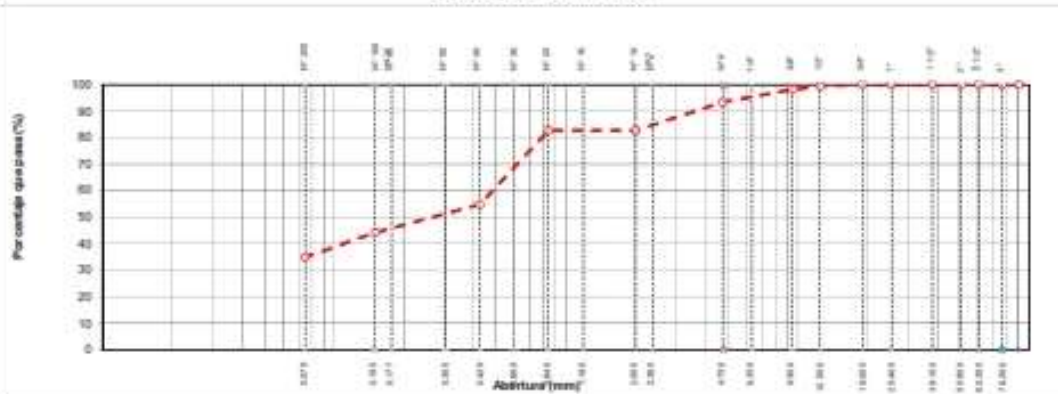
**UBICACIÓN** : SAN SEBASTIAN **Peso inicial seco** : 2057.0

**CALICATA** : M-02

**FECHA** : CUSCO, 19 DE FEBRERO DEL 2022

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
0.15"	90.000						
3"	76.200						Contenido de Humedad (%) : 8.7
2.12"	60.350						
2"	50.800						Limite Líquido (LL) : 20.00
1.18"	30.100						Limite Plástico (LP) : 17.50
1"	25.400				100.0		Índice Plástico (IP) : 3.40
3/4"	19.000				100.0		Clasificación (SUCS) : SM
1/2"	12.500	10.9	0.5	0.5	99.5		Clasificación (AASHTO) : A-2-4 (0)
3/8"	9.500	28.5	1.3	1.8	98.2		Índice de Consistencia : 3.57
1/4"	6.350						
Nº 4	4.750	100.1	4.8	6.6	93.4		Descripción (AASHTO) : BUENO
Nº 8	2.360						Descripción (SUCS) : Arena limpa
Nº 10	2.000	224.3	10.7	17.3	82.7		
Nº 18	1.180						Humedad Natural : 8.7
Nº 20	0.840						Materia Orgánica : -
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.425	383.0	18.6	45.2	54.8		<b>OBSERVACIONES :</b>
Nº 60	0.300						Grava 3" - Nº 4 : 6.0
Nº 80	0.177			45.2	54.8		Arena Nº 4 - Nº 200 : 55.0
Nº 100	0.150	221.3	10.7	55.1	34.9		Finca < Nº 200 : 34.9
Nº 200	0.075	194.8	9.5	64.6	34.9		%<3" : 8.0%
< Nº 200	FONDO		34.9	100.0			

### CURVA GRANULOMÉTRICA



*[Handwritten signature]*  
 Ing. Esteban Alvarez Escobar  
 ING. CIVIL - ESPECIALIDAD  
 GEOTÉCNICA - CUSCO 2010  
 CAP. Nº 28342



# UNITEST-UNIVERSAL TESTING

LABORATORIO GEOTÉCNICO AUTOMATIZADO

LABORATORIO AUTOMATIZADO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(ASTM D422 - MTC E 107)

### I. Datos Generales

**TESIS** : ADICIÓN DE BIORRESIDUOS DE CAMAL Y AVICOLA PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA CU-1110 - SAN SEBASTIAN - CUSCO 2022.

**ELABORADO POR** : LISBETH CORDOVA MEDIANO Y ALEX LOAYZA GOMEZ. **TAMANO MÁXIMO** : 1/2"

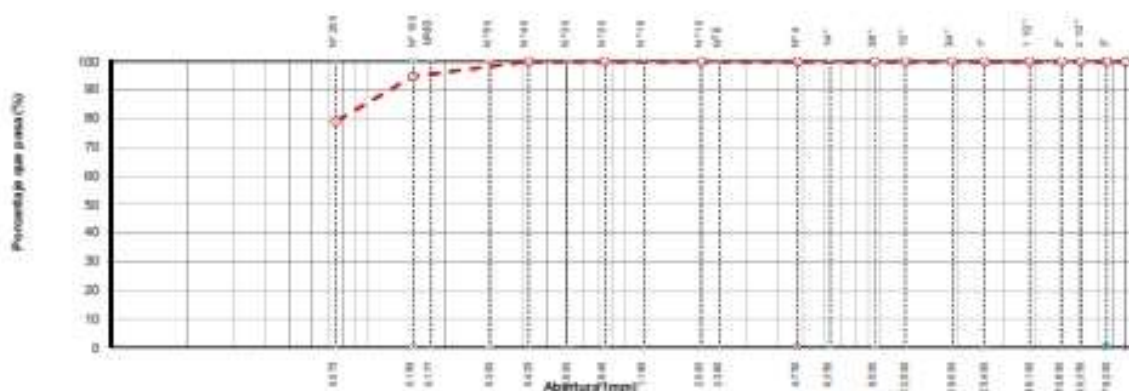
**UBICACIÓN** : SAN SEBASTIAN. **Peso inicial seco** : 1950.4

**CALICATA** : M-03

**FECHA** : CUSCO, 19 DE FEBRERO DEL 2022.

TAMIZ	AASHTO T-20 (mm)	REDO	PERCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PERCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3 1/2"	90.000						Contenido de Humedad (%) : 12.5
3"	75.000						Línea Líquida (LL) : 27.37
2 1/2"	60.000						Línea Plástica (LP) : 23.08
2"	50.000						Índice Plástico (IP) : 4.29
1 1/2"	38.100						Clasificación (SUCS) : ML
1"	25.400				100.0		Clasificación (AASHTO) : A-4 (S)
3/4"	19.000				100.0		Índice de Consistencia : 5.57
1/2"	12.500				100.0		Descripción (AASHTO) : REG-AALO
3/8"	9.500				100.0		Descripción (SUCS) : Limo de baja plasticidad con arena
1/4"	6.350						Humedad Natural : 12.5
Nº 4	4.750				100.0		Materia Orgánica : -
Nº 8	2.380						
Nº 10	2.000				100.0		
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840						
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.425				100.0		
Nº 50	0.300						
Nº 60	0.250				100.0		
Nº 100	0.150	221.3	11.2	11.2	84.8		<b>OBSERVACIONES :</b>
Nº 200	0.075	194.9	9.8	21.0	79.0		Grava 3" - Nº 4 : 0.0
+ Nº 200	FONDO		70.0	100.0	100.0		Arena Nº4 - Nº 200 : 21.0
							Finos + Nº 200 : 79.0
							1/4" : 0.0%

### CURVA GRANULOMÉTRICA



*[Firma]*  
 Ing. Esteban Alvarado Escobedo  
 MSc. en Geotecnia  
 INGENIERO EN GEOTECNIA Y VÍAS VERDEADAS  
 CIP Nº 194802

Cusco: Urb. Ttlo X-13- Calle Perú, Wanchaq - Cusco, Tlf.: (084) 242700, Cel. Claro: 984351760, RPM # 939046496, RPC: 987252150  
 Quillabamba: General Gamarra Nº 430, Quillabamba - Cusco. Abancay: Aso. Pro-Vivienda de los Trabajadores del MTC Mza. "A", Lot. 8.  
[www.unitestperu.com](http://www.unitestperu.com), [unitestperu@hotmail.com](mailto:unitestperu@hotmail.com), [unitestperu2@gmail.com](mailto:unitestperu2@gmail.com)



# UNITEST- UNIVERSAL TESTING

LABORATORIO GEOTÉCNICO AUTOMATIZADO

LABORATORIO AUTOMATIZADO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES



ENSAYOS DE PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y DE IMPERMEABILIDAD.  
(ASTM D7263-09, ASTM D2166-06)

### I. Datos Generales

**TESIS** : ADICION DE BIORRESIDUOS DE CAMAL Y AVICOLA PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA CU-1110 - SAN SEBASTIAN - CUSCO 2022

**ELABORADO POR** : LISBERTH CORDOVA MEDIANO Y ALEX LOAYZA GOMEZ.

**UBICACION** : SAN SEBASTIAN

**CALICATA** : M-03

**FECHA** : CUSCO, 05 DE MARZO DEL 2022

La dosificación de las probetas tanto de sangre y pollo seran de acuerdo al contenido de humedad natural de la muestra, según la ASTM D7263-09.

Nombre del espécimen	Variable independiente (factor del experimento)									
	Matriz no balanceada del diseño experimental D-optimizado con G-		Dosificaciones para laboratorio							
	Sangre res (%)	Sangre pollo (%)	Peso sólidos (g)	Líquidos (%)	Peso líquidos (g)	Sangre res (g)	Sangre pollo (g)	Agua (g)	Suelo (g)	Peso meta espécimen (g)
N1	0.0	0.0	192.5	12.5	27.5	0.0	0.0	27.5	192.5	220.0
N2	0.0	0.0	192.5	12.5	27.5	0.0	0.0	27.5	192.5	220.0
N3	2.0	0.0	192.5	12.5	27.5	3.9	0.0	23.7	192.5	220.0
N4	2.0	0.0	192.5	12.5	27.5	3.9	0.0	23.7	192.5	220.0
N5	4.0	0.0	192.5	12.5	27.5	7.7	0.0	19.8	192.5	220.0
N6	4.0	0.0	192.5	12.5	27.5	7.7	0.0	19.8	192.5	220.0
N7	6.0	0.0	192.5	12.5	27.5	11.6	0.0	16.0	192.5	220.0
N8	6.0	0.0	192.5	12.5	27.5	11.6	0.0	16.0	192.5	220.0
N9	0.0	2.0	192.5	12.5	27.5	0.0	3.9	23.7	192.5	220.0
N10	0.0	2.0	192.5	12.5	27.5	0.0	3.9	23.7	192.5	220.0
N11	0.0	4.0	192.5	12.5	27.5	0.0	7.7	19.8	192.5	220.0
N12	0.0	4.0	192.5	12.5	27.5	0.0	7.7	19.8	192.5	220.0
N13	0.0	6.0	192.5	12.5	27.5	0.0	11.6	16.0	192.5	220.0
N14	0.0	6.0	192.5	12.5	27.5	0.0	11.6	16.0	192.5	220.0

Leyenda:  Variable independiente (factor X)

Variable independiente (respuesta Y)

Tomando en consideración sobre la lectura de las medidas de las probetas, conforme indica la ASTM D2166-06.

Indicadores intermedios de las propiedades físicas										
Peso húmedo luego de compactación	Peso seco luego de secado al	Diámetro del espécimen				Altura del espécimen				Volumen del espécimen (cm <sup>3</sup> )
		D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	D prom (mm)	H1 (mm)	H2 (mm)	H3 (mm)	H prom (mm)	
217.0	190.1	40.4	40.1	40.6	40.4	74.5	74.5	74.6	74.5	95.7
219.0	192.5	40.7	40.7	41.0	40.6	74.5	74.2	74.1	74.3	97.1
219.9	193.6	37.1	37.3	37.2	37.2	76.0	76.6	76.6	76.5	85.2
219.1	192.6	41.1	41.2	41.4	41.2	76.3	76.2	77.4	76.0	104.1
219.2	193.7	41.2	41.3	41.2	41.2	79.1	79.2	79.3	79.2	105.6
219.1	193.6	41.4	41.4	41.6	41.4	80.0	79.9	79.9	79.9	107.6
218.1	193.6	41.4	41.3	41.3	41.3	76.6	76.1	76.9	76.0	106.0
219.1	194.3	41.3	41.3	41.4	41.3	79.1	79.2	79.3	79.2	106.2
218.9	192.2	41.1	41.3	41.4	41.3	76.1	77.6	77.6	77.3	104.3
218.2	191.2	41.4	41.2	41.6	41.4	77.6	78.0	76.9	77.5	104.2
219.5	193.2	41.1	41.2	41.2	41.2	76.0	77.2	77.5	77.5	103.1
217.7	191.6	41.2	41.5	41.3	41.3	77.6	77.7	79.3	77.6	104.3
218.9	193.1	41.3	41.2	41.3	41.3	75.5	75.5	75.3	75.4	100.9
219.5	193.3	41.2	41.2	40.4	40.9	79.5	79.0	76.6	79.0	103.8

Alex Loayza Gomez  
Ingeniero Civil en Geotecnia  
M.Sc. en Geotecnia  
Geotecnia



# UNITEST- UNIVERSAL TESTING

LABORATORIO GEOTÉCNICO AUTOMATIZADO  
LABORATORIO AUTOMATIZADO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES



CONTENIDO DE HUMEDAD, DENSIDAD, RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, ASCENSIÓN CAPILAR  
(ASTM D7263-09, ASTM D2166-06, ASTM D3216)

### I. Datos Generales

<b>TESIS</b>	:	ADICIÓN DE BIOPRESIDUOS DE CAMAL Y AVICOLA PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA CU-1110 - SAN SEBASTIAN - CUSCO 2022
<b>ELABORADO F</b>	:	LISBERTH CORDOVA MEDIANO Y ALEX LOAYZA GOMEZ
<b>UBICACION</b>	:	SAN SEBASTIAN
<b>CALICATA</b>	:	M-03
<b>FECHA</b>	:	CUSCO, 05 DE MARZO DEL 2022

### ASTM D7263-09, ASTM D3216

Propiedades físicas como variables dependientes (respuestas del experimento)

Contenido de Humedad (%)	Densidad húmeda Dh (g/cm <sup>3</sup> )	Densidad seca Ds (g/cm <sup>3</sup> )
14.10	2.27	1.89
13.77	2.26	1.88
13.58	2.58	2.27
13.64	2.10	1.85
13.16	2.08	1.83
13.17	2.00	1.80
12.65	2.06	1.83
12.76	2.00	1.83
13.89	2.10	1.84
14.12	2.09	1.84
13.81	2.13	1.87
13.62	2.08	1.84
13.36	2.17	1.91
13.55	2.11	1.86

### ASTM D2166-06

Indicadores intermedios de las propiedades mecánicas		Propiedades mecánicas como variables dependientes (respuestas del experimento)	
Carga de falla del espécimen (Kg)	Sección transversal del espécimen (cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la compresión simple Pv <sup>m</sup> (kg/cm <sup>2</sup> )	Coeficiente (kg/cm <sup>2</sup> )
80.00	12.84	6.23	3.12
80.00	13.08	6.08	3.44
140.00	10.86	12.90	6.45
140.00	13.36	10.46	5.24
210.00	13.34	15.75	7.87
180.00	13.48	13.35	6.68
280.00	13.42	21.61	10.80
200.00	13.41	22.36	11.18
130.00	13.39	9.71	4.86
150.00	13.45	11.16	5.58
220.00	13.30	16.54	8.27
180.00	13.41	14.17	7.09
270.00	13.38	20.18	10.09
230.00	13.35	17.49	8.75

Indicadores intermedios de las propiedades de impermeabilidad			Propiedades de impermeabilidad como variables dependientes (respuestas del experimento)	
As_Max (mm)	As_Min (mm)	Peso luego de inmersión por 24h (g)	Ascensión capilar (mm)	Absorción (%)
36.08	13.87	destruido	13.98	
28.40	24.43	destruido	26.42	
18.32	14.12	221.80	18.22	14.57
18.89	15.37	220.30	17.13	14.28
2.84	1.48	221.20	2.18	14.20
4.09	1.50	223.80	2.80	15.60
2.42	0.35	217.30	1.39	12.24
1.90	0.30	220.50	1.10	13.48
36.92	14.33	218.80	15.63	13.84
17.86	14.06	218.30	15.96	14.17
15.12	14.26	218.70	14.70	13.20
14.70	10.82	217.60	12.76	13.57
11.40	4.53	212.70	7.87	10.15
10.83	7.78	218.40	9.21	12.98

Alex Loayza Gomez  
Ingeniero Civil en Geotecnia  
M.Sc. en Geotecnia  
M.Sc. en Mecánica de Fluidos  
del INACAP

**M-03 - 1.00 (MUESTRAS SIN ADICIONES)**


COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO) MTC E 115 - NTP 339.141 - ASTM D 1557						
<b>PROYECTO</b>	ADICIÓN DE BIORRESIDUOS DE CAMAL Y AVÍCOLA PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA CU-1110 - SAN SEBASTIÁN, CUSCO 2022.					
<b>UBICACION</b>	CUSCO- CUSCO- SAN SEBASTIAN.					
<b>SOLICITA</b>	LISEBETH CORDOVA MEDIANO, ALEX DANY LOAYZA GOMEZ.					
<b>FECHA</b>	CUSCO, MARZO DE 2022.					
<b>Datos del Ensayo</b>						
Metodo: <b>A</b>						
Número de Capas: 5						
Número de Golpes: 25						
Peso del Martillo(Martillo): 4.54 Kg						
Altura de Caída del Martillo: 45.72 cm						
<b>Datos de la Muestra Muestra 1.00</b>						
<b>CLASIFICACION</b>						
		% Ret. N°4 =		%		
SUCS:		ML		% Ret. 30" =		
AASHO:		A-4 (0)		% Ret. 30" =		
Determinación	No.	1	2	3	4	5
Peso del Molde y Muestra	gr.	5438	5686	5915	5947	5664
Peso del Molde	gr.	4000	4000	4000	4000	4000
Peso de la Muestra Compacta	gr.	1438	1686	1915	1947	1664
Densidad Humedad	gr/cc.	1.52	1.79	2.02	1.95	1.76
Densidad Seca	gr/cc.	1.45	1.67	1.83	1.73	1.53
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Tarro	No.	1	2	3	4	5
Peso del Tarro	gr.	0	0	0	0	0
Peso del T. + Suelo Humedo	gr.	374.24	384.69	412.45	431.06	447.28
Peso del T. + Suelo Seco	gr.	358.30	360.40	373.46	381.67	390.26
Peso del Agua	gr.	15.94	24.29	38.99	49.39	57.02
Peso del Suelo Seco	gr.	358.30	360.40	373.46	381.67	390.26
Contenido de Humedad	%	4.45	6.74	10.44	12.94	14.61
Contenido de Humedad Promedio	%	4.45	6.74	10.44	12.94	14.61
<b>DENSIDAD MAXIMA =</b>		<b>1.832</b> Tn/m <sup>3</sup>		<b>HUMEDAD OPTIMA =</b>		<b>10.44 %</b>
<b>CURVA DE COMPACTACIÓN</b>						
<small>*Standard Practice for Correction of Unit Weight and Water Content for Soils Containing Oversize Particles*                  (Corrección de humedad y densidad por material de sobre dimensión)                  ASTM D4718 / D4718M - 15</small>						
Gravedad específica seca de sobre dimensión:	2.50					
% Fracción de Sobre dimensión (Pc)	0.00 %					
% Fracción fina (Pf)	100 %					
Contenido de Humedad de la Grava	0.00 %					
Densidad Máxima Seca corregida	1.83 g/cm <sup>3</sup>					
Contenido Humedad Optimo corregido	10.44 %					
<b>OBSERVACIONES:</b>	Muestra sin adiciones.					

**Ing. Emiliano Alvarez Escobar**  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA  
 EN GEOTECNIA Y OBRAS TERRESTRES  
 O.P. N° 134003

	<b>LABORATORIO GEOTÉCNICO AUTOMATIZADO - UNIVERSAL TESTING SAC</b> <b>Ensayo de CBR (Relación de Soporte de California)</b> <b>ASTM-D 1883 (2016), NTP 339.145-1999, MTC B 132 (2016)</b>		
	<b>PROYECTO:</b> "ADICIÓN DE BIORRESIDUOS DE CAMAL Y AVÍCOLA PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA CU-1110 - SAN SEBASTIÁN, CUSCO 2022"		
<b>UBICACIÓN:</b>	CUSCO- CUSCO- SAN SEBASTIAN	<b>FECHA:</b>	CUSCO, MARZO DE 2022
<b>SOLICITANTE:</b>	LABORATORIO GEOTÉCNICO AUTOMATIZADO, ALBA DAUPEL SUAREZ-OSY	<b>MUESTRA:</b>	Muestra 1.00

<b>CALICATA:</b> M-03	<b>Clasificación de Suelos</b>		<b>Límites de Atterberg</b>
<b>Máxima Densidad Seca:</b>	1.83 g/cm <sup>3</sup>	<b>SUCS:</b> ML	<b>Límite Líquido:</b>
<b>Humedad Óptima:</b>	10.44 %	<b>AASHTO:</b> A-4 (9)	<b>Límite Plástico:</b>
			<b>Índice de Plasticidad:</b>
<b>Método de Compactación:</b>	NTP 339.141 (Proctor Modificado)		<b>Preparación Especial:</b> Ninguna
<b>Retenido Tamis Nº 3/4 (19 mm):</b>	0.00%		<b>Condición de la Muestra:</b> Remojada

DATOS DE COMPACTACION	Molde 1		Molde 2		Molde 3	
	56 GOLPES	25 GOLPES	10 GOLPES	56 GOLPES	25 GOLPES	10 GOLPES
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	10,725.00	12,185.00	10,878.00	10,725.00	12,185.00	10,878.00
Peso del Molde (gr)	6,410.00	8,371.00	7,502.00	6,410.00	8,371.00	7,502.00
Volumen(cm <sup>3</sup> )	2,140.40	2,348.05	2,127.57	2,140.40	2,348.05	2,127.57
Peso de la Muestra Compacta (gr)	4,315.00	3,814.00	3,376.00	4,315.00	3,814.00	3,376.00
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.02	1.78	1.59	2.02	1.78	1.59
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.83	1.61	1.44	1.83	1.61	1.44



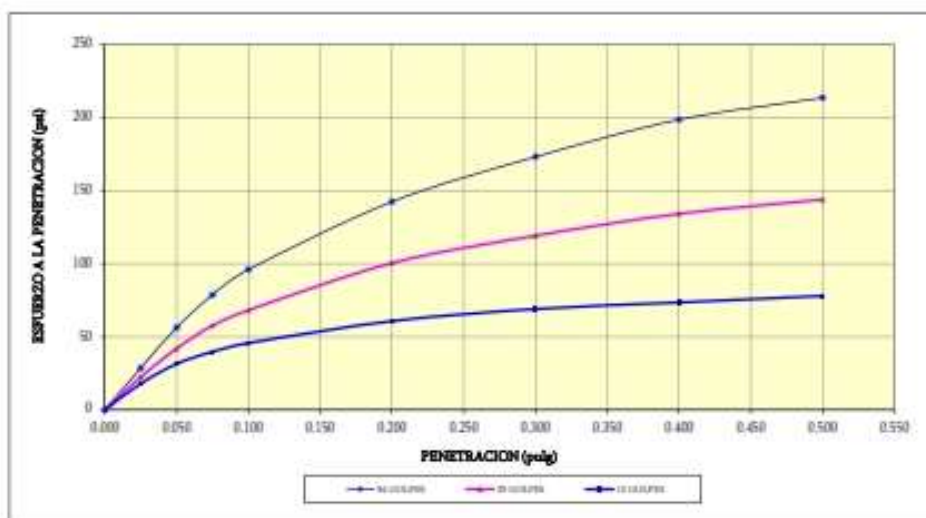
ENSAYO DE EXPANSION		Molde 1		Molde 2		Molde 3					
Civ. Dial Expansión	0.001	56 GOLPES	25 GOLPES	10 GOLPES	56 GOLPES	25 GOLPES	10 GOLPES				
Pesos de sobrecarga (kg)		4.54	4.54	4.54	4.54	4.54	4.54				
Fecha	Hora	Tiempo Trans.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.
15/03/22	09:15:00	00 horas	0.00	0.000	0.00%	0.00	0.000	0.00%	0.00	0.000	0.00%
16/03/22	09:15:00	24 horas	1.26	0.001	0.03%	2.36	0.002	0.05%	3.77	0.004	0.08%
17/03/22	09:15:00	48 horas	2.33	0.002	0.05%	3.15	0.003	0.07%	4.13	0.004	0.09%
18/03/22	09:15:00	72 horas	3.22	0.003	0.07%	4.62	0.005	0.10%	5.90	0.006	0.13%
19/03/22	09:15:00	96 horas	4.90	0.005	0.11%	5.16	0.005	0.11%	6.31	0.006	0.14%

ENSAYO DE PENETRACION		Molde 1		Molde 2		Molde 3					
Velocidad	1.27 mm/min	56 GOLPES	25 GOLPES	10 GOLPES	56 GOLPES	25 GOLPES	10 GOLPES				
Área Pistón	3.0 Pulg. Cuadrado	4.54	4.54	4.54	4.54	4.54	4.54				
Tiempo	Penetración		Carga		Esfuerzo		Carga		Esfuerzo		ESFUERZO
	(mm)	(pulg.)	KN	Lbf	PSI	KN	Lbf	PSI	KN	Lbf	
0.5 min	0.64	0.025	0.38	85	28	0.30	67	22	0.24	54	18
1.0 min	1.27	0.050	0.75	169	56	0.56	126	42	0.42	94	31
1.5 min	1.91	0.075	1.05	236	79	0.77	173	58	0.53	119	40
2.0 min	2.54	0.100	1.28	288	96	0.91	205	68	0.63	137	46
4.0 min	5.08	0.200	1.90	427	142	1.34	301	100	0.81	182	61
6.0 min	7.62	0.300	2.31	519	173	1.58	357	119	0.92	207	69
8.0 min	10.16	0.400	2.65	596	199	1.79	402	134	0.98	220	73
10.0 min	12.70	0.500	2.85	641	214	1.92	432	144	1.04	231	78

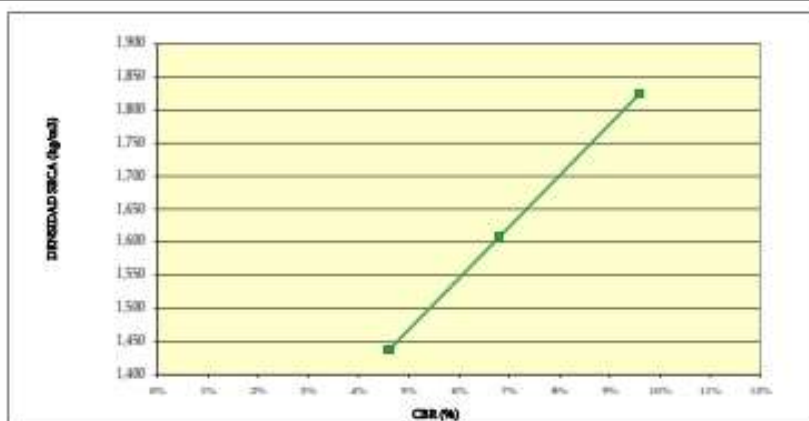
  
**Ing. Emiliano Alvarez Escalante**  
 INGENIERO CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y OBRAS DE PAVIMENTOS  
 CIP Nº 184003

	<b>LABORATORIO GEOTÉCNICO AUTOMATIZADO - UNIVERSAL TESTING SAC</b> <i>Ensayo de CBR (Relación de Soporte de California)</i> <b>ASTM-D 1883 (2016), NTP 339.145-1999, MTC E 132 (2016)</b>		
	<b>PROYECTO:</b> "ADICIÓN DE BIORRESIDUOS DE CAMAL Y AVÍCOLA PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA CU-1110 - SAN SEBASTIÁN, CUSCO 2022."	<b>UBICACIÓN:</b> CUSCO- CUSCO- SAN SEBASTIAN.	<b>FECHA:</b> CUSCO, MARZO DE 2022.
<b>SOLICITANTE:</b> LISBETH CORDOVA MEDIANO, ALEX DANY LOAYZA	<b>MUESTRA:</b> Muestra 1.00	<b>CALCATA:</b> M-03	

**GRAFICO ESFUERZO (PSI) VS PENETRACION(25)**



**GRAFICO DENSIDAD SECA VS CBR**



**RESULTADOS:**

MAXIMA DENSIDAD SECA(kg/m3)	<b>1.83</b>
HUMEDAD OPTIMA (%)	<b>10.44%</b>

CBR AL 95% DE MDS -	<b>8.4%</b>
CBR AL 100% DE MDS -	<b>9.6%</b>

	% EXPANSION	% ABSOR.
56 GOLPES	0.11%	8.32%
25 GOLPES	0.11%	9.10%
12 GOLPES	0.14%	13.14%

VERIFICACION DE RESULTADOS RELACION	
CBR 0.1 / CBR (0.2) -	1.01
<b>OBSERVACION</b>	<b>CONFORME</b>

**OBSERVACIONES:** Muestra sin adiciones.

  
 Alex Dany Loayza  
 INGENIERO CIVIL ESPECIALISTA  
 MTC

**M-03 - 2.00 (MUESTRA CON 6% DE SANGRE DE RES)**

**COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO)**  
**MTC E 115 - NTP 339.141 - ASTM D 1557**

**PROYECTO** : ADICIÓN DE BIORRESIDUOS DE CAMEL Y AVÍCOLA PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA CU-1110 - SAN SEBASTIÁN, CUSCO 2022.  
**UBICACIÓN** : CUSCO- CUSCO- SAN SEBASTIAN.  
**SOLICITA** : LISBETH CORDOVA MEDIANO, ALEX DANY LOAYZA GOMEZ.  
**FECHA** : CUSCO, MARZO DE 2022.

Datos del Ensayo		Datos de la Muestra	
Metodo= <b>A</b>		Muestra 2.00	
Número de Capas= 5		CLASIFICACION	
Número de Golpes= 25		% Ret. N°4 = %	
Peso del Martillo(Manual)= 4.54 Kg		% Ret. 30" = %	
Altura de Caída del Martillo= 45.72 cm		% Ret. 3/4" = %	

Determinación	No	1	2	3	4	5
Peso del Molde y Muestra	gr	9455	9731	9944	9520	9537
Peso del Molde	gr	4000	4000	4000	4000	4000
Peso de la Muestra Compacta	gr	5455	5731	5944	5520	5537
Densidad Humedad	gr/cc	1.54	1.63	1.66	1.52	1.52
Densidad Seca	gr/cc	1.47	1.71	1.66	1.70	1.52

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Tarro	No	1	2	3	4	5
Peso del Tarro	gr	0	0	0	0	0
Peso del T. + Suelo Humedo	gr	372.77	386.59	413.40	424.84	451.80
Peso del T. + Suelo Seco	gr	356.66	364.65	375.62	385.42	396.21
Peso del Agua	gr	15.91	24.94	37.78	49.42	55.59
Peso del Suelo Seco	gr	356.66	364.65	375.62	385.42	396.21
Contenido de Humedad	%	4.46	6.84	10.06	12.82	14.03
Contenido de Humedad Promedio	%	4.46	6.84	10.06	12.82	14.03

<b>DENSIDAD MAXIMA =</b>	<b>1.666</b>	Tron <sup>3</sup>	<b>HUMEDAD OPTIMA =</b>	<b>10.06 %</b>
--------------------------	--------------	-------------------	-------------------------	----------------

**CURVA DE COMPACTACIÓN**

Standard Practice for Correction of Unit Weight and Water Content for Soils Containing Oversize Particles  
(Corrección de humedad y densidad por material de sobre dimensión)  
**ASTM D4718 / D4718M - 15**

Gravedad específica seca de sobre dimensión	2.50
% Fracción de Sobre dimensión (Pc)	0.00 %
% Fracción fina (Pf)	100 %
Contenido de Humedad de la Grava	0.00 %
Densidad Máxima Seca corregida	1.87 g/cm <sup>3</sup>
Contenido Humedad Optimo corregido	10.06 %

**OBSERVACIONES:** Muestra con adición de 6% de sangre de Res.

Ing. Emilliano Alvarez Escalante  
**ING. CIVIL ESPECIALISTA**  
**EN GEOTECNIA Y VIAL TERRESTRES**  
0104-2020003




PROYECTO: "ADICIÓN DE BIORRESIDUOS DE CAMAL Y AVÍCULA PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA CU-1110 - SAN SEBASTIÁN, CUSCO 2022."

	<b>LABORATORIO GEOTÉCNICO AUTOMATIZADO - UNIVERSAL TESTING SAC</b> <b>Ensayo de CBR (Selección de Sopores de California)</b> <b>ASTM-D 1883 (2016), NTP 339.145-1999, MTC E 132 (2016)</b>		
	<b>PROYECTO:</b> "ADICIÓN DE BIORRESIDUOS DE CAMAL Y AVÍCULA PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA CU-1110 - SAN SEBASTIÁN, CUSCO 2022." <b>UBICACIÓN:</b> CUSCO - CUSCO - SAN SEBASTIÁN <b>FECHA:</b> CUSCO, MARZO DE 2022 <b>SOLICITANTE:</b> ARMANDO CORONADO MORALES, ALDO QUISPE SUYARI-GONZALEZ <b>MUESTRA:</b> Muestra 2.05		

<b>CALCATA:</b> M-03	<b>Clasificación de Suelos</b>		<b>Límites de Atterberg</b>	
<b>Máxima Densidad Seca:</b> 1.87 g/cm <sup>3</sup>	<b>SUCS:</b> ML	<b>Límite Líquido:</b>		
<b>Humedad Óptima:</b> 10.06 %	<b>AASHTO:</b> A-4 (9)	<b>Límite Plástico:</b>		
	<b>Otros Datos</b>		<b>Índice de Plasticidad:</b>	
<b>Método de Compactación:</b> NTP 339.141 (Proctor Modificado)			<b>Preparación Especial:</b> Ninguna	
<b>Retenido Tamiz Nº 3/4 (19 mm):</b> 0.00%			<b>Condición de la Muestra:</b> Remojada	

DATOS DE COMPACTACION	Molde 3		Molde 4		Molde 5	
	56 GOLPES		25 GOLPES		10 GOLPES	
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	11,887.00	12,146.00	11,852.00			
Peso del Molde (gr)	7,502.00	8,302.00	8,336.00			
Volumen (cm <sup>3</sup> )	2,127.57	2,139.62	2,148.90			
Peso de la Muestra Compacta (gr)	4,385.00	3,844.00	3,516.00			
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.06	1.80	1.64			
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.87</b>	<b>1.63</b>	<b>1.49</b>			



DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD			Molde 3		Molde 4		Molde 5	
Humedad después de compactación			10.06%	10.06%	10.06%			

DATOS DE ABSORCIÓN			Molde 3		Molde 4		Molde 5	
Peso M-M C. después de Inmersión (gr)			16,965.00	17,428.00	17,358.00			
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)			16,427.00	16,686.00	16,392.00			
Porcentaje de Absorción			<b>6.09%</b>	<b>8.85%</b>	<b>11.99%</b>			

ENSAYO DE EXPANSION			Molde 3		Molde 4		Molde 5	
Cae. Dial Expansión:			0.001	56 GOLPES	25 GOLPES	10 GOLPES		
Pesos de sobrecarga (kg)			4.54	4.54	4.54			
Fecha	Hora	Tiempo Trans.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.
16/03/22	11:00:00	00 horas	0.00	0.000	0.00%	0.00	0.000	0.00%
17/03/22	11:00:00	24 horas	1.50	0.002	0.03%	2.15	0.002	0.05%
18/03/22	11:00:00	48 horas	2.33	0.002	0.05%	3.57	0.004	0.08%
19/03/22	11:00:00	72 horas	3.14	0.003	0.07%	4.77	0.005	0.10%
20/03/22	11:00:00	96 horas	4.33	0.004	0.09%	5.09	0.005	0.11%

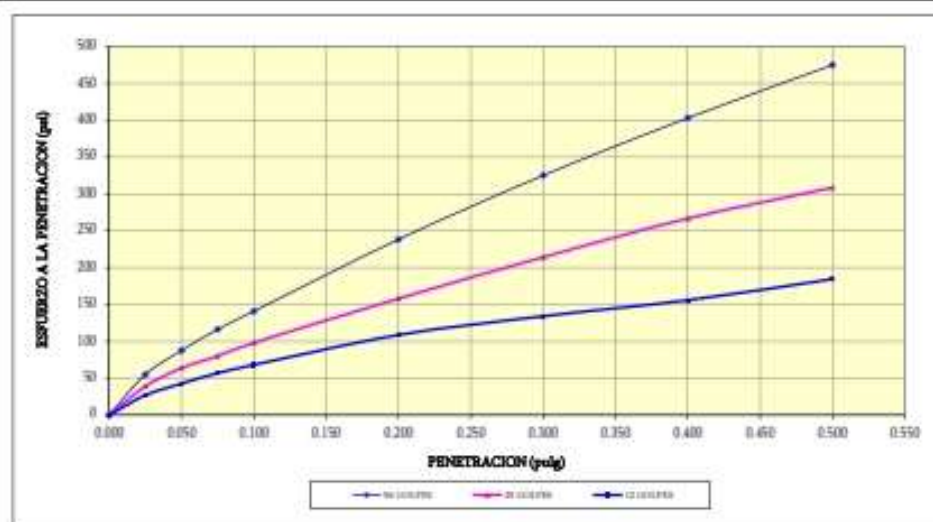
  

ENSAYO DE PENETRACION			Molde 3		Molde 4		Molde 5	
Velocidad			1.27	mm/min	56 GOLPES	25 GOLPES	10 GOLPES	
Área Patrón			3.0	Pulg. Cuadrados	4.54	4.54	4.54	
Tiempo	Penetración		Carga		Esfuerzos		Carga	
	(mm)	(pulg)	KN	Lbf	PSI	KN	Lbf	PSI
0.5 min	0.64	0.025	0.73	164	55	0.52	117	39
1.0 min	1.27	0.050	1.17	263	88	0.85	191	64
1.5 min	1.91	0.075	1.55	348	116	1.07	241	80
2.0 min	2.54	0.100	1.88	423	141	1.31	294	98
4.0 min	5.08	0.200	3.18	715	238	2.11	474	158
6.0 min	7.62	0.300	4.34	976	325	2.86	643	214
8.0 min	10.16	0.400	5.38	1209	403	3.56	800	267
10.0 min	12.70	0.500	6.34	1425	475	4.12	926	309

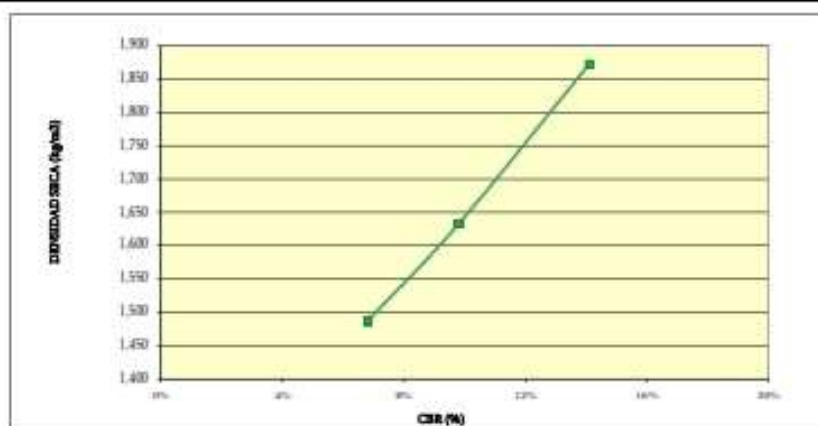
PROYECTO: "ADICIÓN DE BIORRESIDUOS DE CAMAL Y AVÍCOLO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA CU-1110 - SAN SEBASTIÁN, CUSCO 2022."

	<b>LABORATORIO GEOTÉCNICO AUTOMATIZADO - UNIVERSAL TESTING SAC</b> <i>Ensayo de CBR (Relación de Soporte de California)</i> <b>ASTM-D 1883 (2016), NTP 339.145-1999, MTC E 132 (2016)</b>		
	<b>PROYECTO:</b>	"ADICIÓN DE BIORRESIDUOS DE CAMAL Y AVÍCOLO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA CU-1110 - SAN SEBASTIÁN, CUSCO 2022."	
<b>UBICACIÓN:</b>	CUSCO- CUSCO- SAN SEBASTIÁN.	<b>FECHA:</b>	CUSCO, MARZO DE 2022.
<b>SOLICITANTE:</b>	ELSBETH CÓRDOVA MEJIANO, ALEX DANY LOAYZA	<b>MUESTRA:</b>	Muestra 2.00
		<b>CALICATA:</b>	M-03

**GRAFICO ESFUERZO (PSI) VS PENETRACION(D)**



**GRAFICO DENSIDAD SECA VS CBR**



**RESULTADOS:**

MAXIMA DENSIDAD SEC.A(kg/m3)	<b>1.87</b>
HUMEDAD OPTIMA (%)	<b>10.06%</b>
<b>% EXPANSION    % ABSOR.</b>	
56 GOLPES	0.09%    0.03%
25 GOLPES	0.13%    0.85%
12 GOLPES	0.13%    11.99%

CBR AL 95% DE MDS -	<b>12.4%</b>
CBR AL 100% DE MDS -	<b>14.1%</b>



VERIFICACION DE RESULTADOS RELACION	<b>0.59</b>
CBR (95%) / CBR (100%) -	

OBSERVACION	<b>CONFORME</b>
-------------	-----------------

**OBSERVACIONES:** Muestra con adición de 6% de sangre de Pasa.

  
 Ing. Emmanuela Escobar  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA  
 C.R. N° 184003

**M-03 – 3.00 (MUESTRA CON 6% DE SANGRE DE POLLO)**

COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO) MTC E 115 - NTP 399.141 - ASTM D 1557																																																													
<b>PROYECTO</b>	"ADICIÓN DE BIORRESIDUOS DE CAMEL Y AVÍCOLA PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA CU-1110 - SAN SEBASTIÁN, CUSCO 2022"																																																												
<b>UBICACIÓN</b>	CUSCO- CUSCO- SAN SEBASTIAN																																																												
<b>SOLICITA</b>	LISETH CORDOVA MEDIANO, ALEX DANY LOAYZA GONZALEZ																																																												
<b>FECHA</b>	CUSCO, MARZO DE 2022																																																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Datos del Ensayo</th> <th colspan="2" style="text-align: center;">Datos de la Muestra</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Método=</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Muestra 3.00</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Número de Capas=</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">CLASIFICACION</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Número de Golpes=</td> <td style="text-align: center;">25</td> <td style="text-align: center;">% Ret. N°4 =</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Peso del Martillo(Manual)=</td> <td style="text-align: center;">4.54 Kg</td> <td style="text-align: center;">% Ret. 30" =</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Altura de Caída del Martillo=</td> <td style="text-align: center;">45.72 cm</td> <td style="text-align: center;">AASTHO:</td> <td style="text-align: center;">A-4 (R)</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">% Ret. 30" =</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> </tbody> </table>						Datos del Ensayo		Datos de la Muestra		Método=	A	Muestra 3.00		Número de Capas=	5	CLASIFICACION		Número de Golpes=	25	% Ret. N°4 =	%	Peso del Martillo(Manual)=	4.54 Kg	% Ret. 30" =	%	Altura de Caída del Martillo=	45.72 cm	AASTHO:	A-4 (R)			% Ret. 30" =	%																												
Datos del Ensayo		Datos de la Muestra																																																											
Método=	A	Muestra 3.00																																																											
Número de Capas=	5	CLASIFICACION																																																											
Número de Golpes=	25	% Ret. N°4 =	%																																																										
Peso del Martillo(Manual)=	4.54 Kg	% Ret. 30" =	%																																																										
Altura de Caída del Martillo=	45.72 cm	AASTHO:	A-4 (R)																																																										
		% Ret. 30" =	%																																																										
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>																																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Delimitación</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso del Molde y Muestra</td> <td>gr. 5491</td> <td>5755</td> <td>5829</td> <td>5878</td> <td>5825</td> </tr> <tr> <td>Peso del Molde</td> <td>gr. 4000</td> <td>4000</td> <td>4000</td> <td>4000</td> <td>4000</td> </tr> <tr> <td>Peso de la Muestra Compacta</td> <td>gr. 1491</td> <td>1755</td> <td>1829</td> <td>1878</td> <td>1825</td> </tr> <tr> <td>Densidad Humedad</td> <td>gr/cc. 1.58</td> <td>1.85</td> <td>2.04</td> <td>1.88</td> <td>1.72</td> </tr> <tr> <td>Densidad Seca</td> <td>gr/cc. 1.48</td> <td>1.73</td> <td>1.85</td> <td>1.76</td> <td>1.50</td> </tr> </tbody> </table>						No	1	2	3	4	5	Delimitación						Peso del Molde y Muestra	gr. 5491	5755	5829	5878	5825	Peso del Molde	gr. 4000	4000	4000	4000	4000	Peso de la Muestra Compacta	gr. 1491	1755	1829	1878	1825	Densidad Humedad	gr/cc. 1.58	1.85	2.04	1.88	1.72	Densidad Seca	gr/cc. 1.48	1.73	1.85	1.76	1.50														
No	1	2	3	4	5																																																								
Delimitación																																																													
Peso del Molde y Muestra	gr. 5491	5755	5829	5878	5825																																																								
Peso del Molde	gr. 4000	4000	4000	4000	4000																																																								
Peso de la Muestra Compacta	gr. 1491	1755	1829	1878	1825																																																								
Densidad Humedad	gr/cc. 1.58	1.85	2.04	1.88	1.72																																																								
Densidad Seca	gr/cc. 1.48	1.73	1.85	1.76	1.50																																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Tarro</th> <th>No</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso del Tarro</td> <td>gr.</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Peso del T. + Suelo Humedo</td> <td>gr.</td> <td>378.18</td> <td>357.53</td> <td>415.43</td> <td>438.12</td> <td>457.33</td> </tr> <tr> <td>Peso del T. + Suelo Seco</td> <td>gr.</td> <td>358.75</td> <td>389.93</td> <td>376.79</td> <td>389.89</td> <td>399.31</td> </tr> <tr> <td>Peso del Agua</td> <td>gr.</td> <td>19.41</td> <td>27.80</td> <td>38.64</td> <td>48.23</td> <td>58.02</td> </tr> <tr> <td>Peso del Suelo Seco</td> <td>gr.</td> <td>358.75</td> <td>389.93</td> <td>376.79</td> <td>389.89</td> <td>399.31</td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad</td> <td>%</td> <td>5.41</td> <td>7.46</td> <td>10.25</td> <td>12.37</td> <td>14.53</td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad Promedio</td> <td>%</td> <td>5.41</td> <td>7.46</td> <td>10.25</td> <td>12.37</td> <td>14.53</td> </tr> </tbody> </table>						Tarro	No	1	2	3	4	5	Peso del Tarro	gr.	0	0	0	0	0	Peso del T. + Suelo Humedo	gr.	378.18	357.53	415.43	438.12	457.33	Peso del T. + Suelo Seco	gr.	358.75	389.93	376.79	389.89	399.31	Peso del Agua	gr.	19.41	27.80	38.64	48.23	58.02	Peso del Suelo Seco	gr.	358.75	389.93	376.79	389.89	399.31	Contenido de Humedad	%	5.41	7.46	10.25	12.37	14.53	Contenido de Humedad Promedio	%	5.41	7.46	10.25	12.37	14.53
Tarro	No	1	2	3	4	5																																																							
Peso del Tarro	gr.	0	0	0	0	0																																																							
Peso del T. + Suelo Humedo	gr.	378.18	357.53	415.43	438.12	457.33																																																							
Peso del T. + Suelo Seco	gr.	358.75	389.93	376.79	389.89	399.31																																																							
Peso del Agua	gr.	19.41	27.80	38.64	48.23	58.02																																																							
Peso del Suelo Seco	gr.	358.75	389.93	376.79	389.89	399.31																																																							
Contenido de Humedad	%	5.41	7.46	10.25	12.37	14.53																																																							
Contenido de Humedad Promedio	%	5.41	7.46	10.25	12.37	14.53																																																							
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 40%;"><b>DENSIDAD MAXIMA =</b></td> <td style="width: 15%;">1.848</td> <td style="width: 15%;">Tn/m<sup>3</sup></td> <td style="width: 10%;"><b>HUMEDAD OPTIMA =</b></td> <td style="width: 10%;">10.25 %</td> </tr> </table>						<b>DENSIDAD MAXIMA =</b>	1.848	Tn/m <sup>3</sup>	<b>HUMEDAD OPTIMA =</b>	10.25 %																																																			
<b>DENSIDAD MAXIMA =</b>	1.848	Tn/m <sup>3</sup>	<b>HUMEDAD OPTIMA =</b>	10.25 %																																																									
<b>CURVA DE COMPACTACIÓN</b>																																																													
																																																													
<small>Standard Practice for Correction of Unit Weight and Water Content for soils Containing Oversize Particles (Corrección de humedad y densidad por material de sobre dimensión) ASTM D4718 / D4718M - 15</small>																																																													
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Gravedad específica seca de sobre dimensión</td> <td style="width: 50%;">2.50</td> </tr> <tr> <td>% Fracción de Sobre dimensión (Pc)</td> <td>0.00 %</td> </tr> <tr> <td>% Fracción fina (Pf)</td> <td>100 %</td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad de la Grava</td> <td>0.00 %</td> </tr> <tr> <td>Densidad Máxima Seca corregida</td> <td>1.85 g/cm<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>Contenido Humedad Óptimo corregido</td> <td>10.25 %</td> </tr> </table>						Gravedad específica seca de sobre dimensión	2.50	% Fracción de Sobre dimensión (Pc)	0.00 %	% Fracción fina (Pf)	100 %	Contenido de Humedad de la Grava	0.00 %	Densidad Máxima Seca corregida	1.85 g/cm <sup>3</sup>	Contenido Humedad Óptimo corregido	10.25 %																																												
Gravedad específica seca de sobre dimensión	2.50																																																												
% Fracción de Sobre dimensión (Pc)	0.00 %																																																												
% Fracción fina (Pf)	100 %																																																												
Contenido de Humedad de la Grava	0.00 %																																																												
Densidad Máxima Seca corregida	1.85 g/cm <sup>3</sup>																																																												
Contenido Humedad Óptimo corregido	10.25 %																																																												
<b>OBSERVACIONES:</b> Muestra con adición de 6% de sangre de Pollo. <div style="float: right; text-align: right;">   <b>Ing. Emiliano Alvarez Escobar</b>  <small>ING. CIVIL - ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y OBRAS TERRESTRES            CIP- N° 154003</small> </div>																																																													

PROYECTO: "ADICIÓN DE BIOMESCUJOS DE CAMAL Y AVÍCOLA PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA CU-1110 - SAN SEBASTIÁN, CUSCO 2022".

	<b>LABORATORIO GEOTÉCNICO AUTOMATIZADO - UNIVERSAL TESTING SAC</b> <b>Ensayo de CBR (Relación de Soporte de California)</b> <b>ASTM-D 1883 (2016), NTP 339.143-1999, MTC B 132 (2016)</b>		
	<b>PROYECTO:</b> "ADICIÓN DE BIOMESCUJOS DE CAMAL Y AVÍCOLA PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA CU-1110 - SAN SEBASTIÁN, CUSCO 2022".		
<b>UBICACIÓN:</b>	CUSCO- CUSCO- SAN SEBASTIAN.	<b>FECHA:</b>	CUSCO, MARZO DE 2022.
<b>SOLICITANTE:</b>	LABORIO GEOTECNICO AUTOMATIZADO, ALBA SUAREZ 123 123 123	<b>MUESTRA:</b>	Muestra 3.00

<b>CALICATA:</b> M-03	<b>Clasificación de Suelos</b>		<b>Límites de Atterberg</b>	
<b>Máxima Densidad Seca:</b>	1.85 g/cm <sup>3</sup>	<b>SUCS:</b> ML	<b>Límite Líquido:</b>	
<b>Humedad Óptima:</b>	10.25 %	<b>AASHTO:</b> A-4 (9)	<b>Límite Plástico:</b>	
		<b>Otros Datos</b>	<b>Índice de Plasticidad:</b>	
<b>Método de Compactación:</b>	NTP 339.141 (Proctor Modificado)		<b>Preparación Especial:</b> Ninguna	
<b>Retenido Tamiz Nº 3/4 (19 mm):</b>	0.00%		<b>Condición de la Muestra:</b> Remojada	

DATOS DE COMPACTACION	Molde 6		Molde 7		Molde 8	
	56 GOLPES		25 GOLPES		10 GOLPES	
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	12,863.00	12,423.00	11,023.00			
Peso del Molde (gr)	8,505.00	8,541.00	7,532.00			
Volumen (cm <sup>3</sup> )	2,138.77	2,147.07	2,143.41			
Peso de la Muestra Compacta (gr)	4,358.00	3,882.00	3,491.00			
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.04	1.81	1.63			
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.85</b>	<b>1.64</b>	<b>1.48</b>			



DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD		Molde 6		Molde 7		Molde 8	
Humedad después de compactación		10.25%		10.25%		10.25%	

DATOS DE ABSORCIÓN		Molde 6		Molde 7		Molde 8	
Peso M-M.C. después de Inmersión (gr)		17,955.00		17,799.00		16,535.00	
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)		17,403.00		16,963.00		15,563.00	
Porcentaje de Absorción		<b>6.20%</b>		<b>8.86%</b>		<b>12.10%</b>	

ENSAYO DE EXPANSION		Molde 6		Molde 7		Molde 8					
Cas. Dial Expansión		0.001		56 GOLPES		25 GOLPES					
Pocas de sobrecarga (kg)		4.54		4.54		4.54					
Fecha	Hora	Tiempo Trans.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.
16/03/22	09:15:00	00 horas	0.00	0.000	0.00%	0.00	0.000	0.00%	0.00	0.000	0.00%
17/03/22	09:15:00	24 horas	1.76	0.002	0.04%	2.72	0.003	0.06%	3.61	0.004	0.08%
18/03/22	09:15:00	48 horas	2.99	0.003	0.06%	3.72	0.004	0.08%	4.39	0.004	0.10%
19/03/22	09:15:00	72 horas	3.19	0.003	0.07%	4.8	0.005	0.10%	5.16	0.005	0.11%
20/03/22	09:15:00	96 horas	4.36	0.004	0.09%	5.25	0.005	0.11%	6.57	0.007	0.14%

ENSAYO DE PENETRACION		Molde 6		Molde 7		Molde 8					
Velocidad		1.27 mm/min		56 GOLPES		25 GOLPES					
Área Pistón		3.0 Pulg. Cuadradas		4.54		4.54					
Tiempo	Penetración		Carga		Esfuerzo		ESFUER.				
	(mm)	(pulg.)	KN	Lbf	KN	PSI		KN	Lbf	PSI	
0.5 min	0.64	0.025	0.42	94	31	0.29	65	22	0.17	38	13
1.0 min	1.27	0.050	0.82	184	63	0.56	126	42	0.31	70	23
1.5 min	1.91	0.075	1.18	265	88	0.75	169	56	0.38	85	28
2.0 min	2.54	0.100	1.44	324	108	0.90	202	67	0.42	94	31
4.0 min	5.08	0.200	2.20	495	165	1.31	294	98	0.52	117	39
6.0 min	7.62	0.300	2.70	607	202	1.58	355	118	0.62	139	46
8.0 min	10.16	0.400	3.30	697	232	1.82	409	136	0.70	157	52
10.0 min	12.70	0.500	3.46	778	259	2.03	456	152	0.77	173	58



### CONCLUSIONES

La muestra fue preparada según las indicaciones del solicitante.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Ensayo	Muestra sin Adiciones	Muestra con 6% de Sangre de Res	Muestra con 6% de Sangre de Pollo
Proctor Modificado	1.83 gr/cm <sup>3</sup>	1.87 gr/cm <sup>3</sup>	1.85 gr/cm <sup>3</sup>
Humedad Optima	10.44%	10.06%	10.25%
CBR* al 100 %	9.60%	14.10%	10.80%
CBR* al 95 %	8.43%	12.40%	8.95%

\* A 0.1 pulgada de penetración.



Ing. Emilliano Alvares Escalante  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA  
 EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES  
 CIP N° 184003

## Anexo 8. Certificado de calibración del equipo



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD  
NTP ISO / IEC 17025:2017

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC-03135-2021

PROFORMA : 1491A Fecha de emisión: 2021 - 04 - 07 Página : 1 de 2

SOLICITANTE : UNIVERSAL TESTING SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - UNITEST S.A.C.

Dirección : Cal. Peru Mza. X Lote. 13 Urb. Ttio Cusco-Cusco-Wanchaq

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : COPA CASA GRANDE

Marca : MATEST  
Modelo : S172X  
N° de Serie : S172XAD/0001  
Procedencia : Italia  
Identificación : No indica  
Ubicación : Laboratorio  
Fecha de Calibración : 2021-03-03

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

#### LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de UNIVERSAL TESTING SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - UNITEST S.A.C.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

#### MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de medida, tomando como referencia la norma MTCE 110 - 2000.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

#### CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	11,9 °C	11,9 °C
Humedad Relativa	43,4 %	43,4 %

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CPF: 0318



Jr. Condesa de Lemos N°117  
San Miguel, Lima

(01) 262 9536  
(01) 988 901 065

informes@testandcontrol.com.pe  
www.testandcontrol.com.pe

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**TC-03133-2021**

PROFORMA : 1491AG1 Fecha de emisión : 2021-04-07 Págs : 1 de 2

1. SOLICITANTE : UNIVERSAL TESTING SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - UNITEST S.A.C.  
 DIRECCIÓN : Cal Peru Mza. X Lote 13 Urb. Tito Cuzco-Cusco-Wanchaq

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRESNA HIDRAULICA  
 Marca : MATEST Capacidad Máxima : 50 kN / 9998.6 kgf  
 Modelo : S225P106 División de Escala, d : 0.001 MN / 0.1 kgf  
 N° Serie : S225P106(AZ.0001) Procedencia : Itala  
 Código de Ident. : NO INDICA Ubicación : LABORATORIO  
 Indicación : NN

3. FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN:  
 La calibración se realizó el día 24 de marzo del 2021 en las instalaciones de UNIVERSAL TESTING SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - UNITEST S.A.C.

4. MÉTODO:  
 La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia la norma ASTM E-4 "Estándar Practices for force Verification of Testing machines"

5. TRAZABILIDAD.

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	CERTIFICADO DE CALIBRACION
Patrón de Referencia del DM-INACAL	Manómetro Digital 0 bar a 700 bar Clase de Exactitud 0.05	LFP-C-043-2020

6. CONDICIONES AMBIENTALES.

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	12.3 °C	12.3 °C
HUMEDAD RELATIVA	49.0 %	49.0 %

7. OBSERVACIONES.

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.  
 La incertidumbre de la medición se determinó con un factor de cobertura k=2, para un nivel de confianza de 95%.  
 Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.  
 Verificar la indicación de cero del instrumento antes de cada medición.

  
 Lic. Nicolás Ramos Paucar  
 Gerente Técnico  
 CFP 9316



Jr. Candesa de Lenon N°113  
 San Miguel, Lima

(01) 262 9536  
 (01) 982 901 005

info@testcontrol.com.pe  
 www.testcontrol.com.pe



**CERTIFICADO DE CALIBRACION**

**TC - 03129 - 2021**

PROFORMA : 1491A      Fecha de emisión : 2021-03-29

**SOLICITANTE : UNIVERSAL TESTING SOCIEDAD ANONIMA CERRADA**  
 Dirección : CAL PERU MZA. X LOTE. 13 URB. TTIO CUSCO-CUSCO-WANCHAQ

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA**  
 Tipo : ELECTRÓNICA  
 Marca : JR  
 Modelo : GR-30  
 N° de Serie : No Indica  
 Capacidad Máxima : 30 kg  
 Resolución : 0,001 kg  
 División de Verificación : 0,01 kg  
 Clase de Exactitud : III  
 Capacidad Mínima : 0,2 kg  
 Procedencia : No Indica  
 Identificación : No Indica  
 Ubicación : Laboratorio  
 Variación de AT Local : 5 °C  
 Fecha de Calibración : 2021-03-25

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**  
 Instalaciones de UNIVERSAL TESTING SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**  
 La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patronos según procedimiento PC-001 "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático Clase III y III". Primera Edición - Mayo 2019. DM - INACAL.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

**Lt. Nicolás Ramos Paucar**  
 Gerente Técnico  
 CFP: 0316



## CERTIFICADO DE CALIBRACION

**TC - 03128 - 2021**

PROFORMA : 1491A Fecha de emisión : 2021-04-08

SOLICITANTE : UNIVERSAL TESTING SOCIEDAD ANONIMA CERRADA  
 Dirección : CAL. PERU MZA. X LOTE. 13 URB. TTIO CUSCO-CUSCO-WANCHAQ

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN :** BALANZA  
 Tipo : ELECTRÓNICA  
 Marca : CHAUS  
 Modelo : PAJH102  
 N° de Serie : B451405168  
 Capacidad Máxima : 4100 g  
 Resolución : 0.01 g  
 División de Verificación : 0.1 g  
 Clase de Exactitud : II  
 Capacidad Mínima : 5 g  
 Procedencia : CHINA  
 N° de Parte : No Indica  
 Identificación : No Indica  
 Ubicación : LABORATORIO  
 Variación de  $\Delta T$  Local : 2 °C  
 Fecha de Calibración : 2021-03-24

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**  
 Instalaciones de UNIVERSAL TESTING SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**  
 La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolita Ramos Paucar  
 Gerente Técnico  
 CFP: 0316



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**TC - 03136 - 2021**

PROFORMA : 1491A      Fecha de emisión : 2021-04-07      Página : 1 de 3

SOLICITANTE : UNIVERSAL TESTING SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - UNITEST S.A.C.  
 Dirección : Cal. Peru Mza. X Lote. 13 Urb. Tño Cosco-Cusco-Wanchaq

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TAMIZ**  
 Marca : HUMBOLT  
 Modelo : N° 200  
 N° de serie : EE196483  
 N° de tamiz : No. 200  
 Tamaño de abertura : 75 µm  
 Identificación : NO INDICA  
 Procedencia : U. S. A.  
 Ubicación : NO INDICA  
 Fecha de Calibración : 2021-03-24

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**  
 Instalaciones de UNIVERSAL TESTING SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - UNITEST

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**  
 La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de unidades, tomando como referencia la norma ASTM E11.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

**CONDICIONES AMBIENTALES**

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	12,2 °C	12,5 °C
HUMEDAD RELATIVA	49,2%	50,2%

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.  
 El presente documento carece de valor sin firma y sello.



**Lic. Nicolás Ramos Paucar**  
**Gerente Técnico**  
**CFP : 0316**



Jr. Condellá de Lemos N°117  
 San Miguel, Lima

(01) 252 9536  
 (01) 982 901 065

Informes@testcontrol.com.pe  
 www.testcontrol.com.pe



PROYECTO: "ASIGNACIÓN DE BURESSURSA DE CANAL Y AVICOLA PARA SEGUIR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA C0-1110 - SAN SEBASTIÁN, CUSCO 2022".



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD  
NTP ISO / IEC 17025:2017

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**TC - 06421 - 2021**

Proforma : 2599A Fecha de emisión : 2021-05-26

SOLICITANTE : UNIVERSAL TESTING SOCIEDAD ANONIMA CERRADA  
Dirección : Cal. Perú Mza. X Lote. 13 Urb. Tilo Cusco-Cusco-Wanchaq

**EQUIPO** : ESTUFA  
Marca : PINZUAR  
Modelo : PG190  
N° de Serie : 229  
Procedencia : No Indica  
Identificación : No Indica  
**TIPO DE INDICADOR** : DIGITAL  
Alcance : 0 °C a 250 °C  
Resolución : 0,1 °C  
**TIPO DE CONTROLADOR** : DIGITAL  
Alcance : 0 °C a 250 °C  
Resolución : 1 °C  
Fecha de Calibración : 2021-05-19

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**  
Instalaciones de UNIVERSAL TESTING SOCIEDAD ANONIMA CERRADA.

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**  
La calibración se realizó por comparación directa con nuestro sistema de medición de temperatura patrón según procedimiento PC- 018 "Procedimiento de calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático". Segunda Edición - Junio 2008. SNM - INDECOPI.

**CONDICIONES DE CALIBRACIÓN**

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	18,9 °C	18,4 °C
Humedad Relativa	85,2 %hr	64,1 %hr
Voltaje	221,1 V	221,0 V

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Dr. Nicolás Ramo Pizarro  
Gerente Técnico  
CIP: 4116

PGC-18-r11/Octubre 2020/Rev.01



Av. Condesa de Larrea N°117  
San Miguel, Lima

(01) 262 9536  
(51) 988 901 065

Página 1 de 5  
Ing. Emiliano Alvarez Escobar  
ING. CIVIL ESPECIALIZADA  
EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES  
CIP N° 184003

Anexo 9. Boleta de ensayos de laboratorio (doc. que sustente)

15/3/22, 21:08

:: Boleta de Venta Electronica - Impresion ::

<b>UNIVERSAL TESTING SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - UNITEST S.A.C.</b> CAL. PERU MZA. X LOTE. 13 URB. TTIO ALTURA QUINTO PARADERO DE TTIO WANCHAQ - CUSCO - CUSCO		<b>BOLETA DE VENTA ELECTRONICA</b> <b>RUC: 20490872508</b> <b>EB01-18</b>				
Fecha de Vencimiento : <b>16/03/2022</b> Fecha de Emisión : <b>15/03/2022</b> Señor(es) : <b>LOAYZA GOMEZ ALEX DANY</b> RUC : <b>10801680769</b> Tipo de Moneda : <b>SOLES</b> Observación :						
Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario(+)	Descuento(+)	Importe de Venta(**)	ICBPER
1.00	UNIDAD	ENSAYOS DE LABORATORIO PARA TESIS ADICIÓN DE BIORRESIDUOS DE CAMAL Y AVÍCOLA PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA CU-1110 - SAN SEBASTIÁN, CUSCO 2022.	2118.64406779	0.00	2,499.9999999922	0.00
Otros Cargos :						S/0.00
Otros Tributos :						S/0.00
ICBPER :						S/ 0.00
Importe Total :						S/2,500.00
(*) Sin impuestos. (**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.				<b>SON: DOS MIL QUINIENTOS Y 00/100 SOLES</b>		
Op. Gravada :						S/ 2,118.64
Op. Exonerada :						S/ 0.00
Op. Inafecta :						S/ 0.00
ISC :						S/ 0.00
IGV :						S/ 381.36
ICBPER :						S/ 0.00
Otros Cargos :						S/ 0.00
Otros Tributos :						S/ 0.00
Monto de Redondeo :						S/ 0.00
Importe Total :						S/ 2,500.00
Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: <a href="http://www.sunat.gob.pe">www.sunat.gob.pe</a> , en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.						