



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Mejoramiento de las propiedades mecánicas del adobe incorporando
viruta de eucalipto con cemento, Huancayo 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Figueroa Yucra, Luis Miguel (orcid.org/0000-0002-8503-6728)

ASESOR:

Mg. Pinto Barrantes, Raul Antonio (orcid.org/0000-0002-9573-0182)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA – PERÚ

2023

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación se la dedico a mi familia, por haberme motivado en toda esta etapa de mi vida para seguir adelante y cumplir mi meta de graduarme, en especial a mi madre que me apoyo moralmente para no desviarme de mi camino, a mi padre por su esfuerzo y ejemplo que a pesar de las adversidades con esfuerzo se puede llegar a la meta, a mi hermano por su comprensión para seguir adelante y luchar por lo que uno más quiere. También a los profesores de este ciclo por su dedicación y emprendimiento para terminar de una manera provechosa dándonos a entender el aprecio a esta carrera y enseñarnos que el camino sigue y debemos de continuar.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a dios por darme fortaleza y levantarme en las caídas y dificultades de mi vida para poder culminar mis estudios, por su amor y protección en todo momento y darme entender que nada es posible sin él. También a mis padres por su esfuerzo y compañerismo de seguir adelante para un mejor futuro en mis estudios profesionales. A mis docentes por el entusiasmo que ponen para que cada alumno sienta el deseo de amar esta profesión transmitiéndonos sus experiencias y conocimientos. También un cordial agradecimiento al Magister Pinto Barrantes Raúl Antonio por su esfuerzo y dedicación hacia nosotros sus alumnos, ya que sin su apoyo moral no habría sido posible culminar este proyecto de investigación.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, PINTO BARRANTES RAUL ANTONIO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE INCORPORANDO VIRUTA DE EUCALIPTO CON CEMENTO, HUANCAYO 2023", cuyo autor es FIGUEROA YUCRA LUIS MIGUEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 03 de Julio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
PINTO BARRANTES RAUL ANTONIO DNI: 07732471 ORCID: 0000-0002-9573-0182	Firmado electrónicamente por: RPINTOBA el 15-07- 2023 22:01:46

Código documento Trilce: TRI - 0566206



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, FIGUEROA YUCRA LUIS MIGUEL estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE INCORPORANDO VIRUTA DE EUCALIPTO CON CEMENTO, HUANCAYO 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
LUIS MIGUEL FIGUEROA YUCRA DNI: 48284264 ORCID: 0000-0002-8603-6728	Firmado electrónicamente por: LMFIGUEROAF el 03- 07-2023 19:04:34

Código documento Trilce: TRI - 0566204



ÍNDICE DE CONTENIDOS

pág.

Carátula.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍDECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
I.INTRODUCCIÓN.....	1
II.MARCO TEÓRICO.....	5
III.METODOLOGÍA.....	18
3.1 Tipo de diseño de la investigación.....	18
3.2 Variables y operacionalización.....	19
3.3 Población, muestra, muestreo.....	22
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	24
3.5 Procedimiento.....	25
3.6 Método de análisis de datos.....	37
3.7 Aspectos Éticos.....	38
IV. RESULTADOS.....	39
V. DISCUSIÓN.....	56
VI. CONCLUSIONES.....	58
VII. RECOMENDACIONES.....	59
REFERENCIAS.....	60
ANEXOS.....	68

Tabla 1. <i>Grupos de prueba para ensayos a compresión</i>	23
Tabla 2. <i>Grupos de prueba para ensayos a flexión</i>	23
Tabla 3. <i>Grupos de prueba para ensayos de absorción de humedad</i>	24
Tabla 4. <i>Tabla de tamices</i>	29
Tabla 5. <i>Estimados de precisión</i>	32
Tabla 6. <i>Contenido de Humedad</i>	40
Tabla 7. <i>Análisis granulométrico</i>	40
Tabla 8. <i>Porcentajes de agregados</i>	41
Tabla 9. <i>Límite líquido</i>	41
Tabla 10. <i>Límite plástico</i>	42
Tabla 11. <i>Índice de Plasticidad</i>	42
Tabla 12. <i>Clasificación de SUCS</i>	43
Tabla 13. <i>Diseño respecto a la muestra patrón</i>	43
Tabla 14. <i>Diseño del grupo 2 adicionando 2.5% viruta con 6% cemento</i>	43
Tabla 15. <i>Diseño del grupo 3 adicionando 4.5% viruta con 4% cemento</i>	44
Tabla 16. <i>Diseño del grupo 4 adicionando 6% viruta con 2.5% cemento</i>	44
Tabla 17. <i>Resistencia a la compresión del adobe patrón</i>	44
Tabla 18. <i>Resistencia a la compresión adicionando 2.5% viruta con 6% cemento</i>	45
Tabla 19. <i>Resistencia a la compresión adicionando 4.5% viruta con 4% cemento</i>	46
Tabla 20. <i>Resistencia a la compresión adicionando 6% viruta con 2.5% cemento</i>	46
Tabla 21. <i>Resumen de resistencia a compresión</i>	47
Tabla 22. <i>Resistencia a la flexión del adobe patrón</i>	48
Tabla 23. <i>Resistencia a la flexión adicionando 2.5% viruta con 6% cemento</i>	49

Tabla 24. Resistencia a la flexión adicionando 4.5% viruta con 4% cemento.....	49
Tabla 25. Resistencia a la flexión adicionando 6% viruta con 2.5% cemento.....	50
Tabla 26. Resumen de resistencia a la flexión	50
Tabla 27. Absorción de humedad del adobe patrón	52
Tabla 28. Absorción de humedad adicionando 2.5% viruta con 6% cemento.....	52
Tabla 29. Absorción de humedad adicionando 4.5% viruta con 4% cemento.....	53
Tabla 30. Absorción de humedad adicionando 6% viruta con 2.5% cemento.....	53
Tabla 31. Resumen de absorción de humedad.....	54

Índice de figuras

pág.

Figura N° 01 Zona sísmica.....	13
Figura N° 02 Adobe.....	14
Figura N° 03 Recolección de la tierra.....	25
Figura N° 04 Recolección de la tierra	25
Figura N° 05 Recolección de la tierra.....	25
Figura N° 06 Recolección de la paja.....	26
Figura N° 07 Recolección del aserrín.....	26
Figura N° 08 Recolección del aserrín.....	26
Figura N° 09 Formula del contenido de humedad	28
Figura N° 10 Formula del índice de plasticidad	32
Figura N° 11 Mezclado de la tierra y paja	33
Figura N° 12 Incorporando cemento al diseño	34
Figura N° 13 Desmoldeado de Ladrillos	34
Figura N° 14 Desmoldeado de Ladrillos	34
Figura N° 15 Adobes para ensayo a compresión	35
Figura N° 16 Formula del ensayo a la compresión	35
Figura N° 17 Formula del ensayo a flexión	36
Figura N° 18 Formula de la absorción a la humedad	37
Figura N° 19 Mapa del Perú- Dpto. Junín	39
Figura N° 20 Mapa del Dpto. Junín.....	39
Figura N° 21 Mapa de la provincia Huancayo.....	39
Figura N° 22 Curva granulométrica.....	41
Figura N° 23 Relación humedad – número de golpes	42
Figura N° 24 Resumen de la Resistencia a la Compresión.....	47
Figura N° 25 Resumen de la Resistencia a la Flexión.....	51
Figura N° 26 Resumen de la Absorción de Humedad.....	54

RESUMEN

El adobe reforzado ha sido de importancia en investigaciones para reforzar sus propiedades en diferentes áreas según la climatología y exigencias de diversos lugares del mundo, en este proyecto de investigación se usó viruta de eucalipto (fibra natural) con cemento para analizar su influencia en un adobe.

El objetivo principal de esta investigación es evaluar la influencia de la aplicación de viruta de eucalipto con cemento para mejorar las propiedades mecánicas del adobe incorporando las siguientes dosificaciones: 2.5% de viruta con 6% cemento, 4.5% de viruta con 4% cemento y 6% de viruta con 2.5% cemento.

La metodología que se realizó es de tipo aplicada, el diseño fue cuasiexperimental y de enfoque cuantitativo, se realizó el análisis de tipo de suelo mediante la clasificación SUCS el cual es arcilla arenosa de baja plasticidad (CL), también se realizaron los ensayos para evaluar la resistencia a compresión, resistencia a la flexión y absorción de humedad. En los resultados se obtuvieron un aumento de la resistencia a compresión del 23%, 35% y 13% respecto al adobe patrón, en la resistencia a la flexión hubo un incremento del 22%, 33% y 19% respecto al adobe patrón, y en la absorción de humedad hubo una ligera disminución del 3.8%, 6.0% y 4.4% en comparación al adobe patrón, demostrando la buena relación de estos aditivos teniendo en cuenta el tipo de suelo de la zona de estudio.

Palabras clave: viruta de eucalipto, cemento, propiedades mecánicas del adobe y adobe.

ABSTRACT

The reinforced adobe has been of importance in research to reinforce its properties in different areas according to the climatology and demands of different places in the world. In this research project, eucalyptus chips (natural fiber) were used with cement to analyze its influence on an adobe.

The main objective of this research is to evaluate the influence of the application of eucalyptus chips with cement to improve the mechanical properties of the adobe incorporating the following dosages: 2.5% chips with 6% cement, 4.5% chips with 4% cement and 6% chips with 2.5% cement.

The methodology used was applied, the design was quasi-experimental and quantitative. The soil type analysis was carried out using the SUCS classification, which is sandy clay of low plasticity (CL), and tests were also carried out to evaluate compressive strength, flexural strength and moisture absorption. The results showed an increase in compressive strength of 23%, 35% and 13% with respect to the adobe pattern, in flexural strength there was an increase of 22%, 33% and 19% with respect to the adobe pattern, and in moisture absorption there was a slight decrease of 3.8%, 6.0% and 4.4% compared to the adobe pattern, demonstrating the good relationship of these additives taking into account the type of soil in the study area.

Keywords: eucalyptus shavings, cement, mechanical properties of adobe and adobe.

I. INTRODUCCIÓN

Según la Organización Meteorológica Mundial (OMM) los cambios drásticos del clima de este planeta y los adversos resultados, como el exceso elevado del nivel del mar, el descongelamiento de las capas de hielo junto a los extraños fenómenos meteorológicos se fue extendido en el periodo 2015 al 2019, estima un clima cálido no antes registrado, la formación de gas es de efecto invernadero a un nivel elevado por consiguiente un calentamiento más adelante. Según Petteri Taalas, secretario General de la OMM nos dice “las causas que se producen para el cambio climático está en ascenso en vez de reducirse” tema controversial que puede influir en cambios del clima de las Naciones Unidas.¹

En la actualidad, en nuestro país se ha visto afectado por la helada en nuestra serranía del Perú, según SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrografía del Perú) este fenómeno abarca a toda la zona ubicada sobre los 3000 m.s.n.m., los departamentos más afectados son: Puno, Junín, Huánuco, Loreto, Pasco, Madre de Dios, San Martín y Ucayali. Las grandes heladas producen afecciones a la salud del ser humano provocando enfermedades respiratorias agudas, afectando a los más vulnerables (menores de edad de 5 años y personas mayores a partir de 60 años), por lo cual también es afectado a la ganadería, siembra de cultivo causando un impacto en la seguridad alimentaria.²

En la provincia de Junín fue declarado en emergencia por un tiempo de 60 días, con un total de 44 distritos afectados por las heladas recientemente se efectuará el estado de emergencia con la finalidad de ejecutar acciones de respuesta y rehabilitación que se recomienda, establecido por el Decreto Supremo N° 060.2021.PCM. Considerando entre el 18 y 20 de febrero de este año fue registrado intensas heladas en varias zonas de Junín principalmente en Huancayo, Concepción, Jauja, Yauli, Chupaca, Junín y Tarma, deteriorando significativamente la vida agrícola.³

En la región de Huancayo, Junín se ha registrado hasta 1.7 °C llegando a sobrepasar el nivel bajo cero, afrontando este problema se pronosticó un descenso de -5 grados Celsius, situación que corre el peligro de salud a los más vulnerables.⁴ Es por tal razón optar por este proyecto de investigación para

reducir la mala calidad de vida para los habitantes de Huancayo, en especial a los más afectados y vulnerables, por ende, con la información adquirida y estudios profundos se implementarán dos insumos distintos en la elaboración del adobe, material primordial y más usado en la construcción de viviendas andinas del Perú. Elaborando un bloque de adobe tradicional se le aplicará en tres grupos de prueba con diferentes dosificaciones, el primero con 2.5 % viruta de eucalipto con 6 % cemento, en el segundo grupo 4.5 % viruta con 4% cemento, por último 6% viruta con 2.5 % cemento.

La elaboración de los bloques de tierra comprimida (BTC) transcurrido el tiempo de la historia con los últimos años está siendo tema de investigación en muchos países del mundo con diversos estabilizantes en cual se procura mejorar sus propiedades mecánicas. Esto se debe al estudio de la importancia que la tierra nos ofrece y sus propiedades el cual es usado como material de obra haciendo un elemento prima importante para viviendas en ciertas partes del mundo.⁵

El recorrido del estudio de las propiedades de la tierra usado como material en el proceso constructivo sigue siendo interminable, varias investigaciones en las combinaciones de insumos para el adobe están siendo analizadas, teniendo en cuenta que los factores climatológicos y el tipo de suelo influye en la sustentación. Siendo este material natural el más usado y principal recurso para las construcciones en lugares de precariedad económica, climas extremos, esto se debe a su eficiencia, facilidad para conseguir el recurso el cual es un factor social relevante para la vida de los pobladores.

Las partículas que conforman el suelo de este planeta es un material fácil de acceso para las personas. A través de la historia, comenzamos con piedra natural y mortero de la tierra revuelta con capas de pajita. Luego en situaciones donde no se encontraba piedra, empezó a descubrir que se podía usar solo barro (tierra húmeda) trabajada manualmente para ser secado al aire libre, logrando crearse el adobe para después desarrollar sus respectivos moldes.⁶

En la actualidad existe mucha controversia y desaliento entre los profesionales y expertos de la ciencia en desarrollar nuevos sistemas, métodos para fortalecer la eficiencia y estabilidad del adobe en la construcción. De manera en estado de

alerta los sucesos sísmicos ocurridos en estos últimos meses, la población pone como principal necesidad de generar nuevas innovaciones, modalidades que contrarresten el impacto que es ocasionado, a tal fin de entablar seguridad y eficiencia en su capacidad de resistencia.⁷

Por consiguiente, el problema general que se obtiene: ¿Cómo influye la aplicación de viruta de eucalipto con cemento para mejorar las propiedades mecánicas del adobe, Huancayo, 2023? Y por ende los siguientes problemas específicos: ¿Cuánto influye la aplicación de viruta de eucalipto con cemento en la Resistencia a la compresión para mejorar las propiedades del Adobe en Huancayo, 2023?

¿Cuánto influye la aplicación de viruta de eucalipto con cemento en la Resistencia a la flexión para mejorar las propiedades del Adobe en Huancayo, 2023?

¿La aplicación de viruta de eucalipto con cemento influye en la absorción de humedad para mejorar las propiedades del Adobe en Huancayo, 2023?

Se justificará al nivel Teórico ya que podrá ser usado como antecedente para realizar nuevas investigaciones con el adobe introduciendo viruta de eucalipto y cemento para modificar las propiedades mecánicas de forma positiva y ser de uso para toda la población. Al respecto en la parte Económica el proyecto se enfoca como respuesta reducir los costos en la elaboración de los materiales ya que usaremos la tierra, insumo de fácil acceso e insumo natural que crece en los alrededores de las ciudad como es el eucalipto, para que los pueblos sean beneficiados económicamente, también en la parte social la presente investigación se centrara en mejorar la calidad de vida de los más vulnerables que viven en las zonas heladas más vulnerables de alto andinas para poder evitar enfermedades y muertes de pobladores. Por consiguiente, en implicaciones prácticas, con la adición de estos productos se podrá resolver problemas prácticos que puede presentar un adobe, mejorando la impermeabilidad y disminuyendo la porosidad. además, se optará mediante nivel metodológico ya que nos permite investigar nuevas relaciones de aditivos con sus respectivos porcentajes en beneficio de las propiedades del adobe. Para finalizar la justificación ambiental es debido a que se usara viruta de eucalipto, este insumo natural crece en la zona de estudio, nos ayudara a reducir el impacto ambiental

usado como aditivo natural aprovechando sus beneficios, el suelo para realizar el adobe es un recurso renovable, fácil de obtención lo que se hará un máximo aprovechamiento del suelo.

Como objetivo general se obtiene: Evaluar la influencia de la aplicación de viruta de eucalipto con cemento para mejorar las propiedades mecánicas del adobe, Huancayo, 2023. Los objetivos específicos son: Evaluar la influencia de la aplicación de viruta de eucalipto con cemento en la Resistencia a la compresión para mejorar las propiedades del Adobe en Huancayo, 2023.

Evaluar la influencia de la aplicación de viruta de eucalipto con cemento en la Resistencia a la flexión para mejorar las propiedades del Adobe en Huancayo, 2023.

Evaluar la influencia de la aplicación de viruta de eucalipto con cemento influye en la absorción de humedad para mejorar las propiedades del Adobe en Huancayo, 2023.

Finalmente, la hipótesis general que se implemento fue que la adición de viruta de eucalipto con cemento influye de manera positiva en las propiedades mecánicas del adobe, Huancayo, 2023. En las hipótesis específicas dedujo que la adición de viruta de eucalipto con cemento influye de manera positiva en la resistencia a la compresión para mejorar las propiedades del Adobe en Huancayo, 2023. La adición de viruta de eucalipto con cemento influye de manera positiva en la resistencia a la flexión para mejorar las propiedades del Adobe en Huancayo, 2023. La adición de viruta de eucalipto con cemento influye de manera positiva en la absorción de humedad para mejorar las propiedades del Adobe en Huancayo, 2023.

II. MARCO TEÓRICO

Ayala, María y Chuya, Catalina (2018), este proyecto tiene como objetivo general de investigación el análisis y la comparación de las propiedades mecánicas del adobe añadiendo fibra de vidrio con los adobes tradicionales de San José de Balza. La metodología fue experimental y se realizó con la elaboración de la mezcla incluyendo varillas de fibra de vidrio en distintos casos para luego llevarlos al laboratorio y realizar los ensayos según corresponda la normativa vigente para cumplir las exigencias, se realizó prueba de campo (elasticidad, impacto, olfato, lavado de manos, corte con cuchillo, sedimentación, resistencia seca, mordedura, prueba de color, exudación) para determinar la composición el suelo siguiendo las normas establecidas NTE E 0.80 adobe, los ensayos más relevantes son los ensayos de compresión y flexión, los cuales para la elaboración de adobes reforzado se clasificaron cinco casos los cuales para cada caso se usó un porcentaje de fibra de vidrio que varía entre 0.60 a 7.90%. Entre los resultados en los ensayos a compresión se obtuvo entre los cinco casos, solo tres sobrepasaron 25 % más de la composición del adobe tradicional establecido conforme a la normatividad peruana NTP E 080, siendo el quinto caso con un promedio de 1.519 Mpa, es decir 1.5 veces mayor a lo requerido en norma. En los ensayos a flexión el resultado con mayor promedio fue del caso 2 llegando a 0.82 Mpa siendo 5 veces más al tradicional el cual dio de resultado 0.199 Mpa. Para las conclusiones, se determina su propiedad física del suelo tanto en las pruebas de campo como en laboratorio los resultados fueron similares siendo confiables ambos casos, los cambios o efectos que produce la esta fibra en el comportamiento mecánico del adobe se considera este material un buen refuerzo para estos bloques. en los ensayos del laboratorio obtuvimos en compresión un incremento del 25 % con 0.60 % de fibra de vidrio con respecto al volumen del adobe tradicional, en el ensayo a flexión se obtuvo un 514% más con respecto al adobe tradicional de 3.40 % de fibra de vidrio con respecto al volumen total del adobe.⁸

Jokhio, G., Tawil, Y., Syed, S. y Gul, Y. (2018), el objetivo de este proyecto se trata de la influencia de malla de alambre aplicado como refuerzo en el adobe. La metodología que se utilizó es experimental lo cual se realizó en dos tipos de ensayos, resistencia a la compresión y a la flexión con el propósito de aumentar positivamente la respuesta sísmica en adobe, se expusieron 22 especímenes, los cuales 12 de ellos fueron para los ensayos a compresión (6 de control y los otros 6 con el refuerzo) y 10 para el ensayo a flexión (5 de control y los otros 5 con el refuerzo). Los resultados para descubrir los efectos de la malla de alambre son la prueba del ensayo a compresión lo cual fue positivo con 0.31 Mpa al adicionar el refuerzo de la malla de alambre a comparación con el espécimen sin refuerzo con 0.22 Mpa aumentando aproximadamente un 43 %. En los ensayos a flexión introduciendo el refuerzo de malla resultó casi insignificante comparándola en la curva de tensión- deformación. En conclusión, se analizó 22 muestras de adobe, el cual usaron 12 cubos y 10 prismáticas para los ensayos de compresión y flexión. En el aumento fue de aproximadamente 43% en la resistencia a la compresión se debió a que se aplicó una sola capa de refuerzo de malla.⁹

Muhammad, Z. (2019), el objetivo general de esta investigación es analizar la composición de las propiedades mecánicas del adobe incorporándole fibras de yute, cuyo producto es un material local, En la Metodología de este proyecto fue experimental debido a que se realiza dos grupos con y sin fibras naturales elaborando muestra con un tamaño aproximadamente 200 mmx 100 mmx 100mm, estas muestras fueron sometidas a pruebas de compresión, flexión, carga de corte y absorción de humedad, en el diseño de la mezcla se evaluó el tipo de suelo dando como 29% de arena gruesa, un 39 % es arena fina, 27% es de limo y 5% es de arcilla. En los resultados de investigación de la tierra compactada aumento en resistencia a compresión a un 82.26% en la resistencia a la flexión y corte estuvo incrementado un 100%, en el tema de absorción de la humedad el resultado no fue el esperado llegando a 122% respecto a los adobes estabilizado sin aditivo. En conclusión, la eficiencia de la tierra estabilizada con fibra de yute mejoro la resistencia a compresión con 82.26%, también en la

resistencia a flexión y corte se incrementó un 100 % y en la capacidad de absorción de agua no fue favorable lo que aumento a un 122% aumentando notablemente.¹⁰

Sánchez, Mishel (2020), el objetivo de este proyecto es basado en el mejoramiento de las propiedades al adobe convencional y adobe reforzado con cemento. En la metodología empleada en esta investigación es tipo aplicada con enfoque cuantitativo, el proyecto de opto por ser experimental ya que se llevara a realizar las pruebas en el laboratorio elaborando unidades de adobe de patrón y unidades estabilizados con cemento en porcentaje al 2%, 4%, 6% y 8% del peso la muestra en seco, orientados según la norma E0.80 Diseño y Construcción con tierra reforzada (2017), para la clasificación del suelo se usó el análisis granulométrico por tamiz, límites de Atterberg, el contenido de humedad y índice de plasticidad, por consiguiente se realizaron la prueba de botella o sedimentación, presencia de arcilla y prueba de cinta de barro conocida como resistencia seca, los ensayos del laboratorio fueron resistencia a la compresión, flexión y absorción de agua. En los resultados con respecto al tipo de suelo que paso por el tamiz N°4 mediante SUCS se identifica como Arena Arcillosa SC, resultado en ensayo a la compresión en el adobe convencional teniendo como promedio 20.75 Kg/cm² , en el caso de los adobes reforzados obtuvieron como resultados en promedio con 2% una resistencia de 22.8 Kg/cm², con 4 % una resistencia de 27.47 Kg/cm², 6% con 24.81 Kg/cm² y 8 % con 23.83 Kg/cm² cuyo resultado más favorable es el 4 % aumentando un 32.39% en comparación a la muestra patrón, en el resistencia a flexión se obtiene en el adobe convencional con un promedio de 7.05 Kg/cm², en la adición de cemento de 2 % resulto 8.42 Kg/cm², al añadir 4 % resulto 9.06 Kg/cm² , con 6 % dio un 8.61 Kg/cm² y finalmente con el 8 % dando un 7.91 Kg/cm², en el ensayo de absorción de agua el adobe patrón resulto con 22.01 % , con el adobe estabilizado de 2 % se obtuvo 20.87 % , con 4% un resultado de 19.47%, con 6 % se obtiene 20.04 % y con el 8% se obtuvo 20.19 % de porcentaje en absorción de agua. En las conclusiones, el uso de la pajilla para la elaboración es muy importante, evita agrietamiento y perdida de humedad, el tipo de suelo que se clasifico es arena arcillosa SC, el cual es mejor a la arena limosa SM, en los resultados con los adobes

estabilizados respecto al adobe patrón se concluyó el comportamiento con el 4 % de cemento es mejor en compresión con 32.39 %, a flexión con 28.51 %, absorción de agua disminuye en un 11.54 %, respecto a los costos incrementa en 38.60 y 77.20 % respecto al adobe patrón.¹¹

Márquez, Jhazmin (2018), tuvo como objetivo principal la influencia de la viruta de eucalipto como estabilizante en la resistencia del adobe. La metodología que se empleo fue de enfoque cuantitativo por lo cual se dividió en tres grupos adicionando con 1.5%, 3.0% y 4.5 % con viruta de eucalipto , los ensayos que se realizaron es el ensayo a compresión, flexión y absorción de humedad aplicando a los tres grupos con respecto al adobe convencional, también se realizó el estudio de suelo como la prueba de granulometría a través de tamices, la prueba de absorción de humedad, los límites de atterberg para poder analizar el tipo de suelo que existe en la zona. Luego se dieron los siguientes ensayos, para la clasificación de suelo resulto inferior del 50 % de todo el material paso por el tamiz N°200 lo cual según la tabla de SUCS se definió como SL(Arena Limosa), en los resultados del laboratorio en el ensayo a compresión obtuvo el adobe tradicional una resistencia de 26.05 Kg/cm² dato promediado de los 4 resultados mejores según norma E080, al añadir 1.5 % de viruta de eucalipto se obtuvo 43.43 Kg/cm², con 3.0% de viruta de eucalipto se obtuvo 38.09 Kg/cm² y con 4.5 % de viruta se obtuvo 50.77 Kg/cm² observando que con la adición en distintos porcentaje mejora en sus propiedades, en prueba a flexión se obtuvo los como resultados, el adobe tradicional resulto con 3.27 Kg/cm² , con 1.5% de viruta se obtuvo 2.48 Kg/cm² , con 3.0% de viruta se obtuvo 1.85 Kg/cm² y con 4.5 % de viruta de eucalipto se obtuvo 1.85 Kg/cm² observando una disminución de porcentaje al ser comparado con el patrón, en los ensayos de absorción se temieron en el adobe tradicional un 18.98% de absorción a la humedad, con 1.5% de viruta se tiene 20.78% de absorción , en 3.0% de viruta se obtiene 20.92% y con 4.5% de viruta se obtuvo 22.62% de absorción a la humedad. Para finalizar en las conclusiones se consiguió resultados favorables en los ensayos a compresión con 4.5% se llegó a obtener 50.77 Kg/cm² aumentando un 95 % superando al adobe patrón(26.05 Kg/cm²) por lo que a más porcentaje de viruta

saldrá un resultado favorable, mientras en los resultados de prueba de resistencia a la flexión resultó una disminución del 43 % en comparación con la muestra patrón(3.27 Kg/cm²) demostró que aumentando más viruta disminuye el resultado, siendo el ensayo menos favorable fue de 3.0 % y 4.5% con 1.85 Kg/cm² resultado constante en ambos casos , en el porcentaje a la absorción los resultados se mantuvieron constantes de los adobes estabilizados 1.5%, 3.0% y 4.5% el cual fue no mejora , obteniendo 21.12%, 20.98% y 22.44% superando al adobe patrón con un 18.98%.¹²

Mantilla (2018), el objetivo de este proyecto es analizar la variabilidad de las propiedades mecánicas y físicas de un adobe modificado con viruta y caucho. La metodología que uso el autor fue experimental, la población estuvo compuesta por los bloques en general que se aplica en la ciudad de Cajamarca. La muestra fueron 245 bloques de adobe elaborados con las dosificaciones propuestas de incorporación de fibra. Para esta investigación se incorporó fibra vegetal (viruta) y fibra de caucho en pequeñas dosificaciones de 2%, 3% y 5% y se realizaron pruebas para calcular la resistencia en compresión y flexión, entonces se avaluó su reacción ante la absorción y saturación total. Obteniendo los siguientes resultados: para el caso de desempeño a compresión se obtuvo un máximo valor de 30.25 kg/cm² en especímenes con 3% de adición de viruta, con respecto a la resistencia a flexión se midió el máximo valor de 8.35% kg/cm², estos valores fueron superiores en comparación del adobe patrón. Asimismo, la muestra con 5% de caucho disminuyo hasta en 4% y con respecto a la saturación total se observó un menor desgaste en los bloques con 5% de caucho. Se concluyo que al añadir viruta y caucho en el adobe fueron favorables y mejoraron las propiedades físicas y mecánicamente tal cual se planteó en la hipótesis.¹³

López y Torbisco (2020). El objetivo general de esta investigación fue emplear la fibra natural de cabuya así poder optimizar las propiedades mecánicas del adobe. La metodología que se usó en este informe de investigación fue experimental debido a que se sometieron los adobes a cargas para medir su variación de su resistencia, la población estuvo compuesta ´por todos los adobes del distrito de

Abancay, las muestras fueron unidades de adobe en distintos porcentajes de fibra de cabuya (0%, 1.5%, 1.75%, 2.0% y 2.5%). La unidad de adobe con 1.75% de fibra de Cabuya dieron un resultado el incremento de 40% y 12% en los ensayos a del módulo de ruptura y resistencia a la compresión. Como conclusión en esta investigación se dio a conocer que la fibra natural en base a la planta de Cabuya aumenta las características mecánicas de compresión y flexión, asimismo se concluyó que la mejora que brinda este tipo de fibra en el ensayo a compresión depende de la concentración de fibras, es por ello que es importante la verificación y control de las cantidades de fibra que se utilizaran en la mezcla. También se concluyó que el costo de adobe modificado con fibra de cabuya es elevado por metro cuadrado en comparación al adobe convencional en la ejecución de viviendas rurales, pero es una buena propuesta amigable debido a que son fibras naturales biodegradables.¹⁴

Campos (2019). El objetivo de esta investigación fue mejorar el comportamiento físico y mecánico del adobe incorporando la aplicación de fibra de totora. En metodología es diseño experimental, su población estuvo compuesta por todas las unidades de adobes elaborados con una mezcla tradicional. La muestra se conformó por 72 unidades en diversos porcentajes al implementar fibra de totora (1.5%; 3.0 %; 4.5%) respectivamente el peso seco de diseño. Asimismo, se sometieron a pruebas de compresión, flexión y absorción así poder medir su desempeño. Los resultados para en caso de compresión fueron favorables ya que observo un aumento en el ensayo a compresión en todas las dosificaciones con fibra de totora, en el caso de Flexión los resultados fueron desfavorables puesto que se verifico una disminución en su resistencia a flexión en todas las muestras con fibra de totora en comparación al adobe patrón, y en el caso de la propiedad de absorción se midió un menor porcentaje de absorción en las unidades con 4.5% de absorción. Se concluyo al añadir fibra de totora aumenta ciertas propiedades y desfavorecen otras, demostrando que mejora su resistencia a compresión, disminuye en la flexión y absorción de humedad.¹⁵

Carhuamaca (2019). En esta investigación se tuvo como objetivo obtener unidades de adobes con un mejor comportamiento en las propiedades físicas y

químicas incorporando fibras sintéticas de polipropileno, esto en comparación a los adobes elaborados tradicionalmente. En la metodología estuvo comprendido como diseño experimental y tipo cuantitativo. Se realizó cuatro grupos de prueba, uno para los adobes convencionales y tres añadidos de fibra de polipropileno con diferentes porcentajes (0.25%, 0.50%, 0.75%) respecto al peso del suelo seco. La población se conformó con los especímenes necesarios que demanda la Norma E.080. La muestra de esta investigación fueron 168 especímenes de adobes tradicionales y modificados con fibras sintéticas de polipropileno. Se realizaron pruebas en el laboratorio para evaluar su resistencia a compresión, tracción, flexión, alabeo, variación en dimensión y resistencia a la prueba de SAET (erosión acelerada Swinburne). En los resultados se pudo observar que la utilización de este tipo de fibras sintéticas incrementa la resistencia a compresión, tracción y flexión, a la vez reduce la erosión causada por el agua, disminuye el alabeo y su variación dimensional. En conclusión, la adición de fibras sintéticas de polipropileno nos permite elementos óptimos con un mejor comportamiento físico-mecánico, siendo recomendable esta investigación para la elaboración de adobes reforzados.¹⁶

Anchaya (2022). El objetivo principal de esta tesis fue analizar la influencia del aserrín y viruta de eucalipto en mejorar el comportamiento en el adobe. Respecto a su metodología fue experimental ya que se utilizaron técnicas antiguas para elaborar unidades de adobe, se realizó la clasificación de SUCS, asimismo en la implementación de aserrín y viruta de eucalipto se usó diferentes dosificaciones para la incorporación en el adobe. La población de este trabajo de investigación es intencional el cual comprende la región de Apurímac. Los especímenes analizados fueron conformados por 72 bloques de adobe por tratamiento según las distintas cantidades el cual son 1.5%, 3.0%, 4.5% contando con 18 unidades cada uno junto con el adobe patrón. En el resultado se obtuvo un suelo Arcilla Arenosa de baja plasticidad (CL), en el ensayo a compresión con el adobe patrón 12.90Kg/cm², con 1.5% se obtuvo 20.91Kg/cm², con 3.0% se obtuvo 23.28Kg/cm² y con 4.5% se obtuvo 25.50Kg/cm², respecto al ensayo a flexión con el adobe patrón 3.30Kg/cm², con 1.5% se obtuvo 2.80Kg/cm², con 3.0% se obtuvo 2.20Kg/cm² y con 4.5% se obtuvo 1.90Kg/cm² y en la prueba de contenido de

humedad con el adobe patrón 20.06%, con 1.5% se obtuvo 20.70%, con 3.0% se obtuvo 20.89% y con 4.5% se obtuvo 21.38%. Como conclusión consiguiendo resultados positivos en el ensayo a compresión con 4.5% se llegó a obtener 25.50 Kg/cm² aumentando un 98 % superando al adobe patrón(12.90 Kg/cm²) por lo que a más porcentaje de viruta y aserrín saldrá un resultado favorable, en cambio en el resultante de prueba de resistencia a la flexión hubo una disminución notable del 29% con el 1.5% dando 2.80Kg/cm² en comparación al adobe patrón(3.30Kg/cm²) demostrando que aumentando más viruta y aserrín disminuye el ensayo a flexión, en el ensayo de absorción de humedad no hubo resultados favorables debido al aumento de porcentaje el cual el menos favorable es el 4.5% aumentado un 7% respecto al adobe patrón(20.06%).¹⁷

Como bases teóricas relacionada a las variables tenemos lo siguiente:

El comportamiento de las edificaciones de adobe ante sismos: las edificaciones de adobe son en su regular de baja resistencia ante los sismos lo que es causado a falta de un reforzamiento a este, estos muros no presentan un comportamiento favorable a la tracción siendo la zona más afectadas las esquinas de estos perdiendo estabilidad lateral lo que causara el colapso, si se opta por reducir la falla de la esquina podrá tener mejor resistencia en su plano ante las fuerzas sísmicas horizontales siendo causal presentarse la segunda falla llamada fuerza cortante mostrando grietas de tracción diagonal.¹⁸

Requisitos generales en la construcción: para la arquitectura en proyectos de las construcciones elaborados de adobe debe adaptarse a los parámetros mencionados en el presente reglamento.

- En las obras de adobe tradicional o adobe modificado se realizará el diseño por un análisis racional enfocado en fundamento para la mecánica los fundamentos del comportamiento elástico.
- En las construcciones de adobe se construirá en la zona sísmica 3 un nivel y en la zona sísmica 2 y 1 será de dos niveles. Por encima del primer piso se podrá realizar construcción de estructuras livianas lo cual se elabora con quincha o similares.

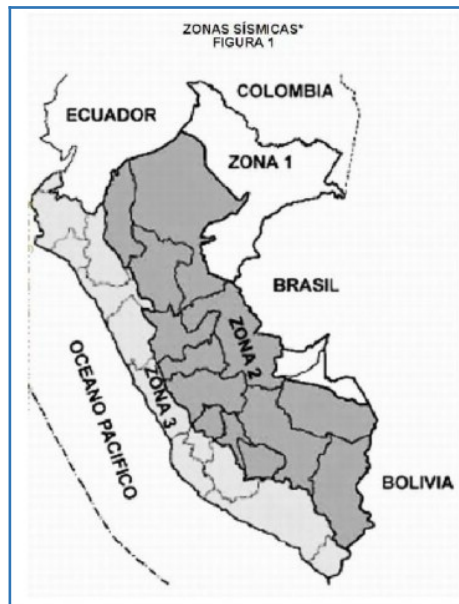


Figura 1. zonas sísmicas
Fuente: E080 Adobe

- No realizar construcciones en suelos cohesivos blandos, arcilloso expansivo, granulares sueltos, menos en zonas expuestas a aluviones, cauces de avalancha u otro fenómeno natural con inestabilidad geológica.

En la presente norma se orienta en la calidad del sistema constructivo con adobe teniendo presente la realidad problemática con los sismos que existe en la costa y sierra de nuestro país.¹⁸

El adobe: Son unidades de bloques macizos en base a tierra sin cocer, a esta mezcla en ocasiones se les incorpora paja u otros tipos de materiales para reforzar sus propiedades mecánicas y físicas y así obtener un mejor desempeño frente a factores externos.¹⁹

Los elementos que interviene son una combinación de arena, limo y arcilla que al ser mezclado con el agua producirá barro, aun contamos con el afirmar si la tierra es el más adecuado para la mezcla, siendo necesaria verificarse el tipo de suelo, su tono de color. el adobe no debe tener materias extrañas, rajaduras, grietas, u otros errores que pueden disminuir la resistencia o durabilidad.²⁰



Figura 2. Adobe
Fuente: Google Search

Adobe convencional: Es un elemento de sólidos conformado de barro y paja de manera tradicional, mayormente sin la necesidad de control calidad para los materiales, respecto a sus propiedades físicas, dimensiones, debe estar contruidos y comercializados usualmente en distritos rurales. ²¹

Ventajas y desventajas del adobe convencional: este material puede presentar algunas desventajas frente a fenómenos atmosféricos (debido al agua) o baja resistencia ante los movimientos sísmicos e inundaciones, debido a este problema es causal de las investigaciones en el mejoramiento de su capacidad mediante aditivos, este material presenta aspectos positivos, entre ellos tenemos:

- Recurso de fácil recolección ya que no se realizó traslado(combustible) de materiales y monetariamente accesible.
- No genera costos de eliminación debido a que es un material biodegradable y no contaminante.
- Nos muestra inercia térmica ante cambios de temperatura del ambiente.
- Regula el calor y frio por su capacidad de absorción de humedad ante el cambio de estado del agua evitando este fenómeno y el moho.
- Aislamiento acústico, presenta buen comportamiento ante los ruidos externos de la vivienda.
- Las técnicas de este material son sencillas al alcance de la población nativa.

- Consumo reducido de energía en comparación con las construcciones tradicionales de la ciudad.
- Resistente a elevadas temperaturas causada por el fuego.
- Evita el ingreso de plagas, insectos, entre otros agentes externos.²²

El adobe estabilizado: Son unidades a las cuales se les ha incorporado algún tipo de material como pueden ser asfalto, cal, cemento u otro material que tengan el objetivo de mejorar sus propiedades mecánicas y físicas del adobe, ciertos bloques de adobe son secados en la intemperie con luz natural alrededor de 2 a 3 semanas y adicionalmente una semana expuestos al aire. Las unidades de adobe se almacenan generalmente durante 28 días previos a los ensayos que verifiquen su comportamiento físicos y mecánicos.²³

Adobe estabilizado con cemento: En las superficies que cuenta con mínima presencia de arcilla tienen mejor adherencia con el cemento portland, constituido por los agregados de arena y grava de igual modo que ocurre en el concreto, para una buena combinación con cemento dependerá de los aspectos dados, se aconseja el 5 % al 10 % como parámetros, en caso contrario es inapropiado, debido al precio alto de cemento.²⁴

Cemento portland, conformado por el tratamiento de trituración que proviene del producto resultante de la cocción hasta sinterización, es dada por la combinación de caliza y arcilla llamado Clinker adicionando un componente usado para regular el fraguado, siendo el más utilizado el yeso di hidrato. El Clinker, el insumo más importante para la elaboración de cemento, el cual se le adiciona una combinación de silicato, aluminato y ferrito aluminato de cal.²⁵

Existen 8 tipos de cementos, su elección dependerá del uso y exigencia que requiere el proyecto, entre ellos tenemos:

- Tipo I: para uso en general, trabajos donde no haya exigencia del algún tipo de cemento en específico para caso especial.
- Tipo IA: para uso en general, se le incluye incluso de aire (expuestos a la humedad).
- Tipo II: para trabajos específico donde hay exposición a los sulfatos o calor de hidratación moderado
- Tipo IIA: para el mismo caso del tipo II incluyendo incorporador de aire.
- Tipo III: para una alta resistencia temprana, para proyectos donde se requiera rapidez para recibir carga, apto en climas de frío por su concentración de calor.
- Tipo IIIA: para el mismo caso del tipo III incluyendo incorporador de aire.
- Tipo IV: se usa en trabajos donde requiera bajo calor de hidratación, siendo apto para climas cálidos (altas temperaturas)
- Tipo V : para altas resistencia a las sales o sulfatos, casos de construcciones expuestas a estos.²⁶

Viruta de eucalipto: Es el desperdicio de tamaño pequeño, el cual no se dispersa en el ambiente, incapaz de ser removido del suelo por fuerte vientos de aire. Es el resultado de trabajos de aserrado, cepillador.²⁷

Resistencia a compresión: Se define en función del área respecto a la sección transversal y se deben realizar ensayos por lo menos 6 cubos de 10 cm de arista, posteriormente se calcula el promedio de los 4 mejores resultados, la resistencia máxima (fo) se definirá como el valor que exceda el 80% de las unidades ensayadas. Los ensayos serán efectuados con unidades llevadas al horno para su secado, siendo el mínimo valor (fo) de 10.2 kg/cm² según la Norma E.080.²⁸

Resistencia a la flexión: El desempeño a flexión está representado por el módulo de rotura, y la realización de su ensayo es importante ya que es sabido que los muros de mampostería en base a unidades de adobe son vulnerables a fallas por flexión en contacto con fuerzas sísmicas, estos fenómenos sísmicos pueden generar fisuras y grietas si el adobe tiene un bajo desempeño a flexión. La prueba de resistencia a compresión nos permite encontrar la rotura y verificar el tipo de grieta provocado por el ensayo, este ensayo se trata en evaluar a los

especímenes de adobe a una fuerza en los tercios de luz, en donde se presenta la rotura o falla.²⁹

Absorción por humedad: el concepto de absorción de agua es definida por la cantidad de líquido que puede absorber sus poros de un espécimen, lo que satura toda la unidad o también parcialmente. Este fenómeno significa la modificación de las características de una materia prima o espécimen. Por lo general hay una disminución en resistencia, dureza, lo que ocasiona el aumento en tenacidad. Se disminuye la capacidad dieléctrica. La absorción de agua también es aumento de volumen y cambios en sus dimensiones.³⁰

Recomendaciones Técnicas: como requisitos en la gradación del suelo se estima lo siguiente: para limo 15-25%, arena 55-70 % y arcilla 10-20%, estos rangos pueden variar cuando se estabiliza un adobe, no usar suelo orgánico para su elaboración, no debe contener objetos ni partículas extrañas, abolladuras, rajaduras u otros defectos que puedan disminuir o manipular sus propiedades como resistencia o durabilidad

Formas y dimensiones: podrá ser en formas rectangular, cuadrado y especiales (ángulos distintos a 90 grados) según su irregularidad, se ajustará para sus dimensiones con lo siguiente:

- En los adobes rectangular el largo tendrá una aproximación de 2 veces el ancho.
- El largo y la altura de un adobe tendrá una relación de medida la cual será de 4 a 1.
- Recomendable una altura mayor a 8 cm.

Para la elaboración del adobe se deberá quitar todo elemento extraño que no sea parte del diseño como piedras (5mm a más), residuos de plásticos, entre otros. Antes de su preparación humedecer el suelo dejándolo durante 24 horas en reposo. Al concluir su elaboración se dejará los adobes en una intemperie lejos de vientos y calor que afecte en su secado.³¹

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de investigación

Tipo de investigación

Una investigación de tipo aplicada permite encontrar soluciones a problemas que afectan directamente a la sociedad en base a la aplicación directa, en el cual se toman como referencia algunos antecedentes previos acerca del tema a investigar, Asimismo se encargara de ver la presentación del producto en base a la teoría planteada.³²

Por consiguiente, esta investigación fue de tipo aplicada, con la finalidad de mejorar el aprendizaje obtenido para modificar al adobe al adicionar la viruta de eucalipto con cemento, para poder dar una solución al hacer una elección para mejorar el comportamiento del adobe con los diversos porcentajes de la viruta de eucalipto y cemento, en base al análisis de los resultados recolectados en el laboratorio de resistencia mecánica y absorción de humedad.

Diseño de investigación

En el diseño de investigación se clasificará respecto al control del investigador sobre las variables y factores, un diseño experimental es debido al que el investigador puede decidir sobre toda variable y elementos de análisis de estudio.³³

Un estudio es cuasiexperimental aquella investigación que no es completamente experimental, es decir cuando se altera como mínimo una variable independiente para verificar su influencia en la dependiente, en este tipo de investigación las muestras son seleccionadas de forma no aleatoria y no al azar.³⁴

De esta manera, el proyecto se definió como cuasi experimental, a causa de la manipulación intencional en las cantidades de viruta de eucalipto y cemento en cada unidad de adobe con distintos porcentajes (el primero con 2.5 % viruta de eucalipto con 6 % cemento, en el segundo grupo 4.5 % viruta con 4% cemento , por último 6% viruta con 2.5 % cemento), con la finalidad de analizar su comportamiento mecánico, tomando como referencia diferentes autores las

dosificaciones son elegidas a criterio (Marquez 1.5%, 3.0% y 4.5%) elaborados con estabilizadores en unidades de adobe.

Enfoque de investigación

En la investigación el enfoque cuantitativo se representa al medir numéricamente. Se visualizará el proceso de recolección de datos para llegar a los resultados referente a las preguntas de investigación.³⁵

En esta investigación se procuró mejorar las propiedades mecánicas del adobe al agregar viruta de eucalipto con cemento por lo cual fue una investigación de enfoque cuantitativo.

Nivel de investigación

El nivel correlacional trata de visualizar a través de métodos estadísticos la relación que existe entre dos variables lo cual fue definido en términos operativos.³⁶

Esta investigación fue de nivel correlacional ya que se realizará a través de ensayos, previos estudios cumpliendo las Norma Americana ASTM y el manual de adobe E080 el cual se le añadirá aditivo natural y químico para mejorar sus propiedades mecánicas.

3.2. Variables y operacionalización

variable independiente

Las variables independientes son las que seleccionamos voluntariamente o manipulamos para analizar su reacción en relación con las variables dependientes.³⁷

Variables Independientes: Viruta de eucalipto y cemento

Variable independiente (X1): Viruta de eucalipto

Definición conceptual:

Son residuos de madera de pequeñas dimensiones. No se disuelve en el ambiente. Incapaz de removerse en la superficie del suelo por vientos fuertes. Es material de desperdicio producido por el aserrado de madera de Eucalipto.³⁸

Definición operacional

Esta variable se medirá según el porcentaje de la adición de viruta de eucalipto con cemento para el mejoramiento de sus propiedades mecánicas del adobe.

Dimensiones

- Dosificación de la viruta de eucalipto

Indicadores:

- Muestra convencional (sin adición de viruta de eucalipto con cemento)
- Muestra convencional + 2.5 % viruta de eucalipto con 6 % cemento
- Muestra convencional + 4.5 % viruta de eucalipto con 4% de cemento
- Muestra convencional + 6% viruta de eucalipto con 2.5 % cemento

Escala de medición

- De razón

Variable Independiente (X2): cemento

Definición conceptual:

Está conformado por la trituración que es el resultado de la cocción hasta sinterización, una mezcla de arcilla y caliza que adopta el nombre de Clinker y de un componente usado para regular el fraguado, el principal es el yeso di hidrato. El Clinker es el insumo principal del cemento para su elaboración, está compuesto por silicato, aluminato y ferrito aluminato de cal.³⁹

Definición operacional

La variable se mide según el porcentaje de la adición de cemento para mejorar sus propiedades mecánicas del adobe.

Dimensiones

- Dosificación del cemento

Indicadores:

- Muestra convencional (sin adición de viruta de eucalipto con cemento)
- Muestra convencional + 2.5 % viruta de eucalipto con 6 % cemento
- Muestra convencional + 4.5 % viruta de eucalipto con 4% de cemento
- Muestra convencional + 6% viruta de eucalipto con 2.5 % cemento

Escala de medición

- De razón

Variable Dependiente

Es la variable donde recopilara las alteraciones que se obtuvo al manipular la variable dependiente, a través de la observación se tendrá que medir, por lo cual nos facilitara la información.⁴⁰

Variable Dependiente (Y): Propiedades mecánicas del adobe

Definición conceptual:

La gradación del suelo para un adobe se aproxima a los siguientes porcentajes: 55-75% de arena, 15-25% de limo y 10-20% de arcilla, por ningún motivo se debe utilizar suelos orgánicos. Los rangos mencionados pueden variar en casos de fabricación de adobes estabilizados. A mismo un adobe tiene que tener la característica de ser macizo y solo es permitido que tenga solo hasta 12% de perfora miento perpendicular en la cara de asiento también llamada cara menor. Cabe recalcar que según la norma E-080 el adobe no debe tener ningún tipo de impurezas, materiales extraños u otro desperfecto que pueda alterar su resistencia y durabilidad.⁴¹

Definición operacional:

Esta variable se medirá según las propiedades mecánicas del adobe.

Dimensiones

- Propiedades mecánicas del adobe.

Indicadores:

- Resistencia a la compresión
- Resistencia a la flexión
- Absorción por humedad

Escala de medición

- De razón

3.3. Población, Muestra y muestreo**Población**

La población o también llamado universo son elementos por donde se va a obtener la muestra para la investigación, estos pueden ser lugares, objetos, personas, etc. Los cuales comparten alguna particularidad o propiedad de interés para el investigador.⁴²

La población para esta investigación fueron todas las unidades de adobe elaborados tradicionalmente en la provincia de Huancayo, Departamento de Junín.

Muestra

La muestra es una parte representativa de un conjunto llamado población, las muestras son estudiadas y analizadas con el objetivo de encontrar respuestas y conclusiones realmente válidas para todo el universo estudiado.⁴²

En el reglamento nacional de edificaciones, en la norma E.080 se menciona que, para realizar una investigación verídica para adobes, se tienen que analizar mínimo 6 unidades, en la NTP 399.613 menciona 5 unidades, es por ello que la

muestra estuvo conformada por 64 bloques de adobes en total elaborados en el distrito de Huancayo, Departamento de Huancayo.

Muestreo

En el muestreo no probabilístico todas las unidades que conforma no tienen la misma probabilidad para la selección, no es aleatorio, por lo que se desconocerá la probabilidad de selección de cada elemento en la población.⁴³

En esta investigación el tipo de muestreo fue no probabilístico o también conocido como muestreo por conveniencia, puesto que el criterio que utilizara para determinar la muestra se basó en la norma E. 080 Adobe y NTP 399.613 para luego realizar los respectivos ensayos en el laboratorio de resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y absorción de humedad.

Tabla 1. Grupos de prueba para ensayos a compresión

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION			
Muestra	% de viruta de eucalipto	% de cemento	Unidades
Adobe patrón Grupo 1	0%	0%	6
adobe Grupo 2	2.50%	6.00%	6
adobe Grupo 3	4.50%	4.00%	6
adobe Grupo 4	6%	2.50%	6
TOTAL			24

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Grupos de prueba para ensayos a flexión

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION			
Muestra	% de viruta de eucalipto	% de cemento	Unidades
Adobe patrón Grupo 1	0%	0%	5
adobe Grupo 2	2.50%	6.00%	5
adobe Grupo 3	4.50%	4.00%	5
adobe Grupo 4	6%	2.50%	5

TOTAL	20
-------	----

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Grupos de prueba para ensayos de absorción por humedad

ENSAYO DE ABORCION POR HUMEDAD			
Muestra	% de viruta de eucalipto	% de cemento	Unidades
Adobe patrón Grupo 1	0%	0%	5
adobe Grupo 2	2.50%	6.00%	5
adobe Grupo 3	4.50%	4.00%	5
adobe Grupo 4	6%	2.50%	5
TOTAL			20

Fuente: Elaboración propia.

Unidad de análisis

Son unidades de análisis porque de ellos se identifican las proposiciones en la investigación como las teorías, las hipótesis y el análisis que corresponde.⁴⁴

Para el presente proyecto la unidad de análisis fue el adobe.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Una actividad básica respecto a la ciencia es la observación en los fenómenos. En las áreas de la ciencia se ha optado por estrategias de observación en los diversos aspectos de la realidad que conforma el núcleo de interés.⁴⁵

Esta investigación se utilizó técnicas de observación de datos basados en ensayos estandarizados y verificados en la normativa vigente E. 0.80, en esta norma mencionan los protocolos para elaborar el adobe y sus respectivos ensayos. Específicamente en esta ocasión se realizarán ensayos previos para analizar las características de suelo a utilizar y posteriormente realizar los ensayos de resistencia a compresión, resistencia a flexión y absorción por humedad.

La recolección de datos se refiere adjuntar y organizar investigaciones sobre las variables, situaciones, contextos, clase y población involucrados en la investigación, siendo estos obtenidos mediante la aplicación de instrumentos que deben ser intachables, exactos, así como probados.⁴⁶

Los instrumentos que se usó para la recolección de los datos en esta investigación serán fichas de laboratorios, balanza y todos los ensayos que se realizara mediante la observación.

3.5. Procedimiento

Para este trabajo de investigación se siguió el siguiente proceso:

- **Selección del material:** se recolectó el material en la zona de estudio provincia de Huancayo, teniendo en consideración la presencia de arcilla para determinar la calidad de la tierra, siguiendo las recomendaciones de la Norma E080 Adobe no suelos orgánicos para la elaboración de adobe.



Figura 3. Recolección de la tierra
Fuente: Elaboración propia



Figura 4. Recolección de la tierra
Fuente: Elaboración propia



Figura 5. Recolección de la tierra
Fuente: Elaboración propia

La paja, tallo seco de los cereales usado como insumo para la elaboración del adobe tradicional fue recolectado en la zona de estudio en la provincia de Huancayo en los campos de siembras de cultivo.



Figura 6. Recolección de la paja
Fuente: Elaboración propia

La viruta de eucalipto son fragmentos de material residual que se produce en trabajos con madera recolectado en empresa dedicado al negocio de aserrado, carpintería entre otros.



Figura 7. Recolección del aserrín
Fuente: Elaboración propia



Figura 8. Recolección del aserrín
Fuente: Elaboración propia

- **Ensayo de la clasificación de SUCS (Sistema unificado de clasificación del suelo):** para definir el tipo de suelo para su clasificación se realizaron previos análisis del contenido de humedad, granulometría y los límites de Atterberg, los cuales se realizaron en el laboratorio MTL Geotecnia Material Testing Laboratory, por consiguiente, se realizó:

Contenido de humedad: es el peso del agua expresado en porcentaje dentro de una muestra de masa de suelo, siguiendo la norma NTP 339.127, ASTM D2216 este análisis se realizó en el laboratorio MTL Geotecnia, usando los siguientes materiales.

- ✓ Horno de secado: un horno termostático con un control de temperatura de 110 C +- 5C.
- ✓ Balanza: deben cumplir la siguiente aproximación de capacidad de precisión, para muestra menor a 200 g será de 0.01g y para muestras mayor a 200g es de 0.1g.
- ✓ Recipientes: elaborado de material resistente a cambio de temperatura sometidos al frio o calor continuo, expuestos a un material de pH variable.
- ✓ Utensilios: cuchillo, cucharas, espátula, divisores de muestras entre otros.

Se realizó el siguiente proceso para hallar el contenido de humedad:

- Determinar el peso del recipiente y registrarlo, después colocar la muestra de estado natural, en este caso se usó 100 gr en cada muestra para ser pesado.
- Introducir en el horno con una temperatura de 110 ± 5 °C, con un tiempo entre 12 a 16 horas de secado para poder sacar el agua que contiene dentro.
- Se enfría el material a temperatura ambiente y se procede a pesar en la misma balanza siendo registrado.
- Se realiza el cálculo con la siguiente fórmula:

$$W = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{peso de suelo seco al horno}} \times 100$$
$$W = \frac{M_{cws} - M_{cs}}{M_{cs} - M_c} \times 100 = \frac{M_w}{M_s} \times 100$$

En donde:

- W= el contenido de humedad expresado en porcentaje
- M_{cws} = peso del recipiente con el suelo en estado natural (gr).
- M_{cs} = peso del recipiente con el suelo secado (gr)
- M_c = peso del recipiente (gr).
- M_w = peso del agua (gr).
- M_s = peso de la muestra sólida (gr)

Figura 9. Recolección de la paja

Fuente: Elaboración propia

Granulometría: según la norma NTP 339.128, ASTM D422 es para determinar en forma cuantitativa clasificar los tamaños de partículas de suelo por un porcentaje retenido en cada tamiz se dibujará la curva granulométrica, los que son mayores a 75µm retenido en el tamiz N 200 es por tamizado, si es menor a 75µm es por sedimentación, aparatos que se usó son:

- ✓ Horno de secado: un horno termostático con un control de temperatura de 110 C +- 5 °C.
- ✓ Balanzas: debe ser una precisión de 0.01 g para pesar los materiales retenido en los tamices.
- ✓ Agitador: aparato mecánico de agitación que funciona con un motor eléctrico, a través un eje vertical sin carga debe tener una velocidad no menor a 10 000rpm.
- ✓ Tamices: conjunto de utensilios de fabricación metálica en forma redonda con mallas cuadradas por dentro, sirve para separar los finos de los gruesos de diferentes tamaños.

Tabla 4. *Tabla de tamices*

TAMICES	Designación ASTM
75.0mm	3pulg
50.0mm	2pulg
37.5mm	1 1/2pulg
25.0mm	1pulg
19.0mm	3/4pulg
9.5mm	3/8pulg
4.75mm	N^o4
2mm	N^o10
850µm	N^o20
425µm	N^o40
250µm	N^o60
106µm	N^o140
75µm	N^o200

Fuente: norma técnica peruana 339.128,1999.

- ✓ Utensilios: brocha, espátula, cepillo metálico, bandeja, tara entre otros.

El procedimiento de análisis granulométrico fue el siguiente:

- Se recepciona el material llegado de insitu para mezclarse homogéneamente de forma circular en el piso.
- Se realiza un cuarteo en el suelo con la muestra seleccionando la mejor fracción para ser pesado en la balanza y ser llevado al horno para el secado.

- Luego retirar la muestra de 500 gramos debe ser lavada con agua destilada o desmineralizada siendo libre de minerales y sales, poner de base el tamiz N° 200 para no desperdicio.
- Luego del lavado se lleva al horno con una temperatura de $110 \text{ C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$, se realiza el secado de 24 horas, luego se retira y se determinar su peso.
- Tamizado de la muestra a través de zarandeo (manualmente) con el juego de tamices de N°4 a N° 200, de un lado a otro se realiza movimientos circulares constante manualmente por un minuto.
- Para finalizar cada tamiz se registra su peso en la balanza tomando los datos para graficar la curva granulométrica.

Ensayo de límites de Atterberg: siguiendo la norma NTP 339.129, ASTM D4318 es utilizado para definir las partículas fino del suelo lo cuales son los limos y arcillas, en la ingeniería se utiliza frecuentemente los límites líquido y plástico, se seleccionó un material por lo menos de 200 g el cual pasa por el tamiz N° 40 se llevará al horno a una temperatura menor a $60 \text{ }^\circ\text{C}$ para su fácil pulverización. Por consiguiente, se pulverizará la muestra con la ayuda de un mazo con un cabezal incapaz de triturar material frágil y granos individuales.

Limite liquido: es el contenido de humedad que se expresa en porcentaje a través de la copa Casagrande delimitando el cambio de estado líquido a plástico, los materiales que se usó son:

- ✓ La copa de Casagrande: dispositivo mecánico compuesta por una copa de bronce, una base, soporte de control de caídas, uso manual o con motor.
- ✓ Acanalador: utensilio de plástico o metal no corrosible.
- ✓ Calibre: hecho de metal sirve para ajustar la caída de la copa de bronce.
- ✓ Balanza: con una precisión de 0.01g.
- ✓ Espátula: en forma de cuña con hoja flexible de 2cm de ancho y 10 a 13cm de largo.
- ✓ Tamiz: hecho de metal se usará el N40 para el lavado de muestra.
- ✓ Horno: de preferencia termostáticamente con la capacidad de contener una temperatura de $110 \pm 5^\circ\text{C}$.

- ✓ Recipiente: hecho de vidrio tiene una forma circular de base plana lo cual es usado para el mezclado de otros componentes.

El proceso que se utilizó en este ensayo es el siguiente:

- Se procedió a mezclar la muestra obtenida de 200g con agua destilada hasta obtener una consistencia parecida al de una plastilina,
- Con una porción de suelo mezclado introducir en la copa de bronce con la ayuda de una espátula se mezclará la muestra en la copa de bronce en donde descansa la base, haciendo presión y se esparcirá en forma horizontal hasta llegar a un espesor de aproximadamente 1 cm hacia la parte más profunda, no dejar atrapada ninguna burbuja de aire en la disolución. Mantener la humedad del material reteniendo con un paño húmedo por encima del recipiente.
- Usando el acanalador, se hará un trazo dividiendo la muestra en el medio, en el caso de suelos donde se desgarran fácil se hará varias pasadas.
- Con la palanca de giro en sentido antihorario se acciona el conteo registrando el número de golpes hasta que entre en contacto las dos partes con una longitud de $\frac{1}{2}$ pulgada
- Se retirará una parte de la muestra de la copa en sentido horizontal delimitando solo la medida de contacto de ambos para luego ser pesado y llevado al horno para el secado y así poder calcular el contenido de humedad.
- Realizar un gráfico representando el contenido de humedad W y el conteo de golpes registrados en un cuadro semilogarítmico se traza una línea recta según los puntos.
- Se tomará como límite líquido a la intersección de los 25 golpes con la línea recta hallada para darnos el porcentaje de humedad.

Límite plástico: es la capacidad de un suelo en pasar de un estado semisólido a un estado plástico. las herramientas que se usaron en el laboratorio son:

- ✓ Placa de vidrio: material de vidrio en forma cuadrada con 30 cm de lado y 1cm de espesor se usará en el ensayo de limite plástico.
- ✓ Balanza: con una precisión de 0.01g.
- ✓ Horno: de preferencia termostáticamente con la capacidad de contener una temperatura de calor sobre los 110 +- 5°C.
- ✓ Recipiente: para almacenar las muestras ante de ingresar al horno.

Se seleccionó una porción de muestra que se preparó para el ensayo del límite plástico, el procedimiento para este ensayo fue el siguiente:

- Tomar una porción de entre 1.5 a 2g de la masa preparada, luego con las palmas de las manos moldearlo hasta formar un rollito haciendo presión en la placa de vidrio, esto debe ser realizado hasta llegar a un diámetro de 3.2mm en menos de 2 minutos. El enrollado normal es de 80 a 90 pasadas por minuto.
- Al llegar a la medida de 3.2mm se volverá a juntar los pedazos y volver a amasar y enrollar nuevamente, este proceso se repetirá hasta cuando presente fisuras al llegar a diámetro de 3.2mm.
- Se junta los cortes del hilo agrietado en un recipiente, el peso de la masa debe ser no menos de 6g, se pesará para luego introducir en el horno y así hallar el contenido de humedad. Se repetirá el procedimiento con otra porción.
- Para hallar el límite plástico se realizó el promedio de dos resultados del contenido de humedad, estos deben estar en el rango aceptable en caso contrario repetir el ensayo.

Tabla 5. Estimados de precisión

Índice de precisión y tipo de ensayo	Desviación Estándar	Rango aceptable de dos resultados
Precisión de un operador simple:		
Limite liquido	0.8	2.4
Limite plástico	0.9	2.6
Precisión multilaboratorio		
Limite liquido	3.5	9.9
Limite plástico	3.7	10.6

Fuente: elaboración propia

El índice de plasticidad es el resultado de la diferencia del límite líquido con el límite plástico y se calcula de la siguiente manera:

$$I.P. = L.L. - L.P.$$

Donde:

L.L. : Límite líquido (número entero)

L.P. : Límite plástico (número entero)

Figura 10. Fórmula del índice de plasticidad
Fuente: NTP 339-134 Límite de Atterberg

Para la clasificación del material se usará la norma SUCS (sistema unificado de clasificación de suelo) a través de los resultados obtenidos en la granulometría y el índice de plasticidad.

- **Elaboración de los adobes:** siguiendo las indicaciones de la norma E080 (diseño y construcción con tierra reforzada) para la elaboración de adobes de 40x20x10cm se dieron las siguientes recomendaciones siguiendo los pasos en orden del proceso de elaboración:
 - Cernir la tierra antes de su preparación con una malla N^o 4 (4.75mm) para así poder eliminar piedras mayores de 5mm, terrones o otros agentes externos que puedan dificultar la trabajabilidad en la mezcla.
 - Se realizará un proceso de hidratación a la tierra ya cernida por 24 horas, este proceso es para activar las partículas de arcilla.
 - Mezclar la tierra húmeda con paja antes de ser removido con los aditivos seleccionados.



Figura 11. Mezclado de la tierra y paja
Fuente: Elaboración propia

- Se le adiciona la viruta de eucalipto luego en estado humedecido se le agrega el cemento según las porciones indicadas en esta investigación.



Figura 12. Incorporando cemento al diseño
Fuente: Elaboración propia

- En graveras o moldes se realizó el relleno de la mezcla con los aditivos en forma homogénea manualmente rellenando todos los espacios vacíos de la gabera hasta perfilar con una varilla de acero para luego ser desmoldeado.



Figura 13. Desmoldeado de Ladrillos Ladrillos de adobe.

Fuente: Elaboración Propia.



Figura 14. Desmoldeado de de adobe.

Fuente: Elaboración Propia.



Figura 15. Adobes para ensayo a compresión

Fuente: Elaboración propia

- En el curado del bloque debe ser un lugar libre apartado del sol, viento fuerte y cambio bruscos de temperatura, se recomienda un tendal que sea espolvoreado con arena fina como base para poner los adobes para no interferir su curación. El tiempo de curado será de 28 días según la norma E080 diseño y construcción con tierra reforzada.
- Luego del tiempo transcurrido se llevará las muestras al laboratorio para sus respectivos ensayos.
- **Resistencia a la compresión:** este ensayo se realizó en el laboratorio MTL Geotecnia, según las indicaciones de la norma E080 se realizó un ensayo con

6 especímenes en cubos de aristas de 0.1m, sometido a una carga de aplastamiento se medirá el esfuerzo máximo, la resistencia ultima se calcula con la siguiente expresión $f_0 = 1.0 \text{MPa} = 10.2 \text{ kgf} / \text{cm}^2$, promediando los cuatros mejores de 6 muestras debe ser igual o mayor a la resistencia ultima dada.

Para calcular la resistencia a compresión se usó la siguiente formula:

$$C = \frac{W}{A}$$

Donde:

- C = resistencia a la compresión del material, MPa.
- W = la carga máxima al producir fallo expresado en N.
- A = es el promedio del área bruta de ambos contactos, superior e inferior de la muestra, mm²

Figura 16. Formula del ensayo a la compresión

Fuente: norma e080

- **Resistencia a la flexión:** para este ensayo se usó en total 20 unidades de adobe de 40x20x10 al concluir los 28 días de curado, por cada grupo de muestras se usó 5 unidades de adobe con su respectivo porcentaje, según la norma NTP 339.613 se realizó este ensayo el cual consiste en aplicar una fuerza en el centro de una masa y apoyada en ambos extremos, los procedimientos que se realizó en este ensayo son:
 - Secar la muestra en un horno ventilado a 110 °C a 115 °C por 24 horas.
 - Apoyar en la maquina con dos barras de 5/8 pulg. a la unidad en su mayor longitud para que la carga se dirija hacia el espesor de la muestra, sobre un tramo no menos de la longitud de adobe.
 - Se aplica la carga a través de una plancha de metal con espesor de 6mm, 40mm de ancho y una longitud no menos del ancho de la unidad.
 - Los apoyos para la muestra deben estar libre en direcciones
 - La aplicación de velocidad no excederá 8896 N/m.
 - Apuntar los valores de la carga máxima cuando existe falla
 - El módulo de rotura del lote se determina como el promedio de los módulos ensayados con una aproximación a 0.01 MPa.

La fórmula para el módulo de rotura es el siguiente:

$$M_r = \frac{3PL}{2bh^2}$$

M_r : es el modulo de rotura, Kg/cm².

P : es la carga máxima de rotura indicada por la maquina de ensayo, en Kgf.

L : es la luz libre entre apoyos, en cm.

b : es el ancho del espécimen, en cm.

h : es la altura del espécimen, en cm.

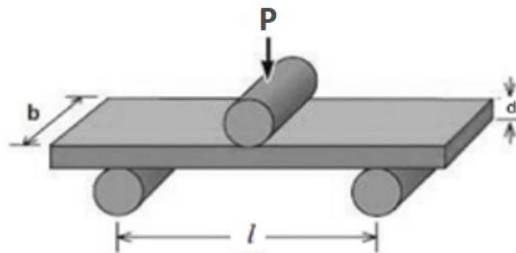


Figura 17. Formula del ensayo a flexión

Fuente: norma técnica peruana 399.613

- **Absorción de humedad:** es la cantidad de agua que puede ser retenido en un material a través de absorción en un tiempo determinado, siguiendo la norma NTP 339.613 se realizó el siguiente procedimiento:
 - se usará 5 especímenes para esta prueba.
 - Se pesará cada espécimen con una balanza de capacidad no menor a 2000g y una exactitud de 0.5g.
 - Secar las muestras en el horno ventilado a 110°C a 115°C en 24 horas
 - Luego retirar y ventilar los especímenes por lo menos 4 horas para registrar el peso seco en la balanza
 - Se sumergirá las muestras en una tina en 24 horas con agua potable, lluvia o agua destilada, luego retirar el espécimen para ser limpiado por un paño el líquido superficial, reposar 5 minutos para ser pesado en la balanza.
 - El cálculo se usará la siguiente formula:

$$\text{ABSORCIÓN \%} = 100 \times \frac{(W_s - W_d)}{W_d}$$

Donde:

W_s : peso de la muestra saturada

W_d : peso seco de la muestra

Figura 18. Formula de la absorción a la humedad
Fuente: norma técnica peruana 399.613

- Se realiza los cálculos en todas las muestras para finalmente hallar un promedio total con una aproximación a 0.001%

3.6. Método de Análisis de datos

Mediante la observación directa se registró datos de cada ensayo en el laboratorio los cuales son resistencia a la compresión, flexión y absorción de humedad cumpliendo las normas E080 y NTP 399.613 para los respectivos ensayos. También se utilizarán herramientas para representar los resultados como Microsoft Office (Word, Excel y Power Point) para visualizar de manera más didáctica con distintas herramientas estadísticas.

3.7 Aspectos éticos

Como estudiante de la universidad Cesar Vallejo de la facultad de Ingeniería y arquitectura, es importante resaltar que esta investigación se realizó con buenos valores como la honestidad, cumpliendo con las indicaciones de la Norma ISO 690-2010. Asimismo, este presente trabajo fue filtrado por la herramienta denominada Turnitin, lo cual es un requisito importante para validar nuestra investigación.

IV.RESULTADOS

Título de investigación: Mejoramiento de las propiedades mecánicas del adobe incorporando viruta de eucalipto con cemento, Huancayo 2023.

Ubicación:

Departamento: Junín

Provincia: provincia de Huancayo

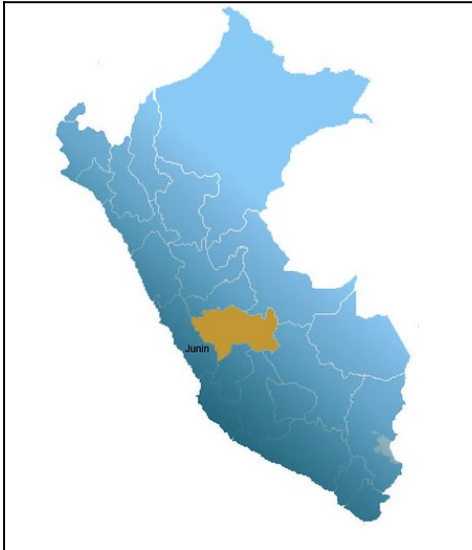


Figura 19. Mapa del Perú- Dpto. Junín
Fuente: Google Search

Figura 20. Mapa del Dpto. Junín
Fuente: Google Search

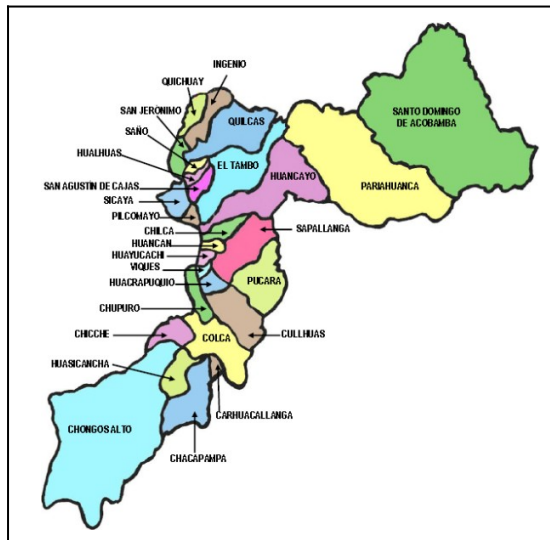


Figura 21. Mapa de la provincia Huancayo
Fuente: Google Search

Ensayo de contenido de humedad: se realizó el ensayo de contenido de humedad del suelo, lo cual se obtuvo un resultado del 6.0%.

Tabla 6. Contenido de Humedad

Tipo de ensayo: Contenido de Humedad	
Laboratorio: MTL Geotecnia SAC	
Norma: NTP 339.127	Fecha: 20/04/2023
DESCRIPCION	Muestra
<i>peso inicial seco</i>	468.0 g
<i>tara N°</i>	B
<i>peso de tara</i>	213.5
<i>tara + m. húmeda</i>	709.62
<i>tara + m. seca</i>	681.5
<i>Contenido Humedad (%)</i>	6.0

Fuente: elaboración propia

Análisis granulométrico: el material que paso por la malla N° 200 logro pasar con 63.6 % resultando un alto contenido de finos, con un 36.4% de arena y sin haber presencia de material se obtuvo un 0% de grava.

Tabla 7. Análisis granulométrico

Tipo de ensayo: Análisis Granulométrico por Tamizado				
Laboratorio: MTL Geotecnia SAC				
Norma: NTP 339.128			Fecha: 20 / 04 / 2023	
Tamiz	AASHTO T-27 (mm)	Peso Retenido	Porcentaje Retenido	Porcentaje Que Pasa
5"	127.000	-	0.0	100.0
4"	101.600	-	0.0	100.0
3"	76.200	-	0.0	100.0
2 1/2"	63.300	-	0.0	100.0
2"	50.800	-	0.0	100.0
1 1/2"	38.100	-	0.0	100.0
1"	25.400	-	0.0	100.0
3/4"	19.000	-	0.0	100.0
1/2"	12.500	-	0.0	100.0
3/8"	9.500	-	0.0	100.0
N° 4	4.750	-	0.0	100.0
N° 10	2.000	0.0	0.0	100.0
N° 20	0.840	3.1	0.7	99.3
N° 40	0.425	7.2	1.5	97.8
N° 60	0.250	29.8	6.4	91.4
N° 100	0.150	93.4	20.0	71.5
N° 200	0.075	36.8	7.9	63.6

Fuente: elaboración propia

Tabla 8. Porcentajes de agregados

Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)
0.0	36.4	63.6

Fuente: elaboración propia

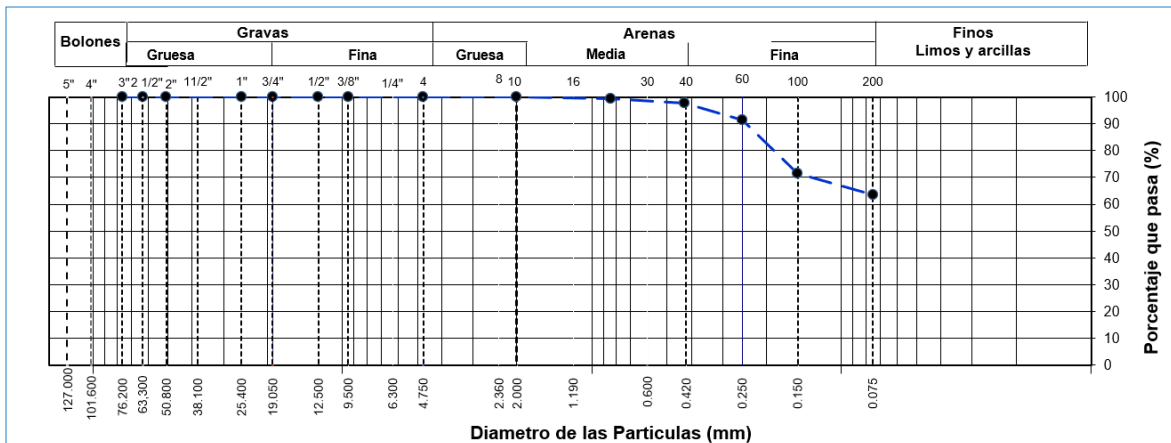


Figura 22. Curva granulométrica

Fuente: Elaboración propia

Ensayo de Límites de Atterberg: según la norma NTP 339.129 se realizó el ensayo de límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad, datos importantes para la clasificación de SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos), el material que se usa fue el pasante por el tamiz N^o 40.

Límite líquido: se realizó el método multipunto usando la copa Casagrande, se representó en gráfico la relación de N^o de golpes y contenido de humedad tomando la intersección con 25 golpes lo cual resultó el límite líquido al entero el valor de 30%.

Tabla 9. Límite líquido

Tipo de ensayo: Límite de Atterberg - Límite Líquido				
Laboratorio: MTL Geotecnia SAC				
Norma: NTP 339.129			Fecha: 21 / 04 / 2023	
DESCRIPCION	UNIDAD	Muestras		
nro. de recipiente		2	9	12
peso recipiente + suelo húmedo (A)	gr.	29.24	28.46	28.22
peso recipiente + suelo seco (B)	gr.	25.44	25.12	25.22
peso de recipiente (C)	gr.	14.24	14.17	14.10
peso del agua (A-B)	gr.	3.80	3.34	3.00
peso del suelo seco (B-C)	gr.	11.20	10.95	11.12
Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	33.93	30.50	26.98
N ^o De Golpes		17	24	31

Fuente: elaboración propia

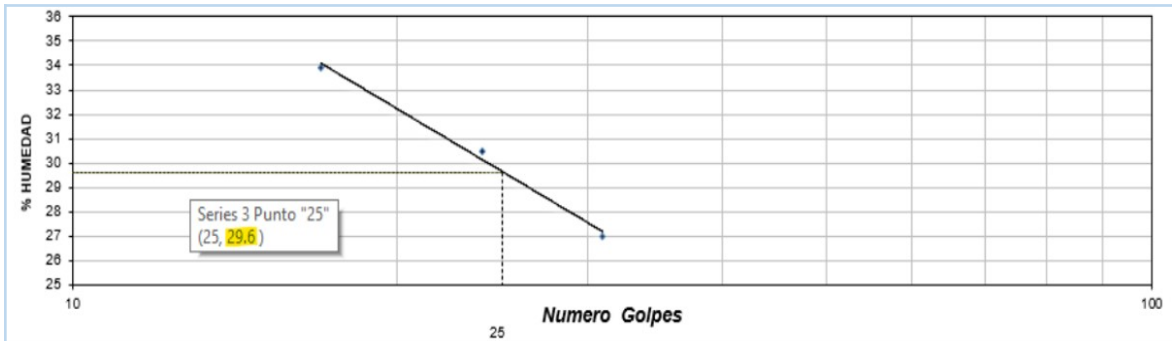


Figura 23. Relación humedad – número de golpes
Fuente: Elaboración propia

Límite plástico: con el promedio de dos muestras hallando el contenido de humedad se obtuvo llevando al entero un valor de 21%.

Tabla 10. Límite plástico

Tipo de ensayo: Límite de Atterberg - Límite Plástico			
Laboratorio: MTL Geotecnia SAC			
Norma: NTP 339.129		Fecha: 21 / 04 / 2023	
DESCRIPCION	UNIDA D	Muestras	
nro. de recipiente		A	7
peso recipiente + suelo húmedo (A)	gr.	22.12	20.45
peso recipiente + suelo seco (B)	gr.	20.78	19.35
peso de recipiente (C)	gr.	14.21	14.02
peso del agua (A-B)	gr.	1.34	1.10
peso del suelo seco (B-C)	gr.	6.57	5.33
Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	20.40	20.64
Promedio		20.52	

Fuente: elaboración propia

Índice de plasticidad: es la diferencia del límite líquido menos el límite plástico lo cual salió el valor de 9%, datos para la interpretación de la carta de plasticidad de casa grande (Anexos 4).

Tabla 11. Índice de Plasticidad

LIMITES DE CONSISTENCIA	
Límite Líquido (LL)	30.0
Límite Plástico (LP)	21.0
Índice de Plasticidad (IP)	9.0

Fuente: elaboración propia

Clasificación de SUCS: según la norma NTP 339.134 con los datos obtenidos siendo 63.6% pasando por la malla N° 200, el índice de plasticidad con un 9% sobrepasando el 7% según los parámetros, por encima de la línea "A" según la carta de plasticidad de casa grande, se determinó el tipo de suelo resultando un CL (Arcilla arenosa de baja plasticidad) (anexo 5).

Tabla 12. Clasificación de SUCS

Tipo de ensayo: Clasificación de suelos	
Laboratorio: MTL Geotecnia SAC	
Norma: NTP 339.134	Fecha: 22/04/2023
DESCRIPCION	Clasificación
Clasificación SUCS	CL
Nombre del Grupo	Arcilla arenosa de baja plasticidad

Fuente: elaboración propia

Diseño de mezclas: a continuación, se muestra el diseño según la cantidad de material para la elaboración del bloque de adobe según cada ensayo en el laboratorio.

Tabla 13. Diseño respecto a la muestra patrón

Dosificación para el diseño		
Tierra	100% del total	50 kg
Paja	1% del peso de la tierra	0.5 Kg
Agua	20% del peso contenido seco	10.1 litros

Fuente: elaboración propia

Tabla 14. Diseño del grupo 2 adicionando 2.5% viruta con 6% cemento

Dosificación para el diseño		
Tierra	100% del total	50 kg
Paja	1% del peso de la tierra	0.5 Kg
Viruta	2.5% del peso total	1.25 Kg

<i>Cemento</i>	6% del peso total	3 kg
<i>Agua</i>	20% del peso contenido seco	11 litros

Fuente: elaboración propia

Tabla 15. *Diseño del grupo 3 adicionando 4.5% viruta con 4% cemento*

Dosificación para el diseño		
<i>Tierra</i>	100% del total	50 kg
<i>Paja</i>	1% del peso de la tierra	0.5 Kg
<i>Viruta</i>	4.5% del peso total	2.25 Kg
<i>Cemento</i>	4% del peso total	2 kg
<i>Agua</i>	20% del peso contenido seco	11 litros

Fuente: elaboración propia

Tabla 16. *Diseño del grupo 4 adicionando 6% viruta con 2.5% cemento*

Dosificación para el diseño		
<i>Tierra</i>	100% del total	50 kg
<i>Paja</i>	1% del peso de la tierra	0.5 Kg
<i>Viruta</i>	6% del peso total	3 kg
<i>Cemento</i>	2.5% del peso total	1.25 Kg
<i>Agua</i>	20% del peso contenido seco	11 litros

Fuente: elaboración propia

Objetivo específico 1 **Evaluar la influencia en la resistencia a la compresión:** se realizó en el laboratorio MTL Geotécnica SAC siguiendo la norma E080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 17. *Resistencia a la compresión del adobe patrón*

Tipo de ensayo: Resistencia a la Compresión		
Laboratorio: MTL Geotecnia SAC	edad:	28 días

Norma: E 080, NTP 399.613				Fecha:	26 / 05 / 23
Muestras	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Carga (Kgf)	f _o (Kgf/cm ²)
<i>patrón -1</i>	10.1	10.2	103	1907	18.5
<i>patrón -2</i>	10.2	9.9	101	2311	22.9
<i>patrón -3</i>	10.1	10.1	102	2221	21.8
<i>patrón -4</i>	10.1	10.1	102	1705	16.7
<i>patrón -5</i>	9.9	10.1	100	1817	18.2
<i>patrón -6</i>	9.9	10.0	99	1907	19.3
Promedio	20.6	σ	2.06	f' b	18.5

Fuente: elaboración propia

En la tabla N^o 17 se obtuvo los resultados del ensayo a compresión del adobe convencional, siguiendo las recomendaciones de la norma E080 se promedió los 4 mejores resultados y hallando la resistencia requerida el cual es la diferencia del promedio con la desviación estándar obteniendo 18.55 Kg/cm² superando a la resistencia última según E080 (10.2Kg/cm²).

Tabla 18. Resistencia a la compresión adicionando 2.5% viruta con 6% cemento

Muestras	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Carga (Kgf)	f _o (Kgf/cm ²)
<i>2.5% viruta con 6% cemento</i>	10.1	9.9	100	2141	21.4
<i>2.5% viruta con 6% cemento</i>	9.9	10.2	101	2284	22.6
<i>2.5% viruta con 6% cemento</i>	10.0	10.1	101	2386	23.6
<i>2.5% viruta con 6% cemento</i>	10.2	10.1	103	2386	23.2
<i>2.5% viruta con 6% cemento</i>	10.0	10.2	102	2386	23.4
<i>2.5% viruta con 6% cemento</i>	10.2	10.2	104	2284	22.0
Promedio	23.2	σ	0.43	f' b	22.76

Fuente: elaboración propia

En la tabla N° 18 se obtuvo los resultados del ensayo a compresión adicionando 2.5% de viruta de eucalipto con 6% cemento, siguiendo las recomendaciones de la norma E080 se promedió los 4 mejores resultados y hallando la resistencia requerida el cual es la diferencia del promedio con la desviación estándar obteniendo 22.76 Kg/cm² superando a la resistencia del adobe patrón (18.55 Kg/cm²) en un 23%.

Tabla 19. Resistencia a la compresión adicionando 4.5% viruta con 4% cemento

Muestras	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Carga (Kgf)	f _o (Kgf/cm ²)
4.5% viruta con 4% cemento	9.9	9.9	98	1962	20.0
4.5% viruta con 4% cemento	10.0	10.1	101	2452	24.3
4.5% viruta con 4% cemento	10.0	10.2	102	2641	25.9
4.5% viruta con 4% cemento	10.2	10.0	102	2603	25.5
4.5% viruta con 4% cemento	10.0	10.2	102	2830	27.7
4.5% viruta con 4% cemento	9.9	10.1	100	2528	25.3
Promedio	26.1	σ	1.12	f' b	24.98

Fuente: elaboración propia

En la tabla N° 19 se obtuvo los resultados del ensayo a compresión adicionando 4.5% de viruta de eucalipto con 4% cemento, siguiendo las recomendaciones de la norma E080 se promedió los 4 mejores resultados y hallando la resistencia requerida el cual es la diferencia del promedio con la desviación estándar obteniendo 24.98 Kg/cm² superando a la resistencia del adobe patrón (18.55 Kg/cm²) en un 35%.

Tabla 20. Resistencia a la compresión adicionando 6% viruta con 2.5% cemento

Muestras	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Carga (Kgf)	f _o (Kgf/cm ²)
----------	------------	------------	-------------------------	-------------	---------------------------------------

6% viruta con 2.5% cemento	9.9	9.9	98.01	1644	16.8
6% viruta con 2.5% cemento	10.0	10.1	101.00	2055	20.3
6% viruta con 2.5% cemento	10.0	10.2	102.00	2213	21.7
6% viruta con 2.5% cemento	10.2	10.0	102.00	2181	21.4
6% viruta con 2.5% cemento	10.2	10.2	104.04	2371	22.8
6% viruta con 2.5% cemento	9.9	10.1	99.99	2118	21.2
Promedio	21.8	σ	0.72	f'b	21.04

Fuente: elaboración propia

En la tabla N° 20 se obtuvo los resultados del ensayo a compresión adicionando 6% de viruta de eucalipto con 2.5% cemento, siguiendo las recomendaciones de la norma E080 se promedió los 4 mejores resultados y hallando la resistencia requerida el cual es la diferencia del promedio con la desviación estándar obteniendo 21.04 Kg/cm² superando a la resistencia del adobe patrón (18.55 Kg/cm²) en un 13%.

Tabla 21. Resumen de resistencia a compresión

Muestras	f'b (Kgf/cm ²)
<i>patrón</i>	18.55
<i>2.5% viruta de eucalipto con 6% cemento</i>	22.76
<i>4.5% viruta de eucalipto con 4% cemento</i>	24.98
<i>6% viruta de eucalipto con 2.5% cemento</i>	21.04

Fuente: elaboración propia

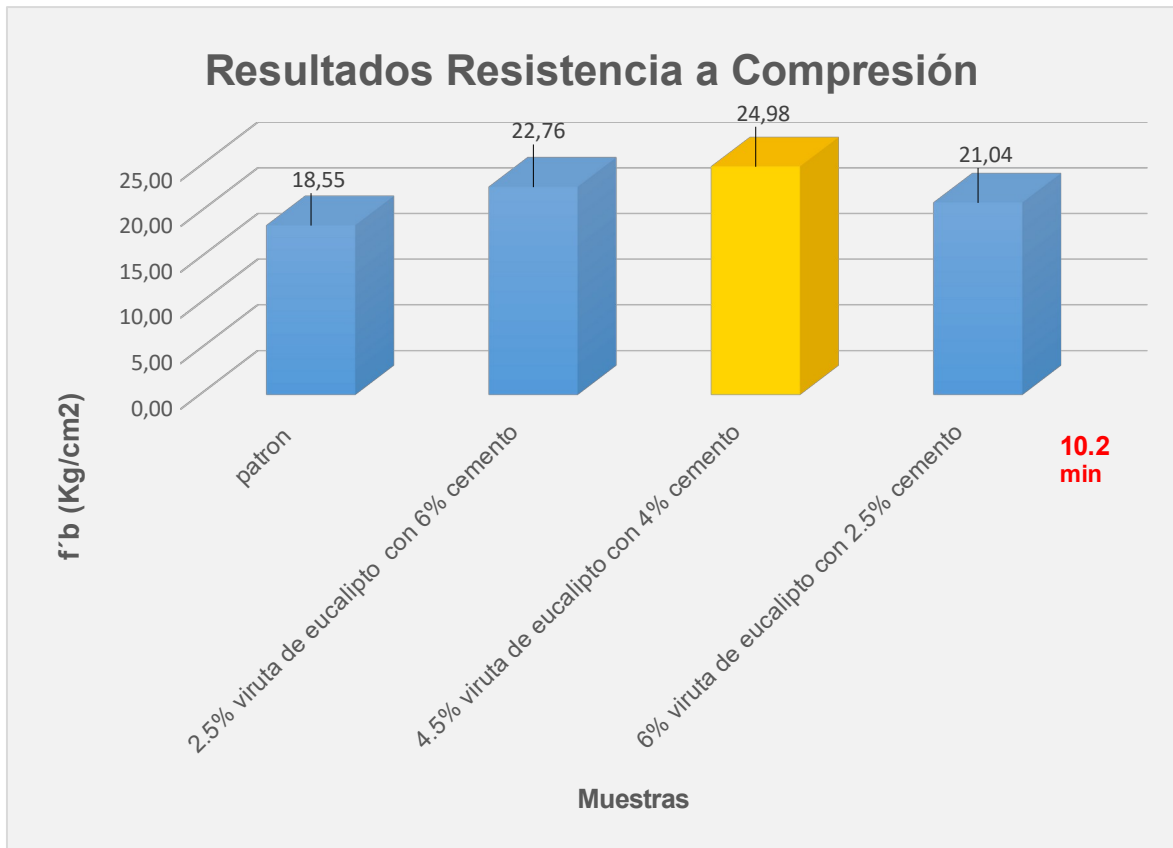


Figura 24. Resumen de la Resistencia a la Compresión

Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 22 podemos observar el adobe patrón tuvo un resultado de 18.55 Kg/cm² superando al mínimo según la norma E080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada (10.2 Kg/cm²), en el segundo grupo adicionando 2.5% de viruta con 6% cemento se obtuvo 22.76 Kg/cm² aumentando un 23% respecto al adobe patrón, en el tercer grupo adicionando 4.5% de viruta con 4% cemento se obtuvo 24.98 Kg/cm² aumentando 35% respecto al adobe patrón siendo el mejor resultado, en el cuarto grupo adicionando 6% de viruta con 2.5% cemento se obtuvo 21.04 Kg/cm² aumentando un 13% respecto al adobe patrón.

Objetivo específico 2 Evaluar la influencia en la resistencia a la flexión: se realizó en el laboratorio MTL Geotécnica SAC siguiendo la norma NTP.399.613 se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 22. Resistencia a la flexión del adobe patrón

Tipo de ensayo: Resistencia a la Flexión		
Laboratorio: MTL Geotecnia SAC	edad:	28 días

Norma: NTP 399.613				Fecha:	27 / 05 / 23
Muestras	L (cm)	b (cm)	h (cm)	P (Kgf)	Mr (Kgf/cm ²)
<i>patrón -1</i>	34.9	19.8	10.0	204	5.41
<i>patrón -2</i>	35.3	19.9	10.1	211	5.51
<i>patrón -3</i>	34.9	20.2	9.9	225	5.94
<i>patrón -4</i>	35.4	20.1	10.2	242	6.14
<i>patrón -5</i>	35.2	19.9	10.1	232	6.02
				Promedio	5.80

Fuente: elaboración propia

En la tabla N^o 22 se obtuvo los resultados del ensayo a flexión del adobe convencional, siguiendo las recomendaciones de la norma NTP 399.613 se promedió los 5 resultados obteniendo el módulo de rotura de 5.80 Kg/cm².

Tabla 23. Resistencia a la flexión adicionando 2.5% viruta con 6% cemento

Muestras	L (cm)	b (cm)	h (cm)	P (Kgf)	Mr (Kgf/cm ²)
<i>2.5% viruta con 6% cemento</i>	35.3	20.1	10.0	306	8.05
<i>2.5% viruta con 6% cemento</i>	35.3	19.9	10.1	269	7.02
<i>2.5% viruta con 6% cemento</i>	34.9	19.8	9.9	245	6.60
<i>2.5% viruta con 6% cemento</i>	34.8	19.9	10.2	257	6.47
<i>2.5% viruta con 6% cemento</i>	35.2	20.1	10.1	281	7.24
				Promedio	7.08

Fuente: elaboración propia

En la tabla N^o 23 se obtuvo los resultados del ensayo a flexión adicionando 2.5% de viruta de eucalipto con 6% cemento, siguiendo las recomendaciones de la norma NTP 399.613 se promedió los 5 resultados obteniendo el módulo de rotura de 7.80 Kg/cm² superando a la resistencia del adobe patrón (5.80 Kg/cm²) en un 22%.

Tabla 24. Resistencia a la flexión adicionando 4.5% viruta con 4% cemento

Muestras	L (cm)	b (cm)	h (cm)	P (Kgf)	Mr (Kgf/cm2)
4.5% viruta con 4% cemento	35.2	19.8	10.0	306	8.17
4.5% viruta con 4% cemento	35.3	19.9	10.1	277	7.23
4.5% viruta con 4% cemento	35.2	20.2	9.9	321	8.56
4.5% viruta con 4% cemento	34.9	19.8	10.2	277	7.04
4.5% viruta con 4% cemento	35.1	20.0	10.1	292	7.53
				Promedio	7.70

Fuente: elaboración propia

En la tabla N° 24 se obtuvo los resultados del ensayo a flexión adicionando 4.5% de viruta de eucalipto con 4% cemento, siguiendo las recomendaciones de la norma NTP 399.613 se promedió los 5 resultados obteniendo el módulo de rotura de 7.70 Kg/cm² superando a la resistencia del adobe patrón (5.80 Kg/cm²) en un 33%.

Tabla 25. Resistencia a la flexión adicionando 6% viruta con 2.5% cemento

Muestras	L (cm)	b (cm)	h (cm)	P (Kgf)	Mr (Kgf/cm2)
6% viruta con 2.5% cemento	35.3	20.1	10.0	294	7.74
6% viruta con 2.5% cemento	34.8	20.0	10.1	245	6.26
6% viruta con 2.5% cemento	35.1	19.8	9.9	245	6.64
6% viruta con 2.5% cemento	35.0	20.1	10.2	277	6.96
6% viruta con 2.5% cemento	34.8	19.8	10.1	261	6.75
				Promedio	6.87

Fuente: elaboración propia

En la tabla N° 25 se obtuvo los resultados del ensayo a flexión adicionando 6% de viruta de eucalipto con 2.5% cemento, siguiendo las recomendaciones de la norma NTP 399.613 se promedió los 5 resultados obteniendo el módulo de rotura de 6.87 Kg/cm² superando a la resistencia del adobe patrón (5.80 Kg/cm²) en un 19%.

Tabla 26. Resumen de resistencia a la flexión

Muestras	Mr (Kgf/cm ²)
patrón	5.80
2.5% viruta de eucalipto con 6% cemento	7.08
4.5% viruta de eucalipto con 4% cemento	7.70
6% viruta de eucalipto con 2.5% cemento	6.87

Fuente: elaboración propia



Figura 25. Resumen de la Resistencia a la Flexión

Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 23 podemos observar el adobe patrón tuvo un resultado de 5.8 Kg/cm², en el segundo grupo adicionando 2.5% de viruta con 6% cemento se obtuvo 7.08 Kg/cm² aumentando un 22.07% respecto al adobe patrón, en el tercer grupo adicionando 4.5% de viruta con 4% cemento se obtuvo 7.70 Kg/cm²

aumentando 32.76% respecto al adobe patrón siendo el mejor resultado, en el cuarto grupo adicionando 6% de viruta con 2.5% cemento se obtuvo 6.87 Kg/cm² aumentando un 18.45% respecto al adobe patrón.

Objetivo específico 3 Evaluar la influencia en la absorción de humedad: se realizó en el laboratorio MTL Geotécnica SAC siguiendo la norma NTP.399.613 se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 27. *Absorción de humedad del adobe patrón*

Tipo de ensayo: Absorción de Humedad			
Laboratorio: MTL Geotecnia SAC		edad:	28 días
Norma: NTP 399.613		Fecha:	29 / 05 / 23
Muestras	Peso Seco (gr)	Peso Saturado (24 hrs) (gr)	Absorción (%)
<i>patrón -1</i>	5805.2	6956.2	19.8
<i>patrón -2</i>	5900.4	6878.2	16.6
<i>patrón -3</i>	5859.4	7003.5	19.5
<i>patrón -4</i>	5903.6	6985.7	18.3
<i>patrón -5</i>	5867.3	6886.9	17.4
Promedio (%)			18.3

Fuente: elaboración propia

En la tabla N^o 27 se obtuvo los resultados del ensayo de absorción de humedad del adobe convencional, siguiendo las recomendaciones de la norma NTP 399.613 se promedió los 5 resultados obteniendo un porcentaje de absorción de 18.3%.

Tabla 28. *Absorción de humedad adicionando 2.5% viruta con 6% cemento*

Muestras	Peso Seco (gr)	Peso Saturado (24 hrs) (gr)	Absorción (%)
<i>2.5% viruta con 6% cemento</i>	6307.5	7373.3	16.9

2.5% viruta con 6% cemento	6135.4	7201.6	17.4
2.5% viruta con 6% cemento	6235.8	7307.8	17.2
2.5% viruta con 6% cemento	6202.6	7298.4	17.7
2.5% viruta con 6% cemento	5977.2	7093.9	18.7
		Promedio (%)	17.6

Fuente: elaboración propia

En la tabla N° 28 se obtuvo los resultados del ensayo de absorción de humedad adicionando 2.5% de viruta de eucalipto con 6% cemento, siguiendo las recomendaciones de la norma NTP 399.613 se promedió los 5 resultados obteniendo un porcentaje de absorción de 17.6% superando al adobe patrón (18.3 Kg/cm²) en un 3.8%.

Tabla 29. Absorción de humedad adicionando 4.5% viruta con 4% cemento

Muestras	Peso Seco (gr)	Peso Saturado (24 hrs) (gr)	Absorción (%)
4.5% viruta con 4% cemento	5612.3	6594.4	17.5
4.5% viruta con 4% cemento	5425.7	6332.9	16.7
4.5% viruta con 4% cemento	5450.5	6348.4	16.5
4.5% viruta con 4% cemento	5507.8	6448.8	17.1
4.5% viruta con 4% cemento	5558.2	6558.9	18.0
		Promedio (%)	17.2

Fuente: elaboración propia

En la tabla N° 29 se obtuvo los resultados del ensayo de absorción de humedad adicionando 4.5% de viruta de eucalipto con 4% cemento, siguiendo las recomendaciones de la norma NTP 399.613 se promedió los 5 resultados obteniendo un porcentaje de absorción de 17.2% superando al adobe patrón (18.3 Kg/cm²) en un 6.0%.

Tabla 30. Absorción de humedad adicionando 6% viruta con 2.5% cemento

Muestras	Peso Seco (gr)	Peso Saturado (24 hrs) (gr)	Absorción (%)
<i>6% viruta con 2.5% cemento</i>	5412.9	6362.1	17.5
<i>6% viruta con 2.5% cemento</i>	5609.9	6564.6	17.0
<i>6% viruta con 2.5% cemento</i>	5585.6	6559.4	17.4
<i>6% viruta con 2.5% cemento</i>	5203.6	6155.5	18.3
<i>6% viruta con 2.5% cemento</i>	5387.6	6313.8	17.2
		Promedio (%)	17.5

Fuente: elaboración propia

En la tabla N° 30 se obtuvo los resultados del ensayo de absorción de humedad adicionando 6% de viruta de eucalipto con 2.5% cemento, siguiendo las recomendaciones de la norma NTP 399.613 se promedió los 5 resultados obteniendo un porcentaje de absorción de 17.5% superando al adobe patrón (18.3 Kg/cm²) en un 4.4%.

Tabla 31. Resumen de absorción de humedad

Muestras	% Absorción
<i>patrón</i>	18.33
<i>2.5% viruta de eucalipto con 6% cemento</i>	17.56
<i>4.5% viruta de eucalipto con 4% cemento</i>	17.16
<i>6% viruta de eucalipto con 2.5% cemento</i>	17.49

Fuente: elaboración propia

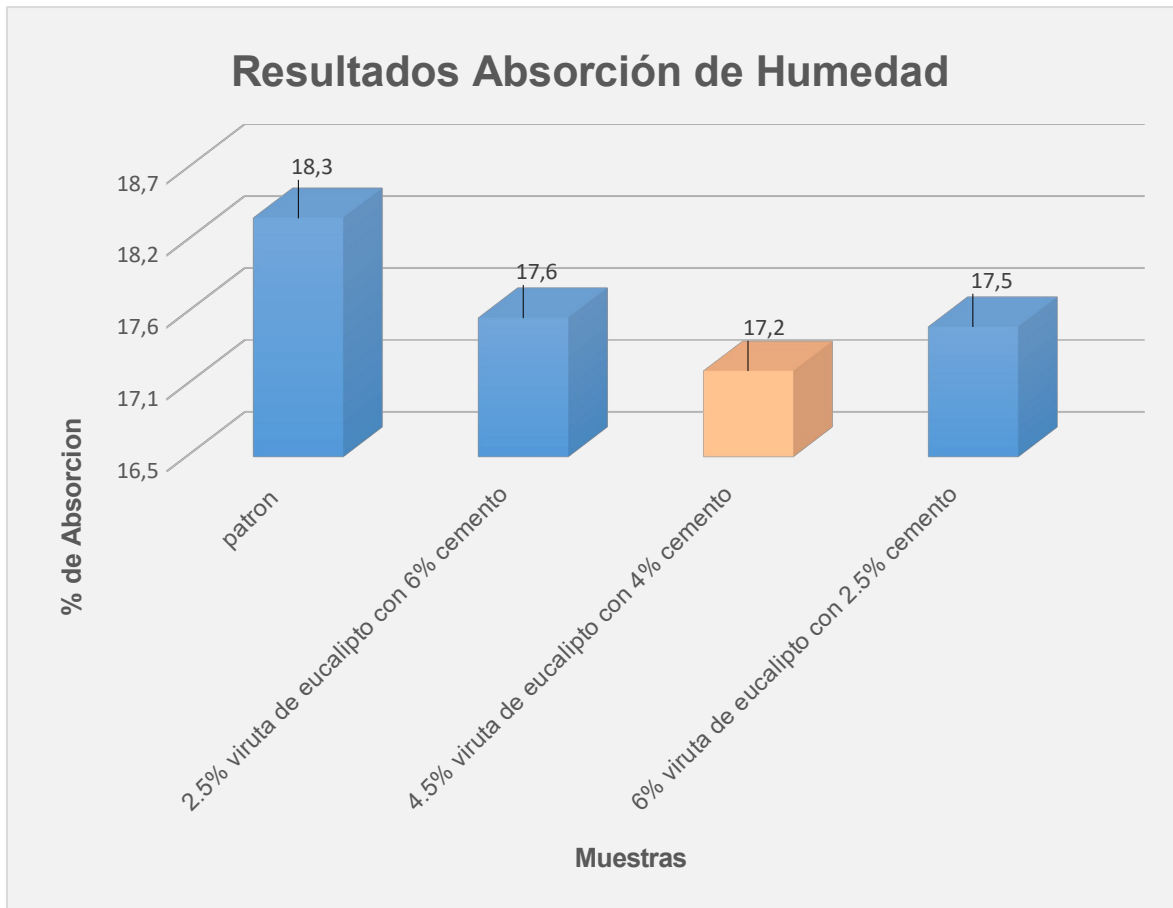


Figura 26. Resumen de la Absorción de Humedad

Fuente: Elaboración propia

En la figura N^o 24 podemos observar el adobe patrón tuvo un resultado de 18.33% en absorción de humedad, en el segundo grupo adicionando 2.5% de viruta con 6% cemento se obtuvo 17.6% en absorción de humedad disminuyendo un 3.8% respecto al adobe patrón, en el tercer grupo adicionando 4.5% de viruta con 4% cemento se obtuvo 17.2% en absorción de humedad disminuyendo 6.0% respecto al adobe patrón siendo el mejor resultado, en el cuarto grupo adicionando 6% de viruta con 2.5% cemento se obtuvo 17.5% en absorción de humedad disminuyendo un 4.4% respecto al adobe patrón.

V. DISCUSIÓN

Objetivo 1: Evaluar la influencia de la aplicación de viruta de eucalipto con cemento en la Resistencia a la compresión para mejorar las propiedades del Adobe en Huancayo, 2023.

Según Márquez, J. (2018) el ensayo de estudio de suelo en la clasificación de SUCS resultó una Arena Limosa (SL), con la adición de viruta de eucalipto para mejorar en la resistencia a compresión fueron 1.5%, 3.0% y 4.5% obteniendo 43.43Kg/cm², 38.09Kg/cm² y 50.77 Kg/cm², siendo el mejor resultado 4.5% de viruta aumentando un 95% respecto al adobe patrón (26.05 Kg/cm²).

En nuestra investigación en los resultados de estudio de suelo en la clasificación de SUCS se obtuvo Arcilla Arenosa de baja plasticidad (CL), en las adiciones de 2.5% de viruta con 6% cemento, 4.5% de viruta con 4% cemento y 6% de viruta con 2.5% cemento se obtienen 22.76Kg/cm², 24.98Kg/cm² y 21.04Kg/cm², siendo el mejor resultado el 4.5% de viruta de eucalipto con 4% cemento con 24.98Kg/cm² aumentando un 35% respecto al adobe patrón (18.55Kg/cm²).

Por consiguiente, podemos observar que el 4.5% de viruta de eucalipto es un buen rango para obtener un mejor resultado a pesar de la adición junto con el cemento, demostrando su buena relación de estos 2 aditivos incluidos en el diseño por lo que se logra aumentar la resistencia a compresión respecto al adobe patrón tomando en consideración el tipo de suelo resultante.

Objetivo 2: Evaluar la influencia de la aplicación de viruta de eucalipto con cemento en la Resistencia a la flexión para mejorar las propiedades del Adobe en Huancayo, 2023.

Según Sánchez, M. (2020) el ensayo de estudio de suelo en la clasificación de SUCS resultó una Arena Arcillosa (SC), con la adición de viruta de eucalipto para mejorar en la resistencia a la flexión fueron 2%, 4%, 6% Y 8% obteniendo 8.42Kg/cm², 9.06Kg/cm², 8.61Kg/cm² y 7.91Kg/cm², siendo el mejor resultado 4% de cemento aumentando un 29% respecto al adobe patrón (7.05 Kg/cm²).

En nuestra investigación en los resultados de estudio de suelo en la clasificación de SUCS se obtuvo Arcilla Arenosa de baja plasticidad (CL), en las adiciones de

2.5% de viruta con 6% cemento, 4.5% de viruta con 4% cemento y 6% de viruta con 2.5% cemento se obtienen 7.08Kg/cm², 7.70Kg/cm² y 6.87Kg/cm², siendo el mejor resultado el 4% cemento con 4.5% de viruta de eucalipto dando 7.70Kg/cm² aumentando un 33% respecto al adobe patrón (5.80Kg/cm²).

Por consiguiente, podemos observar que el 4% de cemento es recomendable para obtener un buen resultado siendo adicionado junto con la viruta de eucalipto de 4.5%, demostrando su buena relación de estos 2 aditivos incluidos en el diseño por lo que se logra aumentar la resistencia a la flexión respecto al adobe patrón tomando también en consideración el tipo de suelo resultante.

Objetivo 3: Evaluar la influencia de la aplicación de viruta de eucalipto con cemento influye en la absorción de humedad para mejorar las propiedades del Adobe en Huancayo, 2023.

Según Anchaya, A. (2022) el ensayo de estudio de suelo en la clasificación de SUCS resulto una Arcilla arenosa de baja plasticidad (CL), con la adición de Aserrín con viruta de eucalipto, para el análisis referente a la absorción de agua fueron 1.5%, 3.0% y 4.5% obteniendo 20.70%, 20.89% y 21.38%, logrando observar que ninguna de las muestras logro alguna disminución, al contrario, siendo el mayor incremento el 4.5% de aserrín con viruta aumentando un 7% respecto al adobe patrón (20.06%).

En nuestra investigación en los resultados de estudio de suelo en la clasificación de SUCS se obtuvo Arcilla Arenosa de baja plasticidad (CL), en las adiciones de 2.5% de viruta con 6% cemento, 4.5% de viruta con 4% cemento y 6% de viruta con 2.5% cemento se obtienen 17.6%, 17.2% y 17.5%, siendo el mejor resultado el 4.5% de viruta de eucalipto con 4% cemento dando 17.2% disminuyendo un 6% respecto al adobe patrón (18.3%).

Por consiguiente, en la investigación de Anchaya con la adición de aserrín con viruta de eucalipto no se obtuvieron resultados favorables, en cambio en la presente investigación se pudo observar una ligera disminución con la adición de 4.5% de viruta de eucalipto con 4% cemento el cual demuestra una buena relación de estos 2 aditivos incluidos en el diseño tomando en consideración el tipo de suelo resultante.

VI. CONCLUSIONES

1.El tipo de suelo Arcilla Arenosa de baja plasticidad (CL) tiene buena trabajabilidad para la elaboración de los adobes incorporando los 2 aditivos viruta de eucalipto con cemento el cual tuvo buena respuesta en las propiedades mecánicas al aumentarse la resistencia a compresión, resistencia a la flexión y la disminución por absorción de humedad en comparación con el adobe patrón.

2.En conclusión del primer objetivo existe buena relación entre 4.5% viruta de eucalipto con 4% cemento para el ensayo de resistencia a compresión llegando a ser uno de los mejores resultados sobrepasando a las demás dosificaciones aumentando un 35% con 24.98Kg/cm² respecto al adobe patrón (18.55Kg/cm²) a la vez cumpliendo el requerimiento mínimo según la norma E080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada con 10.2Kg/cm².

3.En conclusión del segundo objetivo la relación del 4.5% viruta de eucalipto con 4% cemento fue el más favorable para el ensayo a flexión con 7.70Kg/cm² en comparación con las demás dosificaciones sobrepasando con un 33% respecto al adobe patrón(5.80Kg/cm²) recalcando que el cemento es buen aditivo para el mejoramiento de esta propiedad, pero sin exceder en la dosificación.

4.En conclusión del tercer objetivo se observó una ligera disminución en el ensayo de absorción de humedad el cual representa un resultado positivo ya que a menos porcentaje la muestra tiende a ser más resistente a la humedad, siendo el mejor la adición de 4.5%de viruta de eucalipto con 4% cemento se obtuvo 17.2% el cual es una reducción del 6% en comparación al adobe patrón (18.3%).

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda tener en cuenta el tipo de suelo para proceder a aplicar las dosificaciones ya que es importante saber el comportamiento de este con los distintos aditivos que se relacionan al tema, también tener en consideración el clima siendo en esta investigación una zona de alto friaje (provincia de Huancayo).

2. En la relación del cemento no exceder al 8% debido a que se busca mejorar las propiedades mecánicas y físicas del adobe evidenciando con 6% tiende a aumentar la absorción de humedad, obteniendo un balance al ser mezclado junto con otro aditivo que no sea soluble.

3. Para la realización de nuevas investigaciones la selección de aditivos con características similares a esta investigación se debe obtener cerca de la zona de estudio para no exceder los gastos y a la vez reducir costos.

4. Es importante el cumplimiento de las normas y recomendaciones que nos ofrece para la elaboración de los adobes, su curado y los ensayos en el laboratorio que se realice según los objetivos de la investigación.

5. Verificar la calibración de los equipos que se usara con el objetivo de obtener resultados confiables y de calidad.

REFERENCIAS

- [1]World Meteorological Organization 2 de setiembre de 2019[en línea]
[Fecha de consulta:01 de octubre de 2020]. Disponible en:
<https://public.wmo.int/es/media/comunicados-de-prensa/el-clima-mundial-entre-2015-y-2019-se-ha-acelerado-el-cambio-clim%C3%A1tico>
- [2]INDECI. Temporada de bajas temperaturas 2020 [en línea] [Fecha de consulta:02 de octubre de 2021]. Disponible en:
<https://www.indeci.gob.pe/minisites/bajastemperaturas2020/>
- [3]Junín: declaran en emergencia a 44 distritos debido a daños ocasionados por las heladas [en línea]. El Comercio. 01 de abril de 2021 [Fecha de consulta:02 de octubre de 2021]. Disponible en:
<https://elcomercio.pe/peru/junin/junin-declaran-en-emergencia-a-44-distritos-debido-a-danos-ocasionados-por-las-heladas-nnpp-noticia/?ref=ecr>
- [4]Huancayo: niños y ancianos en peligro por época de helada que llega a temperaturas bajo cero [en línea]. Correo. 24 abril 2021 [Fecha de consulta:02 de octubre de 2021]. Disponible en:
<https://diariocorreo.pe/edicion/huancayo/ninos-y-ancianos-en-peligro-por-epoca-de-helada-que-llega-a-bajo-cero-grados-noticia/>
- [5]CARCEDO, Miguel. Resistencia a compresión de bloques de tierra comprimida estabilizada con materiales de sílice de diferente tamaño de partícula. Magíster de titulación. España: Universidad Politécnica de Madrid, facultad de Ingeniería, 2012. Disponible en:
<https://oa.upm.es/10672/>
- [6] MANTILLA, Jhon. Variación de las propiedades físico-mecánicas del adobe al incorporar viruta y caucho. Tesis de titulación. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, facultad de Ingeniería, 2018. Disponible en:
<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1996>

[7]TORRES, Agüero. Las fibras naturales como refuerzo sísmico en la edificación de viviendas de adobe en la costa del departamento de Ica. Tesis de titulación. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, facultad de Ingeniería, 2016. Disponible en:

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2486/N10-T6-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

[8]AYALA, María y CHUYA, Catalina. Comparación de parámetros mecánicos y físicos del adobe tradicional con adobe reforzado con fibra de vidrio. Tesis de titulación. Ecuador: Universidad de Cuenca, facultad de Ingeniería, 2018. Disponible en:

<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/30095>

[9] Compressive and flexural tests on adobe samples reinforced with wire mesh for JOKHIO, G. [et al]. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* [en línea], Malasia, 2018 [Fecha de consulta: 10 de octubre del 2021]. Disponible en:

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/318/1/012030>

ISSN: 1757-8981

[10] MUHAMMAD, Z. Feasibility of Natural fiber reinforced stabilized-earth-brick in masonry to promote sustainability. Tesis de titulación. Pakistán: Capital University of science and tecnología, facultad de Ingeniería, 2019. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/344351851_Feasibility_of_Natural_Fiber_Reinforced_Stabilized-Earth-Brick_in_Masonry_to_Promote_Sustainability

[11]SÁNCHEZ, Mishel. Análisis comparativo de Adobe convencional y Adobe estabilizado con cemento con fines constructivos. Tesis de titulación. Chiclayo: Universidad Señor de Sipán, facultad de Ingeniería, 2020. Disponible en:

<https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/7534>

[12]MÁRQUEZ, Jhazmin. Estabilización del adobe con adición de viruta de eucalipto, chincha 2018. Tesis de titulación. Chincha: Universidad Cesar Vallejo, facultad de Ingeniería, 2018. Disponible en:

https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_529ab95e98116a3f9088e2e8c3b6896f

[13]MANTILLA, Cristian. Variación de las propiedades físico mecánicas del adobe al incorporar viruta y caucho. Tesis de titulación. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, facultad de ingeniería, 2018.

Disponible en:

<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/1996>

[14]LOPEZ, Ximena Del Pilar y TORBISCO, Dasarella. Aprovechamiento de la fibra de cabuya para el mejoramiento de las propiedades mecánicas de la mezcla tradicional de adobe en una unidad de albañilería en el distrito de Abancay, departamento de Apurímac. Tesis de titulación. Apurímac: Universidad peruana de Ciencias Aplicadas, facultad de ingeniería, 2020.

Disponible en:

<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/654799>

[15]CAMPOS, Yelsin. Análisis físico mecánico del adobe con la aplicación de fibra de totora, Tayabamba-2018. Tesis de titulación. La Libertad: Universidad Cesar Vallejo, facultad de Ingeniería, 2018. Disponible en:

<https://hdl.handle.net/20.500.12692/60755>

[16]ALFARO, Christian. Adobe estabilizado mediante el empleo de fibras sintéticas de polipropileno, Tunanmarca-Jauja. Tesis de titulación. Junín: Universidad Nacional del Centro del Perú, facultad de Ingeniería, 2019.

Disponible en:

<http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/5553>

[17] ANCHAYA, Antony. Adición de Aserrín y Viruta de Eucalipto en el Adobe para Mejorar su Comportamiento Físico – Mecánico, Huaccana,

Apurímac - 2022. Tesis de titulación. Perú: Universidad Cesar Vallejo. Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, 2022. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/101624>

[18] Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma E 080 Adobe. Estructuras. Peru:2010.3pp.

[19] BEGUM, Razia, HABIB, Ahsan y ARA, Hosne. Adobe bricks stabilized with cement and natural rubber latex. *Researchgate* [en línea]. Vol. 2, 36-38,4 february 2014 [Fecha de consulta 14 octubre 2021]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/260796994_Adobe_Bricks_Stabilized_With_Cement_and_Natural_Rubber_Latex ISSN: 2319– 6378

[20] OLAZABAL, Katerine y GUEVARA, Dharyl. Análisis comparativo de las propiedades físico–mecánicas del adobe estabilizado con cemento y mucilago de gigantón fabricado según la norma E-0.80, comparado con el adobe tradicional del distrito de San Jerónimo de la región de Cusco. Tesis de titulación. Cusco: Universidad Andina de Cusco, facultad de Ingeniería, 2019. 47pp. Disponible en: <https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/2858>

[21] ROMERO, Vanessa y CALLASI, Carlos, Estudio comparativo de las propiedades físico mecánicas de las unidades de adobe tradicional frente a las unidades de adobe estabilizado con asfalto. Tesis de titulación. Cusco: Universidad Andina de Cusco, facultad de Ingeniería, 2017. 12pp. Disponible en: <https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/1052>

[22] AMORÓS, Marta. Desarrollo de un nuevo ladrillo de tierra cruda, con aglomerantes y aditivos estructurales de base vegetal. Tesis de Master. España: Universidad Politécnica de Madrid, facultad de Arquitectura, 2011. 4 pp. Disponible en: https://oa.upm.es/9058/2/TESIS_MASTER_MARTA_AMOROS_GARCIA.pdf

[23]. Physical, Mechanical and thermal behavior of adobe stabilized with synthetic termite saliva for GANDIA, Romulo [et al]. Engenharia Agrícola [en línea]. Vol. 39, n. 2, April 2019, 139-149pp [Fecha de consulta 10 octubre 2021]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/332854488_Physical_mechanical_and_thermal_behavior_of_adobe_stabilized_with_synthetic_termite_saliva ISSN 1809-4430

[24]SALVADOR, Orlandini. Evaluación del comportamiento a comprensión de las unidades de adobe convencional frente a las unidades de adobe estabilizado con cemento y asfalto Caraz 2019. Tesis de titulación. Lima: Universidad Cesar Vallejo, facultad de Ingeniería, 2019. 10pp. Disponible en: <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2576051>

[25]FERNÁNDEZ, Manuel. Hormigón. 10va ed. España: Ibergarceta Publicaciones S.L., 2013. 19pp. ISBN: 9788415452508

[26] American Society for Testing and Materials. C150-04 Cement Portland.USA.2010.1pp.

[27]CARHUANAMBO VILLANUEVA, Jhenifer Thajana. Propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado con adición de viruta y aserrín, Cajamarca 2016. Tesis de titulación. Cajamarca: Universidad Privada del Norte, facultad de Ingeniería, 2016. 37pp. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/7328>

[28]MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. NormaE.080 Diseño y construcción con tierra reforzada. Peru.2017. 17pp.

[29]ALFARO, Christian. Adobe estabilizado mediante el empleo de fibras sintéticas de polipropileno, Tunanmarca-Jauja. 2019. Tesis de titulación. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, facultad de Ingeniería, 2019. 69pp. Disponible en: http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5553/T010_46763678_T.pdf?sequence=1

[30]MANTILLA, Jhon. Variación de las propiedades físico mecánicas del adobe al incorporar viruta y caucho. Tesis de titulación. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, facultad de Ingeniería, 2018. 23pp. Disponible en: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1996>

[31] Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma E 080 Adobe. Estructuras. Peru:2010. 2pp.

[32]Lozada, José. Investigación Aplicada Definición, Propiedad Intelectual e Industria. *Dialnet*, [en línea] Vol.3, n1.47pp [Fecha de consulta: 19 de octubre 2021] Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749> ISSN: 1390– 9592

[33]VALLEJO, Maite. El diseño de investigación: Una breve revisión metodológica, México. *Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez*. [en línea]. Vol. 72, n1, enero-marzo 2022 pág. 8, [Fecha de consulta 19 de octubre 2021] Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/archi/ac-2002/ac021b.pdf>

[34]HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos, BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación [en línea]. 6ta ed. España: Interamericana Editores, S.A, 2014. 151 p. [Fecha de consulta 20 octubre 2021]. Disponible en: https://www.todostuslibros.com/libros/metodologia-de-la-investigacion_978-1-4562-2396-0 ISBN:9781456223960

[35]ORTEGA, Alfredo. Enfoques de investigación. Researchgate. [en línea], Colombia: Universidad de Atlántico. 3pp. [Fecha de consulta 19 de octubre 2021] Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Alfredo-Otero-Ortega/publication/326905435_ENFOQUES_DE_INVESTIGACION/links/5b6b7f9992851ca650526dfd/ENFOQUES-DE-INVESTIGACION.pdf

[36]Díaz, Pino, Martínez, Aurora, Vernetta, Mercedes. Análisis de la metodología en la investigación sobre gimnasia rítmica [en línea]. *Ef deportes*. España: diciembre de 2004. 1pp. [Fecha de consulta 19 de octubre 2021]. Disponible en:

<http://www.efdeportes.com/efd79/ritm.htm>

[37]Morales, Pedro. Tipos de variables y sus implicaciones en el diseño de una investigación [en línea] España: 25 de marzo de 2012. pág. 4, [Fecha de consulta 20 de octubre 2021]. Disponible en:

<https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w25732w/morales.pdf>

[38]CARHUANAMBO, Jhenifer. Propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado con adición de viruta y aserrín, Cajamarca 2016. Tesis de titulación. Cajamarca: Universidad Privada del Norte, facultad de Ingeniería, 2016. 37pp. Disponible en:

<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/7328>

[39]SALVADOR, Orlandini. Evaluación del comportamiento a comprensión de las unidades de adobe convencional frente a las unidades de adobe estabilizado con cemento y asfalto Caraz 2019. Tesis de titulación. Ancash: Universidad Cesar Vallejo, facultad de Ingeniería, 2019. 13pp. Disponible en:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/42695>

[40]Métodos de investigación de enfoque experimental por ALONSO, Atenea [et al] [en línea]. pág. 10 [Fecha de consulta 21 de octubre 2021]

Disponible en: <https://www.postgradoune.edu.pe/pdf/documentos-academicos/ciencias-de-la-educacion/10.pdf>

[41] SALVADOR, Orlandini. Evaluación del comportamiento a comprensión de las unidades de adobe convencional frente a las unidades de adobe estabilizado con cemento y asfalto Caraz 2019. Tesis de titulación. Ancash: Universidad Cesar Vallejo, facultad de Ingeniería, 2019. 33pp. Disponible en:

<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/7328>

[42]LÓPEZ, Pedro y FACHELLI, Sandra. Metodología de la investigación social cuantitativa. [en línea]. España: Universitat Autònoma de Barcelona, 2015. 6-7 pp. [Fecha de consulta 21 octubre 2021]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/78524582.pdf>

[43]LÓPEZ, Pedro. Población muestra y muestreo. *Scielo.org*. [en línea]. Bolivia. 5pp. [Fecha de consulta 21 de octubre 2021] Disponible en: <http://www.scielo.org.bo/pdf/rpc/v09n08/v09n08a12.pdf>

[44]BATTHYÁNY, Karina. Metodología de la investigación en ciencias sociales [en línea]. Vol. 2, Uruguay: Las autoras, 2011. 67pp [Fecha de consulta 21 de octubre 2021]. Disponible en: <http://repositorio.minedu.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12799/4544/Metodolog%c3%ada%20de%20la%20investigaci%c3%b3n%20para%20las%20ciencias%20sociales%20apuntes%20para%20un%20curso%20inicial.pdf?sequence=1&isAllowed=y> ISBN: 9789974007697

[45]ALBERTO, José y ARIEL, Claudio. Técnicas para investigar recursos metodológicos para la preparación de proyectos en investigación [en línea]. España. Editorial Brujas, 2014. 40pp [Fecha de consulta 22 de octubre 2021]. Disponible en: <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2016/01/T%c3%a9cnicas-para-investigar-2-Brujas-2014-pdf.pdf> ISBN: 9789875915480

[46] Técnicas e instrumentos de recolección de datos cuali-cuantitativos por USECHE, Maria [et al] [en línea]. Colombia: Editorial Gente Nueva,2019. 29pp [Fecha de consulta 22 de octubre 2021]. Disponible en: <https://repositoryinst.uniguajira.edu.co/bitstream/handle/uniguajira/467/88.%20Tecnicas%20e%20instrumentos%20recolecti%c3%b3n%20de%20datos.pdf?sequence=1&isAllowed=y> ISBN: 9789566037040

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de operacionalización de las variables

Título: Mejoramiento de las propiedades mecánicas del adobe incorporando viruta de eucalipto con cemento, Huancayo 2023

Autor: Figueroa Yucra Luis Miguel

	VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
V.INDEPENDIENTES	VIRUTA DE EUCALIPTO	Son residuos de manera de lámina curvada o espiral, los cuales se extraen de la madera por medio de un cepillo u otras herramientas, como por ejemplo brocas, al hacer trabajos de cepillado, desbastado o perforación, sobre madera. ²⁴ (Carhuanambo,2016)	Esta variable se medirá según el porcentaje de la adición de viruta de eucalipto con cemento para mejorar sus propiedades mecánicas del adobe.	Dosificaciones en % por peso suelo seco	2.5% de viruta de eucalipto + 6% de cemento	De razón
	CEMENTO	Está constituido por la trituración del producto resultante de la cocción hasta sinterización, de una aleación de caliza y arcilla que adopta el nombre de "Clinker" y de un componente empleado como regulador de fraguado que, principalmente, es yeso dihidrato. El Clinker, material principal del cemento. ²³ (Salvador,2019)			4.5% de viruta de eucalipto + 4% de cemento	De razón
					6% de viruta de eucalipto + 2.5% de cemento	De razón
V.DEPENDIENTE	PROPIEDADES DEL ADOBE	La gradación del suelo para un adobe debe aproximarse a los porcentajes siguientes: 55-75% de arena, 15-25% de limo y 10-20% de arcilla, por ningún motivo se debe utilizar suelos orgánicos. Los rangos mencionados pueden variar en casos de fabricación de adobes estabilizados. Así mismo un adobe tiene que tener la característica de ser macizo. ³² Carhuanambo,2016)	Esta variable se medirá según las propiedades mecánicas del adobe.	Propiedades mecánicas del adobe	Resistencia a la compresión	De razón
					Resistencia a la flexión	De razón
					Absorción por humedad	De razón

Fuente. Elaboración propia

Anexo 02: Matriz de consistencia

Título: Mejoramiento de las propiedades mecánicas del adobe incorporando viruta de eucalipto con cemento, Huancayo 2023						
Autor: FIGUEROA YUCRA LUIS MIGUEL						
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES, DIMENSIONES, INDICADORES, INSTRUMENTO E ESCALA DE MEDICION			METODOLOGIA
<u>PROBLEMA GENERAL</u>	<u>OBJETIVO GENERAL</u>	<u>HIPÓTESIS GENERAL</u>	V. INDEPENDIENTES: VIRUTA DE EUCALIPTO Y CEMENTO			Tipo de investigacion: Aplicada
¿Cómo influye la aplicación de viruta de eucalipto con cemento para mejorar las propiedades mecánicas del adobe, Huancayo, 2023?	Evaluar la influencia de la aplicación de viruta de eucalipto con cemento para mejorar las propiedades mecánicas del adobe, Huancayo, 2023	La adición de viruta de eucalipto con cemento influye de manera positiva en las propiedades mecánicas del adobe, Huancayo, 2023	<u>DIMENSIONES</u>	<u>INDICADORES</u>	<u>INSTRUMENTOS</u>	
			D1: Dosificaciones con viruta de eucalipto + cemento en % por peso de suelo seco	2.5% de viruta de eucalipto + 6% de cemento	Balanza de precisión	
			D2: Dosificaciones con viruta de eucalipto + cemento en % por peso de suelo seco	4.5% de viruta de eucalipto + 4% de cemento		
D3: Dosificaciones con viruta de eucalipto + cemento en % por peso de suelo seco	6% de viruta de eucalipto + 2.5% de cemento					
<u>PROBLEMA ESPECÍFICOS</u>	<u>OBJETIVO ESPECÍFICOS</u>	<u>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS</u>	V. DEPENDIENTE: PROPIEDADES DEL ADOBE			Diseño de investigacion: Experimental
¿Cuánto influye la aplicación de viruta de eucalipto con cemento en la Resistencia a la compresión para mejorar las propiedades del Adobe en Huancayo, 2023?	Evaluar la influencia de la aplicación de viruta de eucalipto con cemento en la Resistencia a la compresión para mejorar las propiedades del Adobe en Huancayo, 2023.	La adición de viruta de eucalipto con cemento influye de manera positiva en la resistencia a la compresión para mejorar las propiedades del Adobe en Huancayo, 2023.	<u>DIMENSIONES</u>	<u>INDICADORES</u>	<u>INSTRUMENTOS</u>	
			Resistencia a la compresion	Ensayo de resistencia a la compresion	RNE E080 Adobe Formato para ensayo de resistencia a la compresion	
			Resistencia a la flexion	Ensayo de resistencia a la flexion	RNE E.0.80 Norma NTP 399.613 Formato para ensayo de resistencia a la flexion	
¿La aplicación de viruta de eucalipto con cemento influye en la absorción de humedad para mejorar las propiedades del Adobe en Huancayo, 2023?	Evaluar la influencia de la aplicación de viruta de eucalipto con cemento influye en la absorción de humedad para mejorar las propiedades del Adobe en Huancayo, 2023.	La adición de viruta de eucalipto con cemento influye de manera positiva en la absorción de humedad para mejorar las propiedades del Adobe en Huancayo, 2023..	Absorcion de humedad	Ensayo de absorcion de humedad	RNE E.0.80 Norma NTP 399.613 Formato para absorcion de humedad	Enfoque de investigacion: Cuantitativa

Fuente. Elaboración propia

Anexo 03: Prueba del turnitin

Feedback Studio - Google Chrome
ev.turnitin.com/app/carta/es/?s=1&u=1088032488&lang=es&o=2129205171&ro=103

feedback studio Luis Miguel Figueroa Yucra | Mejoramiento de las propiedades mecánicas del adobe incorporando viruta de eucalipto con cemento, Huan... /null 2 de 549

Resumen de coincidencias 17 %

Se están viendo fuentes estándar
EN Ver fuentes en inglés (Beta)

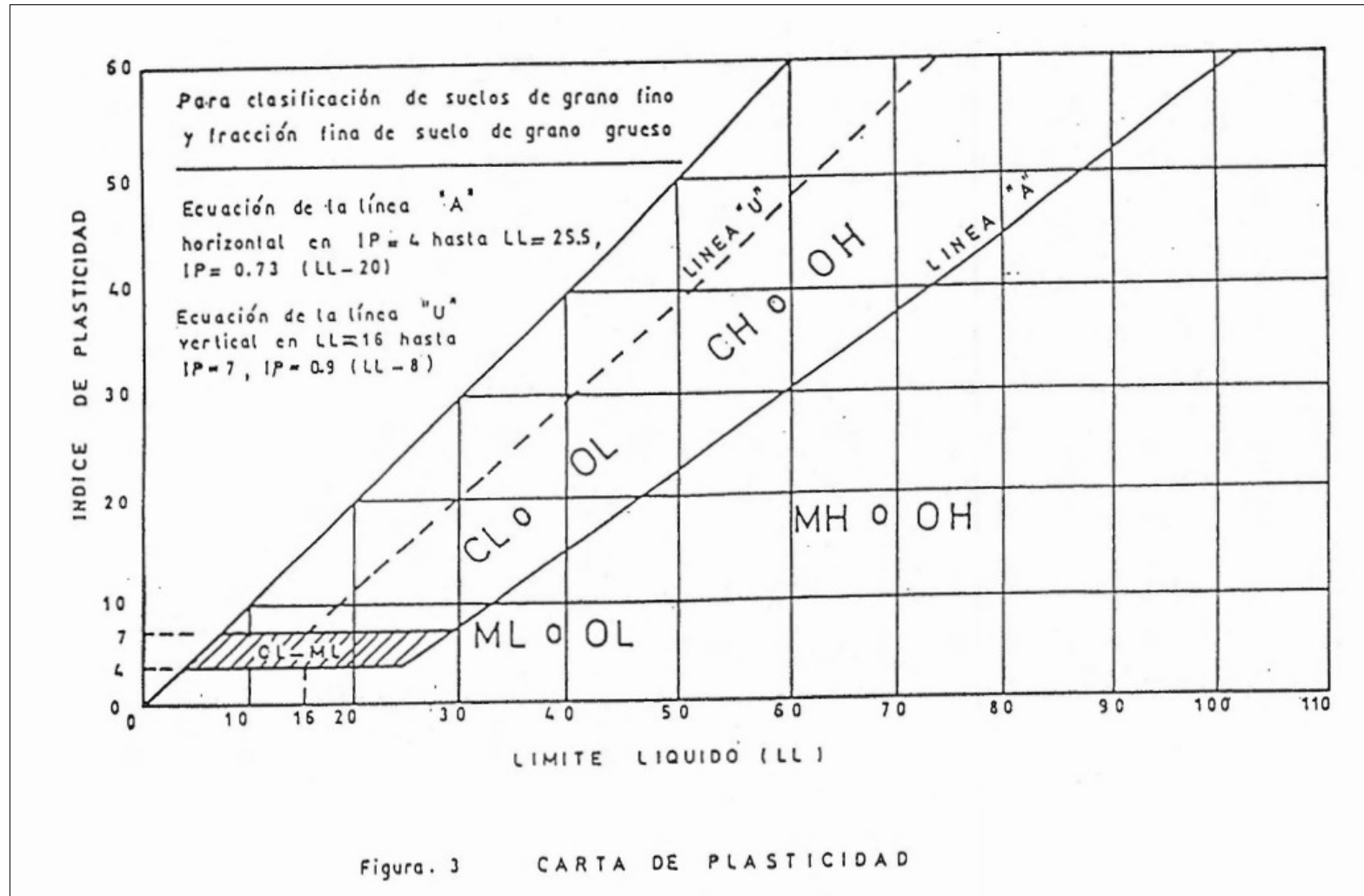
Coincidencias		
1	hdl.handle.net Fuente de Internet	7 %
2	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	3 %
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	3 %
4	zagan.unizar.es Fuente de Internet	<1 %
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
6	www.repositorio.upla.e... Fuente de Internet	<1 %
7	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	<1 %
8	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
9	Entregado a unapiquitos Trabajo del estudiante	<1 %

Página: 1 de 60 Número de palabras: 15358 Versión solo texto del informe | Alta resolución Activado

19°C Nublado 12:13 p.m. 10/07/2023

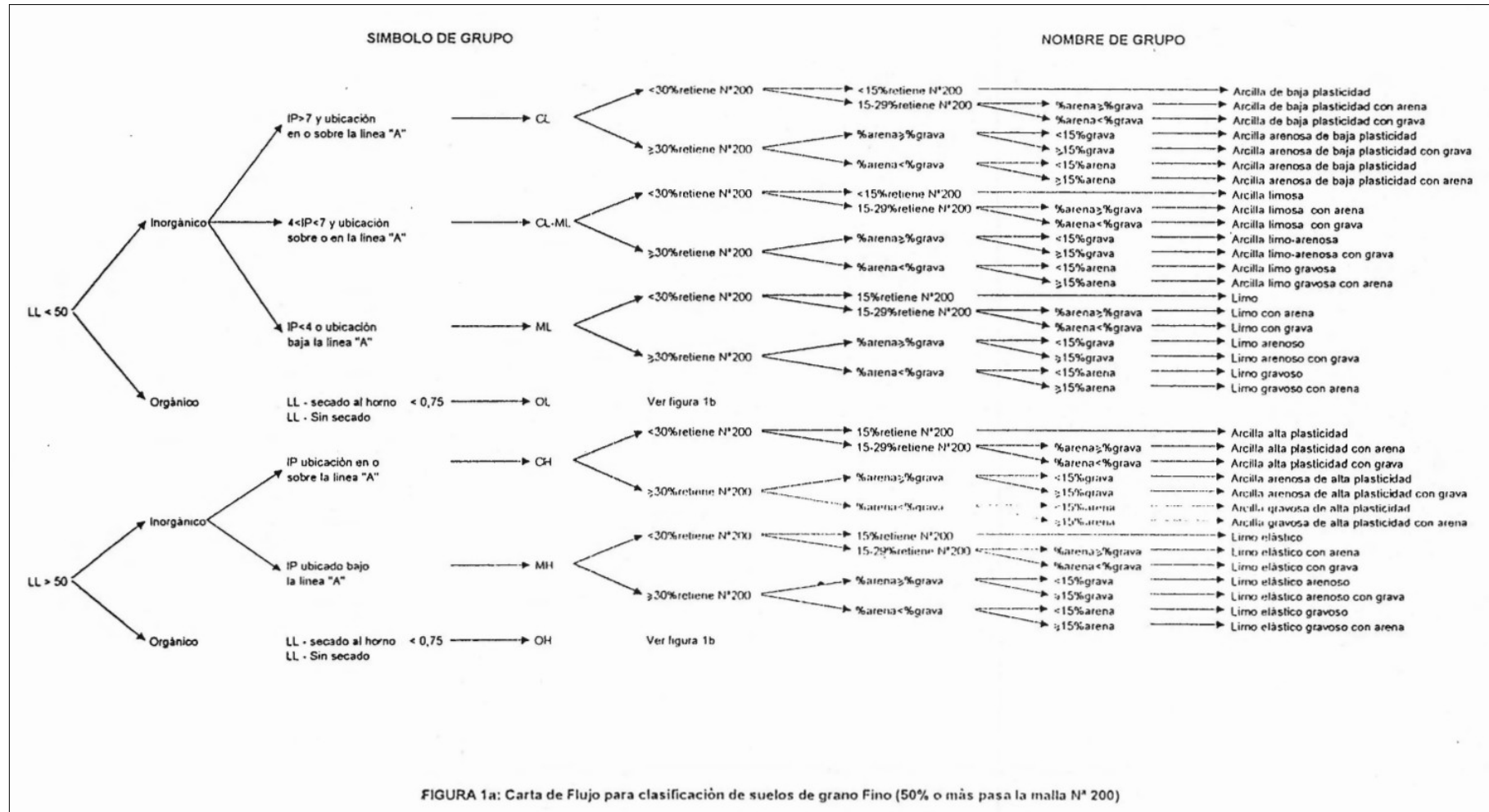
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
TITULO DE LA TESIS
Mejoramiento de las propiedades mecánicas del adobe incorporando viruta de eucalipto con cemento, Huancayo 2023
TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL
AUTOR:
Figueroa Yucra, Luis Miguel (orcid.org/0000-0002-8503-6728)
ASESOR:
Mg. Pinto Barrantes, Raúl Antonio (orcid.org/0000-0002-9573-0182)
LINEA DE INVESTIGACIÓN:
Diseño Sísmico y Estructural
LINEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA
Desarrollo Económico, Empleo y Emprendimiento
LIMA – PERÚ
2023

Anexo 04: Carta de Plasticidad de Casa Grande



Fuente: Norma Técnica Peruana 339.134

Anexo 05: Carta de Flujo para la clasificación de suelos



Fuente: Norma Técnica Peruana 339.134

Anexo 06: Norma E080 para adobe

DIARIO OFICIAL DEL BICENTENARIO

El Peruano

FUNDADO EL 22 DE OCTUBRE DE 1825 POR EL LIBERTADOR SIMÓN BOLÍVAR

AÑO DEL BUEN SERVICIO AL CIUDADANO **Viernes 7 de abril de 2017**

**MINISTERIO DE VIVIENDA,
CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO**

**NORMA E.080
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN
CON TIERRA REFORZADA**

**ANEXO - RESOLUCIÓN MINISTERIAL
Nº 121-2017-VIVIENDA**

NORMAS LEGALES

SEPARATA ESPECIAL

Fuente: Norma E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada
Anexo 07: Dimension de la elaboracion de adobe

Artículo 4.- UNIDAD O BLOQUE DE ADOBE

4.1. Requisitos Generales La gradación del suelo debe aproximarse a los siguientes porcentajes: arcilla 10-20%, limo 15-25% y arena 55- 70%, no debiéndose utilizar suelos orgánicos. Estos rangos pueden variar cuando se fabriquen adobes estabilizados. El adobe debe ser macizo y sólo se permite que tenga perforaciones perpendiculares a su cara de asiento, cara mayor, que no representen más de 12% del área bruta de esta cara. El adobe deberá estar libre de materias extrañas, grietas, rajaduras u otros defectos que puedan degradar su resistencia o durabilidad.

4.2. Formas y Dimensiones Los adobes podrán ser de planta cuadrada o rectangular y en el caso de encuentros con ángulos diferentes de 90°, de formas especiales. Sus dimensiones deberán ajustarse a las siguientes proporciones:

- a) Para adobes rectangulares el largo sea aproximadamente el doble del ancho.
- b) La relación entre el largo y la altura debe ser del orden de 4 a 1
- c) En lo posible la altura debe ser mayor a 8 cm.

4.3. Recomendaciones para su Elaboración Remojar el suelo y retirar las piedras mayores de 5 mm y otros elementos extraños. Mantener el suelo en reposo húmedo durante 24 horas. Secar los adobes bajo sombra.

Artículo 5.- COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LAS CONSTRUCCIONES DE ADOBE

5.1. Comportamiento Sísmico de las Construcciones de Adobe Las fallas de las estructuras de adobe no reforzadas, debidas a sismos, son frágiles. Usualmente la poca resistencia a la tracción de la albañilería produce la falla del amarre de los muros en las esquinas, empezando por la parte superior; esto a su vez aísla los muros unos de otros y conduce a una pérdida de estabilidad lateral,

Fuente: Norma E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada

Anexo 08: Certificados del laboratorio.

Anexo 08.1: Análisis Granulométrico por Tamizado.



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima - Perú

Informes@mtlgeotecniasac.com
 www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	Código	FOR-LSR-MS-001
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	31/12/2019

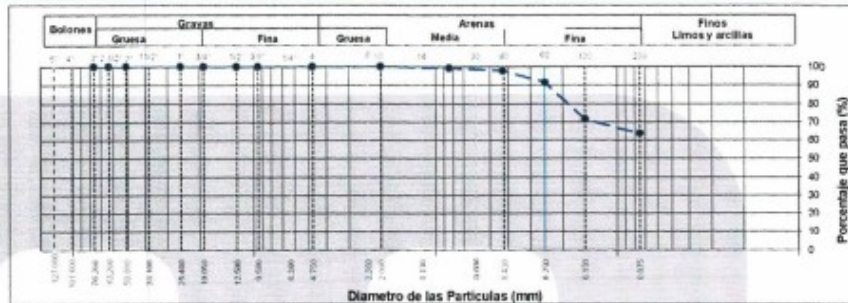
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D6913 / MTC E - 204

REFERENCIA	- Datos de Laboratorio
AUTOR	- FIGUEROA YUCRA, Luis Miguel
FESES	- Mejoramiento de las propiedades mecánicas del adobe incorporando viruta de escuipito con cemento. Huancayo 2023
UBICACIÓN	- Huancayo - Junín - Perú
CALCATA	- C-1
MUESTRA	- M-1
COORDENADAS	-

Fecha de ensayo: 21/04/2023

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCION DE LA MUESTRA						
5"	127.000	100.0	/	CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216) Contenido Humedad (%) 6.0 LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318) Limite Líquido (LL) 30.0 Limite Plástico (LP) 21.0 Índice Plástico (IP) 9.0 <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Grava (%)</td> <td>Arena (%)</td> <td>Finos (%)</td> </tr> <tr> <td>0.0</td> <td>36.4</td> <td>63.6</td> </tr> </table> CLASIFICACIÓN DE SUELOS Clasificación SUCS (ASTM D2487) CL Clasificación AASHTO (D3282) A-4 (6) Nombre del Grupo Arcilla arenosa de baja plasticidad	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	0.0	36.4	63.6
Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)								
0.0	36.4	63.6								
4"	101.600	100.0								
3"	76.200	100.0								
2 1/2"	63.300	100.0								
2"	50.800	100.0								
1 1/2"	38.100	100.0								
1"	25.400	100.0								
3/4"	19.000	100.0								
1/2"	12.500	100.0								
3/8"	9.500	100.0								
Nº 4	4.750	100.0								
Nº 10	2.000	100.0								
Nº 20	0.840	96.3								
Nº 40	0.425	97.9								
Nº 60	0.250	91.4								
Nº 100	0.150	71.5								
Nº 200	0.075	63.6								

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:

- Muestra provista e identificada por el solicitante.
- El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de MTL GEOTECNIA.
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jairo de Laboratorio	 Gilder Gefelá Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Anexo 08.2: Certificado ensayo de resistencia a compresión del adobe patrón.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA	Código	POR-LTC-AL-048
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/08/2018

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
NTP 399.613: 2005

REFERENCIA	: DATOS DE LABORATORIO	
AUTOR	: FIGUEROA YUCRA, Luis Miguel	
TESIS	: "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del adobe incorporando viruta de eucalipto con cemento, Huancayo 2023"	
UBICACIÓN	: Huancayo - Junín - Perú	Fecha de ensayo: 22/05/2022

TIPO: PATRÓN

IDENTIFICACION	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	A (cm ²)	W (Kg)	C (Kg/cm ²)
PATRÓN - 1	12.1	10.2	103	1907	18.5
PATRÓN - 2	10.2	9.9	101	2311	22.9
PATRÓN - 3	10.1	10.1	102	2221	21.8
PATRÓN - 4	10.1	10.1	102	1705	16.7
PATRÓN - 5	9.9	10.1	100	1817	18.2
PATRÓN - 6	9.9	10.0	99	1907	19.3
PROMEDIO					20.6
σ					2.06

FORMULA: $C = \frac{W}{A}$

DONDE:
C = Resistencia compresión del espécimen, Kg/cm²
W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.
A = Promedio del área bruta en Cm²



OBSERVACIONES:

- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.
- Se realizó el refrentado con yeso nacional y cemento.
- El ensayo a la compresión se realizó sobre cubitos de 10x10x10cm del material.

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por: MTL GEOTECNIA  Gilder Garcia Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: MTL GEOTECNIA  CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
--	--	--

Anexo 08.3: Certificado ensayo de resistencia a compresión adicionando 2.5% de viruta con 6% cemento.



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
 www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA	Código	FOR-LTC-AL-048
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/08/2018

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
 NTP 399.613: 2005

REFERENCIA	: DATOS DE LABORATORIO	
AUTOR	: FIGUEROA YUCRA, Luis Miguel	
TESIS	: "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del adobe incorporando viruta de eucalipto con cemento. Huancayo 2023"	
UBICACIÓN	: Huancayo - Junín - Perú	Fecha de ensayo: 22/05/2022

TIPO: Con adición de 2.5% viruta de eucalipto y 6% de cemento respecto al peso del material

IDENTIFICACIÓN	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	A (mm)	W (Kg)	C (Kg/cm ²)
Adiciones 2.5% viruta de eucalipto y 6% de cemento - 1	10.1	9.9	100	2141	21.4
Adiciones 2.5% viruta de eucalipto y 6% de cemento - 2	9.9	10.2	101	2284	22.6
Adiciones 2.5% viruta de eucalipto y 6% de cemento - 3	10.0	10.1	101	2386	23.6
Adiciones 2.5% viruta de eucalipto y 6% de cemento - 4	10.2	10.1	103	2386	23.2
Adiciones 2.5% viruta de eucalipto y 6% de cemento - 5	10.0	10.2	102	2386	23.4
Adiciones 2.5% viruta de eucalipto y 6% de cemento - 6	10.2	10.2	104	2284	22.0
PROMEDIO					23.2
σ					0.43

FORMULA:
$$C' = \frac{W}{A}$$

DONDE:
 C = Resistencia compresión del espécimen, Kg/cm².
 W = Máxima carga en Kg., indicada por la máquina de ensayo.
 A = Promedio del área bruta en Cm².



- OBSERVACIONES:**
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.
 - * Se realizó el referenciado con yeso nacional y cemento.
 - * El ensayo a la compresión se realizó sobre cubitos de 10x10x10cm del material.

Elaborado por: Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	Revisado por: CONTROL DE CALIDAD	Aprobado por: CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Anexo 08.4: Certificado ensayo de resistencia a compresión adicionando 4.5% de viruta con 4% cemento.



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
 www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA	Código	FOR-LTC-AL-048
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/08/2016

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
 NTP 399.613: 2005

REFERENCIA	: DATOS DE LABORATORIO
AUTOR	: FIGUEROA YUCRA, Luis Miguel
TESIS	: "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del adobe incorporando viruta de eucalipto con cemento. Huancayo 2023"
UBICACIÓN	: Huancayo - Junín - Perú
	Fecha de ensayo: 22/05/2022

TIPO: Con adición de 4.5% viruta de eucalipto y 4% de cemento respecto al peso del material

IDENTIFICACIÓN	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	A (cm ²)	W (Kg)	C (Kg/cm ³)
Adiciones 4.5% viruta de eucalipto y 4% de cemento - 1	9.9	9.9	98	1962	20.0
Adiciones 4.5% viruta de eucalipto y 4% de cemento - 2	10.0	10.1	101	2452	24.3
Adiciones 4.5% viruta de eucalipto y 4% de cemento - 3	10.0	10.2	102	2641	25.9
Adiciones 4.5% viruta de eucalipto y 4% de cemento - 4	10.2	10.0	102	2603	25.5
Adiciones 4.5% viruta de eucalipto y 4% de cemento - 5	10.0	10.2	102	2830	27.7
Adiciones 4.5% viruta de eucalipto y 4% de cemento - 6	9.9	10.1	100	2528	25.3
PROMEDIO					26.1
σ					1.12

FORMULA:
$$C = \frac{W}{A \cdot d}$$

DONDE:
 C = Resistencia compresión del espécimen, Kg/cm²
 W = Máxima carga en Kg., indicada por la máquina de ensayo.
 A = Proyección del área bruta en Cm².



- OBSERVACIONES:**
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.
 - * Se realizó el referentado con yodo racional y cemento.
 - * El ensayo a la compresión se realizó sobre oubitos de 10x10x10cm del material.

Elaborado por: 	Revisado por: MTL GEOTECNIA SAC Gilder Garcia Guzman INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	Aprobado por: MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Anexo 08.5: Certificado ensayo de resistencia a compresión adicionando 6% de viruta con 2.5% cemento.



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
 www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA	Código	FOR-LTC-AL-048
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2018

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
 NTP 398.613: 2005

REFERENCIA	: DATOS DE LABORATORIO
AUTOR	: FIGUEROA YUCRA, Luis Miguel
TESIS	: "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del adobe incorporando viruta de eucalipto con cemento, Huancayo 2023"
UBICACIÓN	: Huancayo - Junín - Perú

Fecha de ensayo: 22/05/2022

TIPO: Con adición de 6% viruta de eucalipto y 2.5% de cemento respecto al peso del material

IDENTIFICACIÓN	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	A (cm ²)	W (Kg)	C (Kg/cm ²)
Adiciones 6% viruta de eucalipto y 2.5% de cemento - 1	9.9	9.9	98	1644	16.8
Adiciones 6% viruta de eucalipto y 2.5% de cemento - 2	10.0	10.1	101	2055	20.3
Adiciones 6% viruta de eucalipto y 2.5% de cemento - 3	10.0	10.2	102	2213	21.7
Adiciones 6% viruta de eucalipto y 2.5% de cemento - 4	10.2	10.0	102	2181	21.4
Adiciones 6% viruta de eucalipto y 2.5% de cemento - 5	10.2	10.2	104	2371	22.8
Adiciones 6% viruta de eucalipto y 2.5% de cemento - 6	9.9	10.1	100	2118	21.2
PROMEDIO					21.8
σ					0.72

FORMULA: $C = \frac{W}{A}$

DONDE:

- C = Resistencia compresión del espécimen, Kg/cm².
- W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.
- A = Promedio del área bruta en Cm².



OBSERVACIONES:

- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.
- Se realizó el refrentado con yeso nacional y cemento.
- El ensayo a la compresión se realizó sobre cubitos de 10x10x10cm del material.

Elaborado por: 	Revisado por: MTL GEOTECNIA Gilcer García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 289741	Aprobado por: MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Anexo 08.6: Certificado ensayo de resistencia a la flexión del adobe patrón.



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
 www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO FLEXIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA	Código	FOR-LTC-AL-049
		Revisión	1
		Aprobado	CG-MTL
		Fecha	1/08/2016

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
 INEN - 295

REFERENCIA	DATOS DE LABORATORIO		
AUTOR	FIGUEROA YUCRA, Luis Miguel		
TESIS	"Mejoramiento de las propiedades mecánicas del adobe incorporando viruta de eucalypto con cemento, Huancayo 2023"		
UBICACIÓN	Huancayo - Junín - Perú	Fecha de ensayo:	22/05/2023

TIPO: PATRÓN

IDENTIFICACIÓN	L (cm)	b (cm)	h (cm)	P (Kg-f)	Mr (Kg/cm ²)
PATRÓN - 1	34.9	19.8	10.0	204	5.41
PATRÓN - 2	35.3	19.9	10.1	211	5.51
PATRÓN - 3	34.9	20.2	9.9	225	5.94
PATRÓN - 4	35.4	20.1	10.2	242	6.14
PATRÓN - 5	35.2	19.9	10.1	232	6.02
PROMEDIO					5.80

$$\text{Módulo de ruptura} = \frac{3PL}{bh^2}$$

DONDE
 P = Carga, Kg-f
 L = Distancia entre apoyos (Sobre morca del largo), cm
 b = Largo, (cm)
 h = Altura, (cm)



OBSERVACIONES:
 • Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.
 • El ensayo a la flexión se realizó sobre bloques de 40x20x10cm

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 MTL GEOTECNIA SAC JEFE DE LABORATORIO DE MATERIALES	 MTL GEOTECNIA SAC Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Anexo 08.7: Certificado ensayo de resistencia a la flexión adicionando 2.5% de viruta con 6% cemento.



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
 www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO FLEXIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA	Código	FOR-LTC-AL-049
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/08/2016

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
 INEN - 295

REFERENCIA	: DATOS DE LABORATORIO
AUTOR	: FIGUEROA YUCRA, Luis Miguel
TESIS	: "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del adobe incorporando viruta de eucalipto con cemento. Huancaayo 2023"
UBICACIÓN	: Huancaayo - Junín - Perú
	Fecha de ensayo: 22/06/2023

TIPO: Con adición de 2.5% viruta de eucalipto y 6% de cemento respecto al peso del material.

IDENTIFICACIÓN	L (cm)	b (cm)	h (cm)	P (Kg-f)	M _r (Kg/cm ²)
Adiciones 2.5% viruta de eucalipto y 6% de cemento - 1	35.3	20.1	10.0	306	8.05
Adiciones 2.5% viruta de eucalipto y 6% de cemento - 2	35.3	19.9	10.1	269	7.02
Adiciones 2.5% viruta de eucalipto y 6% de cemento - 3	34.9	19.8	9.9	245	6.60
Adiciones 2.5% viruta de eucalipto y 6% de cemento - 4	34.8	19.9	10.2	257	6.47
Adiciones 2.5% viruta de eucalipto y 6% de cemento - 5	35.2	20.1	10.1	281	7.24
PROMEDIO					7.08

$$\text{Módulo de ruptura} = \frac{3PL}{2bh^2}$$

DONDE:
 P = Carga, Kg-f
 L = Distancia entre apoyos (5cm menos del largo), cm
 b = Largo, (cm)
 h = Altura, (cm)



OBSERVACIONES:
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.
 * El ensayo a la flexión se realizó sobre bloques de 40x20x10cm

Elaborado por: Jefe de Laboratorio	Revisado por: Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: Control de Calidad MTL GEOTECNIA
---	---	---

Anexo 08.8: Certificado ensayo de resistencia a la flexión adicionando 4.5% de viruta con 4% cemento.



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
 www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO FLEXIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA	Código	FOR-LTC-AL-049
		Revisión	1
		Aprobado	CG-MTL
		Fecha	1/08/2018

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
 INEN - 295

REFERENCIA	DATOS DE LABORATORIO		
AUTOR	FIGUEROA YUCRA, Luis Miguel		
TESIS	"Mejoramiento de las propiedades mecánicas del adobe incorporando viruta de eucalipto con cemento, Huancayo 2023"		
UBICACIÓN	Huancayo - Junín - Perú	Fecha de ensayo:	22/05/2023

TIPO: Con adición de 4.5% viruta de eucalipto y 4% de cemento respecto al peso del material

IDENTIFICACION	L (cm)	b (cm)	h (cm)	P (Kg-f)	Mr (Kg/cm ²)
Adiciones 4.5% viruta de eucalipto y 4% de cemento - 1	35.2	19.8	10.0	306	8.17
Adiciones 4.5% viruta de eucalipto y 4% de cemento - 2	35.3	19.9	10.1	277	7.23
Adiciones 4.5% viruta de eucalipto y 4% de cemento - 3	35.2	20.2	9.9	321	8.56
Adiciones 4.5% viruta de eucalipto y 4% de cemento - 4	34.9	19.8	10.2	277	7.04
Adiciones 4.5% viruta de eucalipto y 4% de cemento - 5	35.1	20.0	10.1	292	7.53
PROMEDIO					7.70

$$\text{Módulo de ruptura} = \frac{3PL}{2bh^2}$$

DONDE:
 P = Carga, Kg-f
 L = Distancia entre apoyos (5cm menos del largo), cm
 b = Largo, (cm)
 h = Altura, (cm)



OBSERVACIONES:
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.
 * El ensayo a la flexión se realizó sobre bloques de 40x20x10cm

Elaborado por: 	Revisado por: MTL GEOTECNIA SAC Gilder García Gozmán INGENIERO CIVIL CIP N° 295741	Aprobado por: MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Anexo 08.9: Certificado ensayo de resistencia a la flexión adicionando 2.5% de viruta con 6% cemento.



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
 www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO FLEXIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA	Código	FOR-LTC-AL-049
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2016

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
 INEN - 295

REFERENCIA	DATOS DE LABORATORIO	
AUTOR	FIGUEROA YUCRA, Luis Miguel	
TESIS	"Mejoramiento de las propiedades mecánicas del adobe incorporando viruta de eucalipto con cemento. Huancayo 2023"	
UBICACIÓN	Huancayo - Junín - Perú	Fecha de ensayo: 22/05/2023

TIPO: Con adición de 6% viruta de eucalipto y 2.5% de cemento respecto al peso del material

IDENTIFICACIÓN	L (cm)	b (cm)	h (cm)	P (Kg-f)	Mr (Kg/cm ²)
Adiciones 6% viruta de eucalipto y 2.5% de cemento - 1	35.3	20.1	10.0	294	7.74
Adiciones 6% viruta de eucalipto y 2.5% de cemento - 2	34.8	20.0	10.1	245	6.26
Adiciones 6% viruta de eucalipto y 2.5% de cemento - 3	35.1	19.8	9.9	245	6.64
Adiciones 6% viruta de eucalipto y 2.5% de cemento - 4	35.0	20.1	10.2	277	6.96
Adiciones 6% viruta de eucalipto y 2.5% de cemento - 5	34.8	19.8	10.1	261	6.75
PROMEDIO					6.87

$$\text{Módulo de ruptura} = \frac{3PL}{2bh^2}$$

DONDE:
 P = Carga, Kg-f
 L = Distancia entre apoyos (5cm menos del largo), cm
 b = Largo, (cm)
 h = Altura, (cm)



OBSERVACIONES:
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.
 * El ensayo a la flexión se realizó sobre bloques de 40x20x10cm

Elaborado por: Jefe de Laboratorio	Revisado por: Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 209741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
---	---	---

Anexo 08.10: Certificado ensayo de absorción de humedad del adobe patrón.



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
 www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ABSORCIÓN
-------------------------------------	---------------------------------

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
 NTP 399.613 / NTP 399.604

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
AUTOR	: FIGUEROA YUCRA, Luis Miguel
TESIS	: "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del adobe incorporando viruta de eucalipto con cemento. Huanuco 2023"
UBICACIÓN	: Huanuco - Junín - Perú Fecha de emisión: 22/05/2023

TIPO	: PATRÓN
------	----------

IDENTIFICACIÓN	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (24 hrs) (g)	ABSORCIÓN (%)
PATRÓN - 1	5805.2	6966.2	19.8
PATRÓN - 2	5900.4	6978.2	16.6
PATRÓN - 3	5859.4	7003.5	19.5
PATRÓN - 4	5903.6	6985.7	18.3
PATRÓN - 5	5867.3	6886.9	17.4
PROMEDIO (%)			18.3



OBSERVACIONES:
 * Muestras identificadas por el solicitante
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
--	---	--

Anexo 08.11: Certificado ensayo de absorción de humedad adicionando 2.5% de viruta con 6% cemento.



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
 www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ABSORCIÓN
-------------------------------------	--

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
 NTP 399.613 / NTP 399.604

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
AUTOR	: FIGUEROA YUCRA, Luis Miguel
TESIS	: "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del adobe incorporando viruta de eucalipto con cemento. Huancayo 2023"
UBICACIÓN	: Huancayo - Junín - Perú Fecha de emisión: 22/05/2023

TIPO : Adición de 2.5% viruta de eucalipto y 6% cemento

IDENTIFICACION	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (24 hrs) (g)	ABSORCIÓN (%)
Adiciones 2.5% viruta de eucalipto y 6% de cemento - 1	6307.5	7373.3	16.9
Adiciones 2.5% viruta de eucalipto y 6% de cemento - 2	6135.4	7201.6	17.4
Adiciones 2.5% viruta de eucalipto y 6% de cemento - 3	6235.8	7307.8	17.2
Adiciones 2.5% viruta de eucalipto y 6% de cemento - 4	6202.6	7298.4	17.7
Adiciones 2.5% viruta de eucalipto y 6% de cemento - 5	5877.2	7093.9	18.7
PROMEDIO (%)			17.6



OBSERVACIONES:
 * Muestras identificadas por el solicitante
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 [Signature]	MTL GEOTECNIA SAC [Signature] Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	MTL GEOTECNIA SAC [Signature] CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Anexo 08.12: Certificado ensayo de absorción de humedad adicionando 4.5% de viruta con 4% cemento.



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
 www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ABSORCIÓN
-------------------------------------	--

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
 NTP 399.613 / NTP 399.604

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	<i>Fecha de emisión:</i> 22/05/2023
AUTOR	: FIGUEROA YUCRA, Luis Miguel	
TESIS	: "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del adobe incorporando viruta de eucalipto con cemento. Huancayo 2023"	
UBICACIÓN	: Huancayo - Junín - Perú	

TIPO	: Adición de 4.5% viruta de eucalipto y 4% cemento
-------------	--

IDENTIFICACIÓN	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (24 hrs) (g)	ABSORCIÓN (%)
Adiciones 4.5% viruta de eucalipto y 4% de cemento - 1	5612.3	6504.4	17.5
Adiciones 4.5% viruta de eucalipto y 4% de cemento - 2	5425.7	6332.9	16.7
Adiciones 4.5% viruta de eucalipto y 4% de cemento - 3	5450.5	6348.4	16.5
Adiciones 4.5% viruta de eucalipto y 4% de cemento - 4	5507.8	6448.8	17.1
Adiciones 4.5% viruta de eucalipto y 4% de cemento - 5	5558.2	6558.9	18.0
PROMEDIO (%)			17.2



OBSERVACIONES:
 * Muestras identificadas por el solicitante
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
---	--	---

Anexo 08.13: Certificado ensayo de absorción de humedad adicionando 6% de viruta con 2.5% cemento.



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
 www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ABSORCIÓN
-------------------------------------	--

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
 NTP 399.013 / NTP 399.004

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
AUTOR	: FIGUEROA YUCRA, Luis Miguel
TESIS	: "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del adobe incorporando viruta de eucalipto con cemento. Huancayo 2023"
UBICACIÓN	: Huancayo - Junín - Perú Fecha de emisión: 22/05/2023

TIPO : Adición de 6% viruta de eucalipto y 2.5% cemento

IDENTIFICACION	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (24 hrs) (g)	ABSORCIÓN (%)
Adiciones 6% viruta de eucalipto y 2.5% de cemento - 1	5412.9	6302.1	17.5
Adiciones 6% viruta de eucalipto y 2.5% de cemento - 2	5609.9	6504.6	17.0
Adiciones 6% viruta de eucalipto y 2.5% de cemento - 3	5985.6	6959.4	17.4
Adiciones 6% viruta de eucalipto y 2.5% de cemento - 4	5203.6	6155.5	18.3
Adiciones 6% viruta de eucalipto y 2.5% de cemento - 5	5387.6	6313.8	17.2
PROMEDIO (%)			17.5



OBSERVACIONES:
 * Muestras identificadas por el solicitante
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 	 MTL GEOTECNIA SAC Gilmer García Guzmán INGENIERO CIVIL C.O. N° 209741	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Anexo 09: Certificados de calibración de los equipos del laboratorio.
Anexo 09.1: Prensa Hidráulica

Certificado de Calibración
TC - 02503 - 2023

Proforma : 17896A Fecha de emisión: 2023-02-09 **Página** : 1 de 2

Solicitante : MTL GEOTECNIA S.A.C.
Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima-Lima-San Martín De Porres

Instrumento de medición : **PRENSA HIDRÁULICA**
Marca : UTEST
Modelo : UTC-4722.FPR
N° de Serie : 19/002539
Alcance de indicación : 2000 kN
Resolución : 0,1 kN
Procedencia : TURQUÍA
Identificación : No Indica
Ubicación : Laboratorio
Fecha de Calibración : 2023-02-07

Lugar de calibración
Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Método de calibración
La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia la norma UNE-EN ISO 7500-1:2018 (Maquinas de ensayo de tracción/ Compresión). Calibración y Verificación del sistema de medida de fuerza.

Condiciones de calibración

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	26,1 °C	26 °C
Humedad Relativa	50,1 %HR	51,1 %HR

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.

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 de acuerdo al uso.

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.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

Certificado : TC - 02503 - 2023

Página : 2 de 2

Trazabilidad

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de AEP TRANSDUCERS	Celda 3 MN	LAT 093 9623F
Patrón de Referencia del DM-INACAL	Manómetro Digital 0 bar a 700 bar Clase de Exactitud 0,05	LFP-C-064-2022 Mayo 2022

Resultados de calibración

RESULTADOS							
INDICACIÓN DEL EQUIPO BAJO CALIBRACIÓN		INDICACIÓN DEL PATRÓN		ERROR		INCERTIDUMBRE	
%	kN	%	kN	%	kN	%	kN
0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,6	52,5	2,5	49,72	0,14	2,78	0,04	0,72
5,2	103,9	5,0	100,13	0,19	3,77	0,04	0,75
10,0	200,6	9,9	197,41	0,16	3,19	0,04	0,79
15,1	301,6	15,1	301,16	0,02	0,44	0,04	0,80
20,5	410,2	20,6	411,49	0,06	-1,29	0,04	0,83
25,1	502,3	25,3	505,83	0,18	-3,53	0,05	0,95
30,0	600,9	30,3	606,15	0,26	-5,25	0,06	1,20
34,6	691,2	34,9	698,63	0,37	-7,43	0,07	1,42
39,6	792,6	40,1	801,30	0,44	-8,70	0,09	1,82
44,5	889,1	44,9	897,41	0,42	-8,31	0,10	1,93
100,5	2009,2	100,0	2000,21	0,45	8,99	0,14	2,74

Observaciones

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

Incertidumbre expandida U

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 12559 - 2022

Proforma : 10877A

Fecha de Emisión : 2022-08-10

Solicitante : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : Calle La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima - Lima

Equipo : Horno
 Marca : PERUTEST
 Modelo : PT-H76
 Número de Serie : 458
 Identificación : No indica
 Procedencia : No indica
 Circulación del aire : Ventilación forzada
 Ubicación : Laboratorio
 Fecha de Calibración : 2022-08-09

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.

Instrumento de Medición del Equipo :

	Tipo	Alcance	Resolución
Termómetro	Digital	-100 °C a 300 °C	0,1 °C
Selector	Digital	-100 °C a 300 °C	0,1 °C

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 MTL GEOTECNIA S.A.C.

Método de calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-018 2da edición, Junio 2009: "Procedimiento para la calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático" publicada por el SNM/ INDECOPI.

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

Condiciones de calibración

	Temperatura	Humedad	Tensión
Inicial	18,8 °C	16 %hr	228 V
Final	67,8 °C	70 %hr	223 V

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.



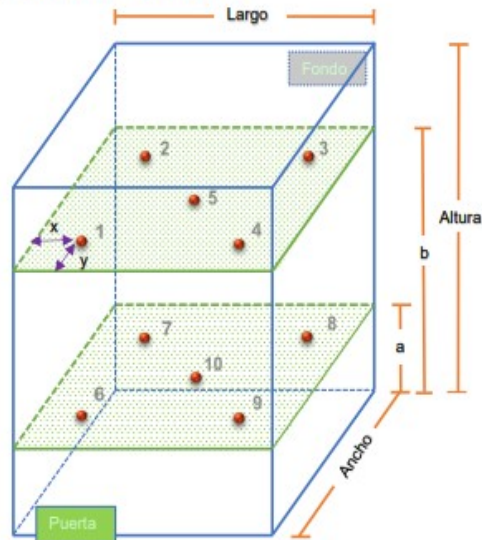
Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

Certificado : TC - 12559 - 2022

Trazabilidad

Trazabilidad	Patrones de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia del SAT	Indicador digital con termopares tipo K con incertidumbres del orden desde 0,16 °C hasta 0,18 °C.	LT-0849-2021 Octubre 2021

Ubicación de los sensores dentro del medio isoterma



Largo : 44,7 cm **Plano inferior (a) :** 9,1 cm **x :** 5,0 cm
Ancho : 35,0 cm **Plano superior (b) :** 40,0 cm **y :** 5,0 cm
Altura : 44,7 cm

Los termopares 5 y 10 se ubicaron en el centro de su respectivos niveles.
 El medio isoterma tenía 2 parrillas al momento de iniciar la calibración.

Nomenclatura de abreviaturas

t : Instante de tiempo en minutos.	T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
I : Indicación del termómetro del equipo.	Tprom : Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.
T. MÁX : Temperatura máxima por sensor	DTT : Desviación de temperatura en el tiempo.
T. MÍN : Temperatura mínima por sensor	
T. max : Temperatura máxima para un instante dado.	
T. min : Temperatura mínima para un instante dado.	

Certificado : TC - 12559 - 2022

Resultados de medición (1er punto de calibración)

Temperatura de Trabajo	Posición del Controlador/ Selector	Tiempo de Calentamiento Estabilización	Porcentaje de carga	Descripción de la carga
60 °C ± 5 °C	60 °C	110 min	60%	Fuentes metálicas con muestras del cliente

t (min)	l (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T _{prom} (°C)	T _{máx} T _{mín} (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	60,0	61,4	62,7	61,4	60,6	61,9	65,9	68,6	75,5	69,1	73,7	66,1	14,9
00:30	60,0	61,4	62,7	61,4	60,7	61,8	65,8	68,6	75,5	69,1	73,8	66,1	14,9
01:00	60,0	61,6	62,8	61,5	60,6	61,9	65,8	68,6	75,7	69,0	73,9	66,1	15,1
01:30	60,0	61,5	62,8	61,5	60,7	61,9	65,7	68,7	75,3	69,1	73,8	66,1	14,6
02:00	60,0	61,4	62,8	61,5	60,8	61,9	65,9	68,7	75,1	69,2	73,7	66,1	14,3
02:30	60,0	61,4	62,8	61,5	60,8	61,9	66,0	68,2	74,9	69,5	73,6	66,0	14,1
03:00	60,0	61,4	62,7	61,5	60,8	61,8	66,0	68,2	75,1	69,4	73,5	66,0	14,3
03:30	60,0	61,4	62,7	61,5	60,8	61,9	66,1	68,1	74,7	70,0	73,5	66,1	13,9
04:00	60,0	61,4	62,7	61,5	60,8	61,8	66,0	68,1	75,2	69,8	73,4	66,1	14,4
04:30	60,0	61,4	62,7	61,4	60,7	61,8	65,9	68,2	75,4	69,5	73,4	66,0	14,7
05:00	60,0	61,3	62,7	61,4	60,6	61,8	65,9	68,2	75,3	69,4	73,4	66,0	14,8
05:30	59,9	61,4	62,7	61,4	60,6	61,8	65,8	68,7	75,5	69,2	73,5	66,1	14,9
06:00	59,9	61,4	62,7	61,5	60,6	61,8	65,6	68,7	75,9	69,1	73,5	66,1	15,3
06:30	59,9	61,3	62,7	61,4	60,7	61,8	65,7	68,7	75,7	69,2	73,4	66,1	15,0
07:00	60,0	61,4	62,7	61,4	60,7	61,9	66,1	68,1	75,1	69,9	73,5	66,1	14,4
07:30	60,0	61,5	62,8	61,5	60,8	62,0	66,1	68,3	75,2	69,8	73,9	66,2	14,4
08:00	60,0	61,4	62,7	61,5	60,6	61,9	66,0	68,3	75,3	69,6	73,8	66,1	14,7
08:30	60,0	61,4	62,8	61,5	60,8	61,9	66,3	68,0	74,5	70,5	73,5	66,1	13,8
09:00	60,0	61,5	62,9	61,6	60,7	62,0	66,6	68,1	73,9	70,8	73,6	66,2	13,1
09:30	60,0	61,5	63,0	61,6	60,8	62,1	67,0	67,8	73,3	71,4	73,3	66,2	12,6
10:00	60,0	61,5	62,9	61,5	60,7	62,0	67,0	67,8	73,1	71,4	73,1	66,1	12,5
10:30	60,0	61,5	62,9	61,6	60,9	62,1	67,0	67,8	73,3	71,2	73,4	66,2	12,5
11:00	60,0	61,5	62,8	61,5	60,7	62,1	66,9	68,1	73,7	71,1	73,6	66,2	12,9
11:30	60,0	61,5	62,9	61,6	60,8	62,1	66,8	68,3	74,7	70,8	73,6	66,3	13,9
12:00	60,0	61,6	62,9	61,7	60,7	62,1	66,5	68,5	75,1	70,4	73,8	66,3	14,4
12:30	60,0	61,6	62,9	61,7	60,8	62,2	66,6	68,4	74,1	70,6	74,0	66,3	13,3
13:00	60,0	61,6	62,9	61,7	60,8	62,2	67,1	68,1	73,7	71,1	73,6	66,3	12,9
13:30	60,0	61,7	63,0	61,7	60,8	62,2	67,4	68,0	73,1	71,3	73,3	66,2	12,5
14:00	60,0	61,7	63,0	61,7	60,8	62,1	67,4	68,0	73,0	71,5	73,4	66,3	12,6
14:30	60,0	61,6	63,0	61,7	60,8	62,1	67,3	68,0	73,0	71,4	73,3	66,2	12,5
15:00	60,0	61,6	63,0	61,6	60,8	62,1	67,1	68,1	73,3	71,4	73,5	66,3	12,7

Certificado : TC - 12559 - 2022

t (min)	l (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T _{prom} (°C)	T _{máx} T _{mín} (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
15:30	60,0	61,6	62,8	61,6	60,8	62,1	66,9	68,4	73,9	71,0	73,8	66,3	13,1
16:00	60,0	61,5	62,9	61,6	60,8	62,1	66,8	68,4	73,8	70,8	73,9	66,3	13,1
16:30	60,0	61,5	62,8	61,5	60,8	62,0	66,6	68,4	74,0	70,4	73,9	66,2	13,2
17:00	60,0	61,5	62,8	61,5	60,7	62,0	66,5	68,5	74,6	70,3	73,9	66,2	13,9
17:30	60,0	61,5	62,8	61,5	60,7	62,0	66,3	68,5	75,0	70,0	73,9	66,2	14,2
18:00	60,0	61,5	62,8	61,5	60,7	62,0	66,4	68,4	74,4	70,1	74,2	66,2	13,7
18:30	60,0	61,5	62,8	61,5	60,7	62,0	66,3	68,6	74,9	69,8	74,0	66,2	14,2
19:00	60,0	61,5	62,8	61,5	60,7	62,0	66,0	68,9	75,3	69,5	73,8	66,2	14,6
19:30	60,0	61,6	62,8	61,5	60,6	62,0	66,0	68,8	75,5	69,2	73,9	66,2	14,8
20:00	60,0	61,5	62,8	61,5	60,6	61,9	65,8	68,9	75,5	69,2	74,0	66,2	14,8
20:30	60,0	61,5	62,8	61,5	60,6	62,0	65,7	68,8	75,5	69,2	73,9	66,2	14,9
21:00	60,0	61,5	62,8	61,5	60,6	62,0	65,8	68,7	75,1	69,2	73,9	66,1	14,4
21:30	60,0	61,6	62,8	61,6	60,7	62,0	66,0	68,8	75,2	69,3	74,0	66,2	14,5
22:00	60,0	61,5	62,8	61,6	60,7	61,9	66,0	68,8	75,0	69,3	73,9	66,1	14,3
22:30	60,0	61,5	62,7	61,5	60,7	61,9	65,8	68,7	75,2	69,2	73,7	66,1	14,5
23:00	60,0	61,4	62,7	61,5	60,8	61,9	65,7	68,7	75,3	69,2	73,7	66,1	14,5
23:30	60,0	61,4	62,6	61,5	60,8	61,9	65,8	68,6	75,1	69,2	73,7	66,1	14,3
24:00	60,0	61,3	62,7	61,4	60,8	61,9	66,0	68,1	74,0	69,8	73,8	66,0	13,2
24:30	60,0	61,3	62,6	61,4	60,8	61,8	66,1	68,0	73,8	69,7	73,8	65,9	13,0
25:00	59,9	61,3	62,6	61,4	60,8	61,8	66,0	68,1	74,7	69,6	73,6	66,0	13,9
25:30	59,9	61,4	62,7	61,5	60,8	61,9	65,9	68,2	74,7	69,5	73,7	66,0	14,0
26:00	59,9	61,4	62,7	61,5	60,8	61,9	66,0	68,3	74,9	69,5	73,8	66,1	14,0
26:30	59,9	61,4	62,8	61,5	60,8	61,9	66,0	68,7	75,3	69,3	73,7	66,1	14,5
27:00	59,9	61,4	62,8	61,5	60,8	61,9	66,0	68,6	75,1	69,1	73,7	66,1	14,4
27:30	60,0	61,5	62,8	61,5	60,8	62,0	66,0	68,6	75,2	69,1	73,8	66,1	14,4
28:00	60,0	61,5	62,8	61,6	60,8	62,1	66,0	68,6	75,4	69,0	73,8	66,2	14,6
28:30	60,0	61,5	62,8	61,5	60,8	62,0	66,1	68,5	74,9	69,0	73,7	66,1	14,1
29:00	60,0	61,6	62,9	61,6	60,9	62,1	66,1	68,6	75,0	69,0	73,8	66,2	14,1
29:30	60,0	61,6	62,8	61,6	60,9	62,1	66,0	68,7	75,5	69,2	73,8	66,2	14,6
30:00	60,0	61,6	62,8	61,6	60,9	62,1	66,1	68,7	75,5	69,2	73,9	66,3	14,6

Certificado : TC - 12559 - 2022

t (min)	l (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T _{prom} (°C)	T _{máx} T _{mín} (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
30:30	60,0	61,6	62,9	61,6	60,9	62,1	66,1	68,6	75,2	69,3	73,7	66,2	14,3
31:00	60,0	61,6	62,9	61,6	60,9	62,1	66,5	68,0	74,5	69,6	73,6	66,1	13,6
31:30	60,0	61,5	62,8	61,6	60,8	62,1	66,2	67,9	74,5	69,6	73,5	66,0	13,7
32:00	60,0	61,5	62,8	61,6	60,9	62,0	66,1	68,0	74,7	69,5	73,3	66,0	13,9
32:30	60,0	61,5	62,8	61,6	60,9	62,0	66,1	68,0	75,1	69,3	73,5	66,1	14,2
33:00	60,0	61,5	62,8	61,6	60,9	62,0	66,2	67,9	74,9	69,2	73,4	66,0	14,0
33:30	60,0	61,5	62,8	61,6	60,8	62,0	66,4	67,8	73,7	69,3	73,6	65,9	12,9
34:00	60,0	61,4	62,7	61,5	60,7	61,9	66,2	67,6	73,6	69,2	73,4	65,8	12,9
34:30	60,0	61,4	62,7	61,5	60,8	62,0	66,7	67,5	73,2	70,1	73,2	65,9	12,5
35:00	60,0	61,4	62,7	61,5	60,6	61,9	66,4	67,6	73,4	69,8	73,2	65,9	12,8
35:30	60,0	61,4	62,8	61,5	60,7	61,9	66,3	67,6	73,9	69,5	73,1	65,9	13,3
36:00	60,0	61,4	62,7	61,5	60,7	61,9	66,5	67,5	73,4	69,6	73,2	65,8	12,7
36:30	59,9	61,3	62,8	61,5	60,7	61,9	66,4	67,7	74,3	69,2	73,1	65,9	13,6
37:00	59,9	61,5	62,8	61,6	60,7	62,0	66,3	67,9	74,7	69,2	73,4	66,0	13,9
37:30	59,9	61,5	62,8	61,6	60,7	62,0	66,1	68,4	75,3	69,0	73,3	66,1	14,6
38:00	59,9	61,5	62,8	61,6	60,8	62,0	65,9	68,4	75,4	68,9	73,3	66,1	14,6
38:30	60,0	61,5	62,8	61,6	60,8	62,0	65,9	68,4	75,0	69,0	73,3	66,0	14,2
39:00	60,0	61,5	62,8	61,6	60,8	62,0	65,9	68,3	75,0	69,1	73,3	66,0	14,2
39:30	60,0	61,5	62,8	61,5	60,8	62,0	66,3	67,6	73,8	70,2	72,6	65,9	13,0
40:00	60,0	61,5	62,8	61,5	60,7	62,0	66,5	67,6	72,9	70,3	72,7	65,9	12,2
40:30	60,0	61,5	62,8	61,5	60,7	61,9	66,2	67,8	74,2	70,4	72,8	66,0	13,5
41:00	60,0	61,4	62,8	61,5	60,7	61,9	66,4	67,6	73,5	70,7	72,7	65,9	12,8
41:30	60,0	61,4	62,8	61,5	60,7	62,0	66,8	67,3	73,1	70,7	71,9	65,8	12,4
42:00	60,0	61,4	62,7	61,5	60,7	61,9	66,7	67,3	73,2	70,6	72,1	65,8	12,5
42:30	60,0	61,4	62,7	61,4	60,7	61,9	66,6	67,4	73,3	70,6	72,4	65,8	12,6
43:00	60,0	61,3	62,6	61,4	60,7	61,9	66,3	67,6	74,1	70,6	72,4	65,9	13,4
43:30	60,0	61,5	62,7	61,4	60,8	61,9	66,2	67,9	74,9	70,1	72,7	66,0	14,1
44:00	59,9	61,4	62,8	61,5	60,8	62,0	66,2	67,9	74,7	70,0	73,0	66,0	13,9
44:30	59,9	61,5	62,8	61,6	60,8	62,0	66,6	67,7	73,4	70,0	73,3	66,0	12,5
45:00	59,9	61,5	63,0	61,5	60,9	62,0	66,7	67,7	73,5	70,4	73,3	66,1	12,6

Certificado : TC - 12559 - 2022

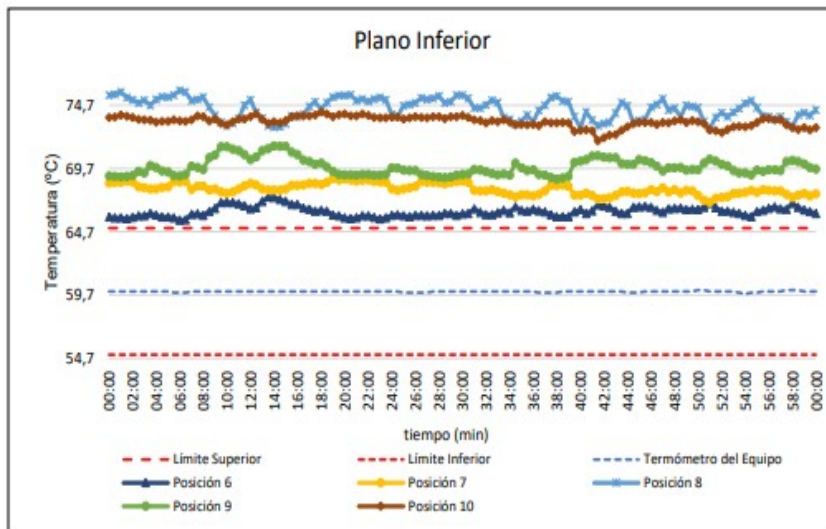
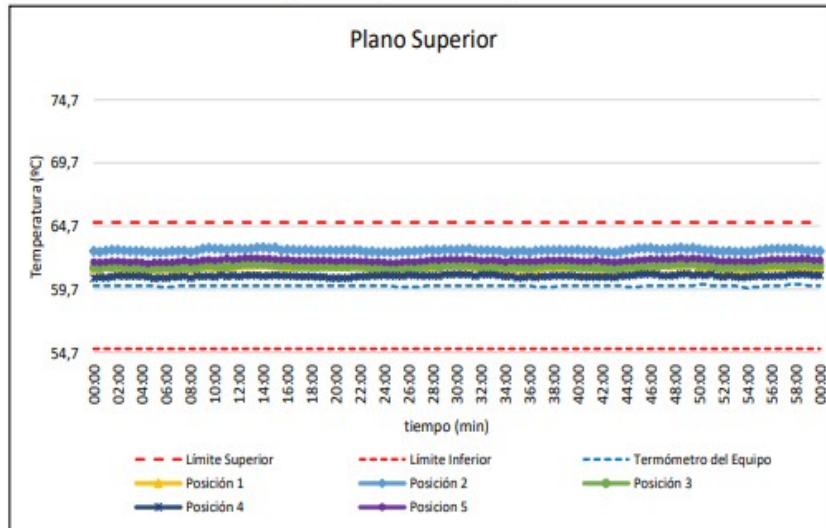
t (min)	l (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T _{prom} (°C)	T _{máx} T _{mín} (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
45:30	60,0	61,5	63,0	61,6	60,9	62,1	66,7	67,8	73,6	70,3	73,3	66,1	12,7
46:00	60,0	61,6	63,0	61,7	60,9	62,1	66,7	68,0	74,5	70,2	73,3	66,2	13,6
46:30	60,0	61,5	62,9	61,6	60,9	62,1	66,4	67,9	74,7	69,9	73,2	66,1	13,9
47:00	60,0	61,7	62,9	61,6	60,8	62,1	66,3	68,2	75,2	69,5	73,3	66,2	14,4
47:30	60,0	61,6	62,9	61,7	60,8	62,1	66,5	67,9	74,3	69,8	73,3	66,1	13,5
48:00	60,0	61,6	63,0	61,7	60,8	62,1	66,6	68,0	74,5	69,8	73,5	66,2	13,7
48:30	60,0	61,6	63,0	61,7	60,9	62,2	66,6	67,8	73,8	69,8	73,5	66,1	12,9
49:00	60,0	61,7	62,9	61,8	61,0	62,1	66,5	68,0	74,7	69,6	73,3	66,1	13,7
49:30	60,0	61,7	63,0	61,8	60,8	62,2	66,5	68,0	74,6	69,6	73,5	66,2	13,8
50:00	60,1	61,5	62,9	61,7	60,9	62,1	66,5	67,6	74,5	69,6	73,4	66,1	13,6
50:30	60,1	61,5	62,8	61,7	60,8	62,1	66,6	67,2	73,4	70,1	73,3	66,0	12,6
51:00	60,0	61,5	62,8	61,6	60,9	62,1	66,9	67,1	72,9	70,4	72,7	65,9	11,9
51:30	60,0	61,5	62,8	61,5	60,8	62,0	66,6	67,4	73,7	70,3	72,7	65,9	13,0
52:00	60,0	61,4	62,7	61,5	60,7	61,9	66,3	67,4	74,1	70,1	72,5	65,9	13,4
52:30	60,0	61,3	62,8	61,5	60,8	62,0	66,3	67,5	73,8	69,9	72,8	65,9	13,0
53:00	60,0	61,4	62,7	61,5	60,7	61,9	66,2	67,7	74,1	69,5	73,0	65,9	13,4
53:30	59,9	61,4	62,7	61,5	60,7	62,0	66,1	67,8	74,4	69,4	73,0	65,9	13,8
54:00	59,8	61,3	62,7	61,5	60,7	61,9	66,0	67,8	74,8	69,4	73,0	65,9	14,1
54:30	59,9	61,4	62,8	61,5	60,7	61,9	65,9	68,0	75,1	69,2	73,1	66,0	14,3
55:00	59,9	61,4	62,8	61,5	60,8	62,0	66,3	67,8	74,5	69,6	73,3	66,0	13,7
55:30	60,0	61,5	62,9	61,6	60,7	62,0	66,4	68,0	73,9	69,5	73,7	66,0	13,1
56:00	60,0	61,5	62,9	61,6	60,8	62,1	66,6	68,0	73,8	69,6	73,6	66,1	13,1
56:30	60,0	61,6	62,9	61,7	60,8	62,1	66,7	67,9	73,6	69,6	73,5	66,0	12,8
57:00	60,0	61,5	62,9	61,6	60,8	62,1	66,5	68,0	73,8	69,5	73,6	66,0	13,0
57:30	60,1	61,5	62,9	61,6	60,9	62,1	66,5	67,7	73,4	70,2	73,2	66,0	12,5
58:00	60,1	61,5	62,9	61,6	60,9	62,1	67,0	67,4	73,0	70,4	72,9	66,0	12,1
58:30	60,1	61,6	62,9	61,7	60,9	62,1	66,6	67,6	73,9	70,3	72,8	66,0	13,0
59:00	60,0	61,5	62,8	61,7	60,9	62,1	66,4	67,7	74,1	70,1	72,9	66,0	13,2
59:30	60,0	61,4	62,8	61,6	60,8	62,0	66,3	67,5	73,9	69,8	72,8	65,9	13,1
00:00	60,0	61,5	62,7	61,6	60,8	62,0	66,1	67,7	74,3	69,7	72,9	65,9	13,5
T.PROM	60,0	61,5	62,8	61,6	60,8	62,0	66,3	68,1	74,4	69,8	73,4	66,1	
T.MAX	60,1	61,7	63,0	61,8	61,0	62,2	67,4	68,9	75,9	71,5	74,2		
T.MIN	59,8	61,3	62,6	61,4	60,6	61,8	65,6	67,1	72,9	68,9	71,9		
DTT	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,5	1,8	1,9	3,0	2,6	2,3		

Resumen de resultados

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Temperatura Máxima Medida	75,9	0,3
Temperatura Mínima Medida	60,6	0,3
Desviación de Temperatura en el Espacio	13,7	0,3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	3,0	0,1
Estabilidad Medida (±)	1,5	0,05
Uniformidad Medida	15,3	0,3

Certificado : TC - 12559 - 2022

Gráfica de para la temperatura de trabajo de $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$



[*] Declaración de los límites especificados de temperatura.

Durante la calibración y bajo las condiciones en que esta ha sido hecha, el medio isoterma:
- No cumple con los límites especificados de temperatura.

Certificado : TC - 12559 - 2022

Para cada posición de medición su "**desviación de temperatura en el tiempo**" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperaturas registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "**desviación de temperatura en el espacio**" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del equipo es 0,03 °C.
La estabilidad es considerada igual a la mitad de la máxima DTT.

Fotografía del medio isoterma:



Observaciones

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

Incertidumbre

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%

Fin del Documento

Anexo 09.3: balanza cap. Max. 30000 g.



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 016



Certificado de Calibración

TC - 04964 - 2022

Proforma : 9669A Fecha de emisión : 2022-09-30

Solicitante : MTL GEOTECNIA S.A.C.
Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima-Lima-San Martín De Porres

Instrumento de medición : Balanza
Tipo : Electrónica
Marca : OHAUS
Modelo : No indica
N° de Serie : No indica
Capacidad Máxima : 30000 g
Resolución : 1 g
División de Verificación : 1 g
Clase de Exactitud : II
Capacidad Mínima : 50 g
Procedencia : NO INDICA
N° de Parte : NO INDICA
Identificación : NO INDICA
Ubicación : No indica
Variación de ΔT Local : 5 °C
Fecha de Calibración : 2022-09-28

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 MTL GEOTECNIA S.A.C.

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 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



Trazabilidad

Trazabilidad	Patrón de trabajo	Certificado de calibración
Patrones de Referencia de KOSSOMET	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	PE21A-C-1070 Agosto 2021
Patrones de Referencia de LOJUSTO SAC	Juego de Pesas 1 kg a 5 kg Clase de Exactitud F1	E107-L-209B-2021-1 Agosto 2021
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Pesa 10 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-222-2021 Agosto 2021
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Pesa 20 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-223-2021 Agosto 2021

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Inspección visual

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

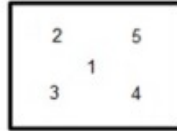
Ensayo de repetibilidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	23,2 °C	23,4 °C
Humedad Relativa	68 %	68 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15 000,0	15 000	0,5	0,0	1	30 000,0	30 000	0,5	0,0
2		15 000	0,4	0,1	2		30 000	0,5	0,0
3		15 000	0,5	0,0	3		30 000	0,7	-0,2
4		15 000	0,4	0,1	4		30 000	0,7	-0,2
5		15 000	0,4	0,1	5		30 000	0,5	0,0
6		15 000	0,5	0,0	6		30 000	0,5	0,0
7		15 000	0,4	0,1	7		30 000	0,7	-0,2
8		15 000	0,5	0,0	8		30 000	0,7	-0,2
9		15 000	0,5	0,0	9		30 000	0,5	0,0
10		15 000	0,4	0,1	10		30 000	0,5	0,0
Emáx - Emin (g)				0,1	Emáx - Emin (g)				0,2
error máximo permitido (tg)				2,0	error máximo permitido (tg)				3,0



Certificado de Calibración
TC - 04964 - 2022



Ensayo de excentricidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	23,4 °C	23,6 °C
Humedad Relativa	67 %	67 %

N°	Determinación de Error Eo				Determinación de Error Corregido Ec				e.m.p. (±g)	
	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)		Ec (g)
1	10,0	10	0,9	-0,4	10 000,0	9 999	0,2	-0,7	-0,3	2,0
2		10	0,9	-0,4		10 000	0,7	-0,2	0,2	
3		10	0,9	-0,4		10 000	0,7	-0,2	0,2	
4		10	0,9	-0,4		9 999	0,3	-0,8	-0,4	
5		10	0,9	-0,4		9 999	0,3	-0,8	-0,4	

Ensayo de pesaje

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	24,0 °C	24,1 °C
Humedad Relativa	67 %	68 %

Carga (g)	Crecientes				Decrecientes				e.m.p. (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10,0	10	0,9	-0,4						
50,0	50	0,7	-0,2	0,2	51	0,9	0,6	1,0	1,0
1 000,0	1 000	0,7	-0,2	0,2	1 001	0,7	0,8	1,2	1,0
2 000,0	2 000	0,7	-0,2	0,2	2 001	0,7	0,8	1,2	1,0
6 000,0	6 000	0,5	0,0	0,4	6 001	0,5	1,0	1,4	2,0
8 000,0	8 000	0,5	0,0	0,4	8 001	0,4	1,1	1,5	2,0
10 000,0	10 000	0,3	0,2	0,6	10 001	0,5	1,0	1,4	2,0
15 000,0	15 001	0,8	0,7	1,1	15 001	0,9	0,6	1,0	2,0
20 000,0	20 001	0,5	1,0	1,4	20 001	0,9	0,6	1,0	2,0
25 000,1	25 001	0,7	0,7	1,1	25 001	0,6	0,8	1,2	3,0
30 000,1	30 001	0,7	0,7	1,1	30 000	0,7	-0,3	0,1	3,0

Donde:

I : Indicación de la balanza
R : Lectura de la balanza posterior a la calibración (g)
ΔL : Carga adicional
E : Error del instrumento
Eo : Error en cero
Ec : Error corregido

Lectura corregida e incertidumbre de la balanza

Lectura Corregida	:	$R_{\text{corregida}} = R - 5,34 \times 10^{-5} \times R$
Incertidumbre Expandida	:	$U_R = 2 \times \sqrt{2,62 \times 10^{-3} \text{ g}^2 + 1,21 \times 10^{-9} \times R^2}$

Observaciones

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado. La indicación de la balanza fue de 30 011 g para una carga de valor nominal 30000 g.

Incertidumbre

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

Fin del documento



Anexo 09.4: balanza cap. Max. 250 g.



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 016



Certificado de Calibración

TC - 06639 - 2022

Proforma : 10360A Fecha de emisión : 2022-05-03

Solicitante : **MTL GEOTECNIA S.A.C.**
Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima-Lima-San Martín De Porres

Instrumento de medición : **Balanza**
Tipo : Electrónica
Marca : DENVER
Modelo : AA-250
N° de Serie : No indica
Capacidad Máxima : 250 g
Resolución : 0,0001 g
División de Verificación : 0,001 g
Clase de Exactitud : I
Capacidad Mínima : 0,1 g
Procedencia : NO INDICA
N° de Parte : NO INDICA
Identificación : NO INDICA
Ubicación : Laboratorio
Variación de ΔT Local : 4 °C
Fecha de Calibración : 2022-04-28

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 MTL GEOTECNIA S.A.C.

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 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

PGC-16-r08/ Diciembre 2019/Rev.04

Página : 1 de 3



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

(01) 262 9536
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe
www.testcontrol.com.pe

Certificado de Calibración
TC - 06639 - 2022

Trazabilidad

Trazabilidad	Patrón de trabajo	Certificado de calibración
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud E2	LM-C-172-2021 Julio 2021

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Inspección visual

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	No Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

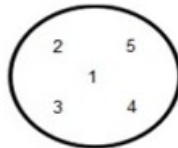
Ensayo de repetibilidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	21,9 °C	22,5 °C
Humedad Relativa	74 %	72 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	125,0000	124,9979	-	-2,1	1	250,0000	249,9944	-	-5,6
2		124,9980	-	-2,0	2		249,9945	-	-5,5
3		124,9984	-	-1,6	3		249,9949	-	-5,1
4		124,9979	-	-2,1	4		249,9947	-	-5,3
5		124,9980	-	-2,0	5		249,9944	-	-5,6
6		124,9978	-	-2,2	6		249,9945	-	-5,5
7		124,9978	-	-2,2	7		249,9941	-	-5,9
8		124,9980	-	-2,0	8		249,9959	-	-4,1
9		124,9978	-	-2,2	9		249,9945	-	-5,5
10		124,9980	-	-2,0	10		249,9947	-	-5,3
Emáx - Emin (mg)				0,6	Emáx - Emin (mg)				1,8
error máximo permitido (±mg)				2,0	error máximo permitido (±mg)				3,0



Certificado de Calibración
TC - 06639 - 2022



Ensayo de excentricidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,5 °C	22,5 °C
Humedad Relativa	72 %	72 %

N°	Determinación de Error Eo				Determinación de Error Corregido Ec				e.m.p. (±mg)	
	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)		Ec (mg)
1	0,0100	0,0098	-	-0,2	80,0000	79,9996	-	-0,4	-0,2	2,0
2		0,0097	-	-0,3		79,9995	-	-0,5	-0,2	
3		0,0099	-	-0,1		79,9995	-	-0,5	-0,4	
4		0,0097	-	-0,3		79,9995	-	-0,5	-0,2	
5		0,0097	-	-0,3		79,9997	-	-0,3	0,0	

Ensayo de pesaje

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,6 °C	22,7 °C
Humedad Relativa	73 %	72 %

Carga (g)	Crecientes				Decrecientes				e.m.p. (±mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0,0010	0,0009	-	-0,1						
0,1000	0,1005	-	0,5	0,6	0,1005	-	0,5	0,6	1,0
10,0000	10,0001	-	0,1	0,2	10,0001	-	0,1	0,2	1,0
20,0000	19,9991	-	-0,9	-0,8	19,9992	-	-0,8	-0,7	1,0
50,0000	50,0000	-	0,0	0,1	50,0001	-	0,1	0,2	1,0
70,0000	69,9995	-	-0,5	-0,4	69,9995	-	-0,5	-0,4	2,0
90,0000	89,9996	-	-0,4	-0,3	89,9989	-	-1,1	-1,0	2,0
100,0001	99,9989	-	-1,2	-1,1	99,9991	-	-1,0	-0,9	2,0
150,0001	149,9988	-	-1,3	-1,2	149,9978	-	-2,3	-2,2	2,0
200,0002	199,9960	-	-4,2	-4,1	199,9950	-	-5,2	-5,1	2,0
250,0002	249,9950	-	-5,2	-5,1	249,9950	-	-5,2	-5,1	3,0

Donde:

I : Indicación de la balanza
R : Lectura de la balanza posterior a la calibración (g)
ΔL : Carga adicional
E : Error del instrumento
Eo : Error en cero
Ec : Error corregido

Lectura corregida e incertidumbre de la balanza

$$\text{Lectura Corregida} : R_{\text{corregida}} = R + 1,13 \times 10^{-5} \times R$$

$$\text{Incertidumbre Expandida} : U_R = 2 \times \sqrt{3,21 \times 10^{-7} \text{ g}^2 + 1,35 \times 10^{-10} \times R^2}$$

Observaciones

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.
La indicación de la balanza fue de 249,9082 g para una carga de valor nominal 250 g.

Incertidumbre

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

Fin del documento



Anexo 09.5: Pie de rey



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 016



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 19148 - 2022

PROFORMA : 15019

Fecha de emisión: 2022-10-19

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima-Lima-San Martín De Porres

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PIE DE REY

Tipo : Analógico

Marca : JAGUAR

Modelo : No Indica

N° de Serie : No Indica

Intervalo de Indicación : 0 mm a 300 mm

División de Escala : 0,05 mm

Procedencia : No Indica

Identificación : No Indica

Fecha de Calibración : 2022 - 10 - 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 de acuerdo al uso.

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

Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa con nuestro bloques patrón según procedimiento PC - 012 " Procedimiento de calibración de pie de rey". Quinta Edición - Agosto 2012. SNM - INDECOPI

CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	19,9 °C	20,0 °C
Humedad Relativa	53,1 %	55,1 %

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



TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Bloques Patrón Grado K DM-INACAL	Bloques Patrón de Longitud 0,5 mm a 100 mm Grado 0	LLA-C-081-2022
Bloques Patrón Grado K DM-INACAL	Bloques Patrón de Longitud 200 mm Grado 0	LLA-304-2022
Bloques Patrón Grado K DM-INACAL	Bloques Patrón de Longitud 300 mm Grado 0	LLA-305-2022
Comparador Horizontal Incertidumbre de $0,2 \mu\text{m} + 0,78 \mu\text{m}/\text{m}$ DM-INACAL	Varilla Cilíndrica 10 mm	LLA-004-2022
Máquina de Medición por Coordenadas DM-INACAL	Anillo Patrón 5 mm	LLA-009-2022

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Error de referencia inicial (I) = 0 μm

Error de indicación del pie de rey para medición de exteriores

Valor Patrón (mm)	Promedio de la indicación del Pie de Rey (mm)	Error (μm)
50,000	50,000	0
100,000	100,000	0
150,000	150,000	0
200,000	200,000	0
300,000	300,000	0

Error de contacto superficie parcial (E)

Valor Patrón (mm)	Error (μm)
300,000	0

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Error de repetibilidad (R)

Valor Patrón (mm)	Error (μm)
300,000	0

Error de cambio de escala de exteriores a interiores (S_{E,I})

Valor Patrón (mm)	Error (μm)
10,000	0

Error de cambio de escala de exteriores a profundidad (S_{E,P})

Valor Patrón (mm)	Error (μm)
10,000	0

Error de contacto lineal (L)

Valor Patrón (mm)	Error (μm)
10,000	0

Error de contacto de superficie completa (J)

Valor Patrón (mm)	Error (μm)
10,000	0

Error debido a la distancia de cruce de las superficies de medición para medición de interiores (K)

Valor Patrón (mm)	Error (μm)
5,000	0

Incertidumbre de Medición : $(28,87^2 + 0,01^2 \times L^2)^{1/2} \mu\text{m}$

L: Indicación del pie de rey expresado en milímetros (mm)

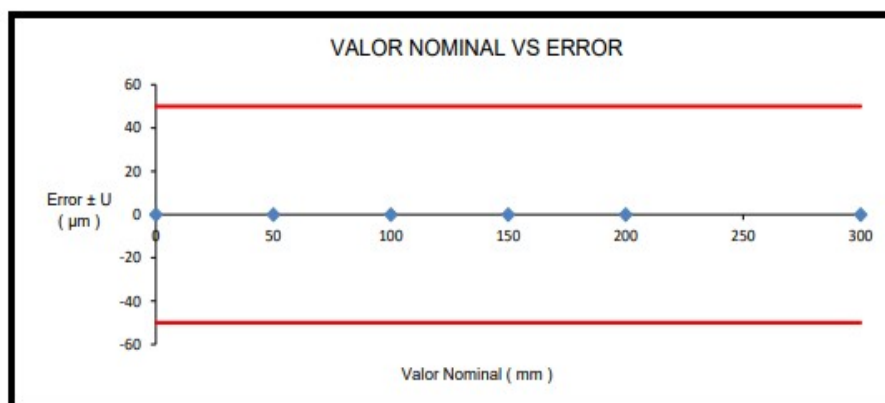
Nota 1: Error de indicación del pie de rey para medición de interiores = Error de indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores e interiores (SE-I).

Nota 2: Error de indicación del pie de rey para medición de profundidad = Error de indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores a profundidad (SE-P).

Nota 3: El instrumento tiene un error máximo permitido de $\pm 50 \mu\text{m}$, según norma DIN 862.



RESULTADOS DE MEDICIÓN



OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



Anexo 10: Boleta electrónica del laboratorio

MTL GEOTECNIA S.A.C. CAL. LA MADRID 264 ASC. LOS OLIVOS AV ANTUNEZ DE MAYOLO CON AV DANIEL ALCID SAN MARTIN DE PORRES - LIMA - LIMA						BOLETA DE VENTA ELECTRONICA RUC: 20600375262 EB01-199	
Fecha de Vencimiento : Fecha de Emisión : 26/06/2023 Señor(es) : LUIS MIGUEL FIGUEROA YUCRA DNI : 48284264 Tipo de Moneda : SOLES Observación :							
Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario(*)	Descuento(*)	Importe de Venta(**)	ICBPER	
1.00	UNIDAD	ELABORACION DE 64 ADOBES, ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION, FLEXION Y ABSORCION DE HUMEDAD Y CLASIFICACION DE SUCS	2118.64	0.00	2,499.9952	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.						SON: DOS MIL QUINIENTOS Y 00/100 SOLES 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	
<i>Cancelado</i>							
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: www.sunat.gob.pe , en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.							

MTL GEOTECNIA SAC
 Suelos, Concreto, Asfalto

DANY UCOTO TRUJILLO
 Gerente General
 DNI/ 44757278

Anexo 11: Panel fotográfico



Fotografía 1: muestras para el ensayo a flexión y absorción
Fuente: Elaboración propia



Fotografía 2: muestras para el ensayo a compresión
Fuente: Elaboración propia



Fotografía 3: adobe patron en ensayo a compresión
Fuente: Elaboración propia



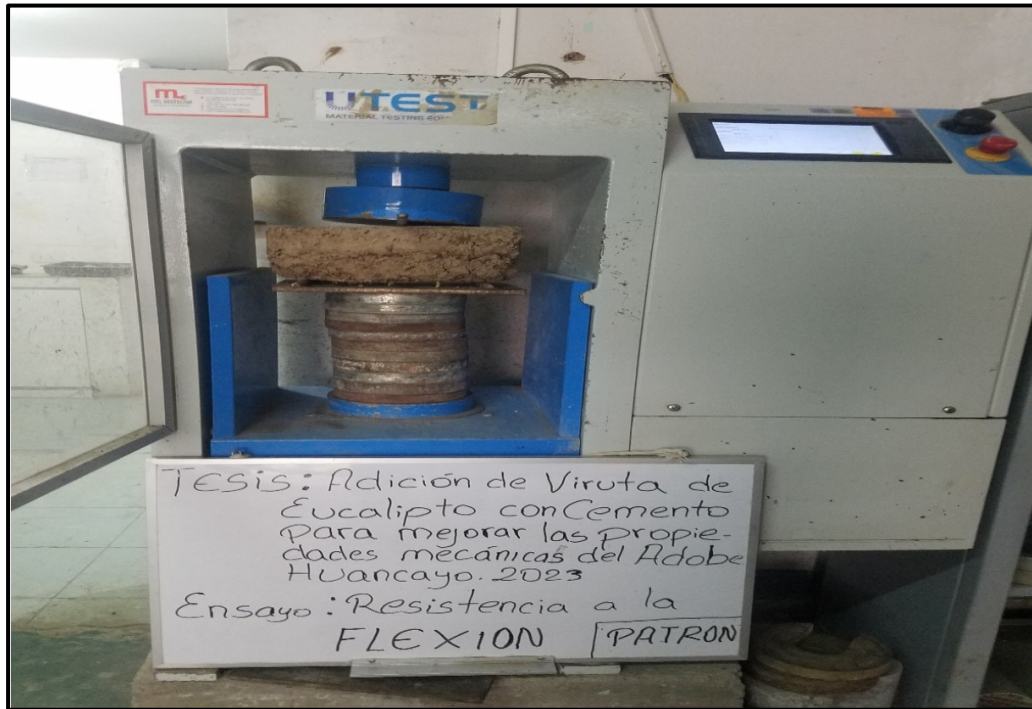
Fotografía 4: adobe de 2.5% de viruta con 6% cemento en compresión
Fuente: Elaboración propia



Fotografía 5: adobe de 4.5% de viruta con 4% cemento en compresión
Fuente: Elaboración propia



Fotografía 6: adobe de 6% de viruta con 2.5% cemento en compresión
Fuente: Elaboración propia



Fotografía 7: adobe patron en ensayo a la flexión
Fuente: Elaboración propia



Fotografía 8: adobe de 2.5% de viruta con 6% cemento a la flexión
Fuente: Elaboración propia



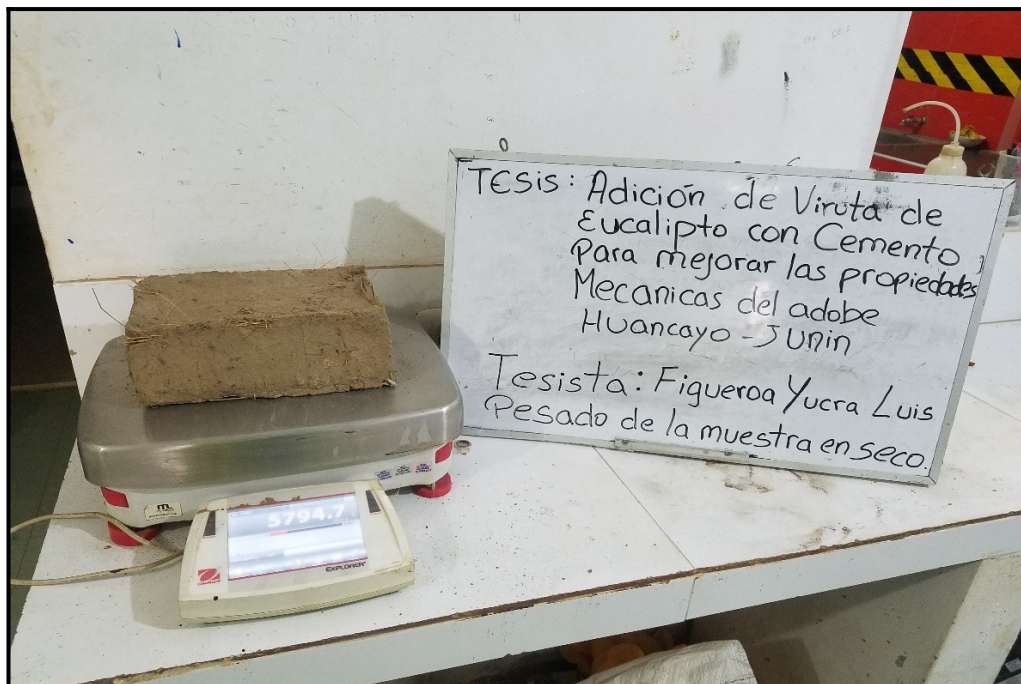
Fotografía 9: adobe de 4.5% de viruta con 4% cemento a la flexión
Fuente: Elaboración propia



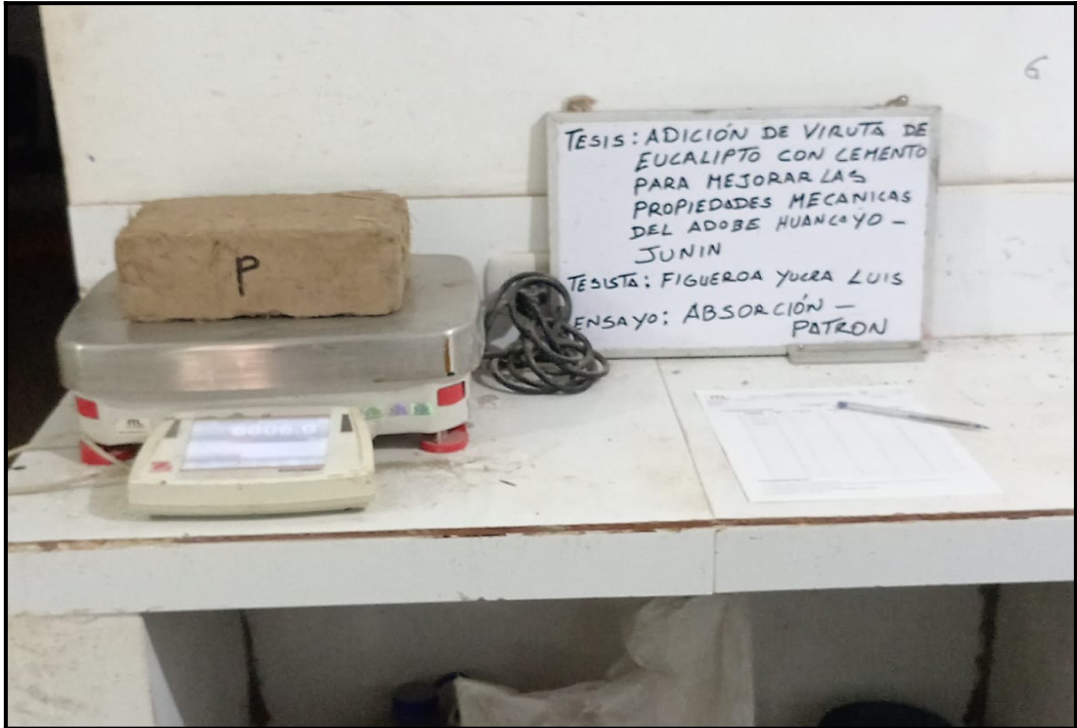
Fotografía 10: adobe de 6% de viruta con 2.5% cemento a la flexión
Fuente: Elaboración propia



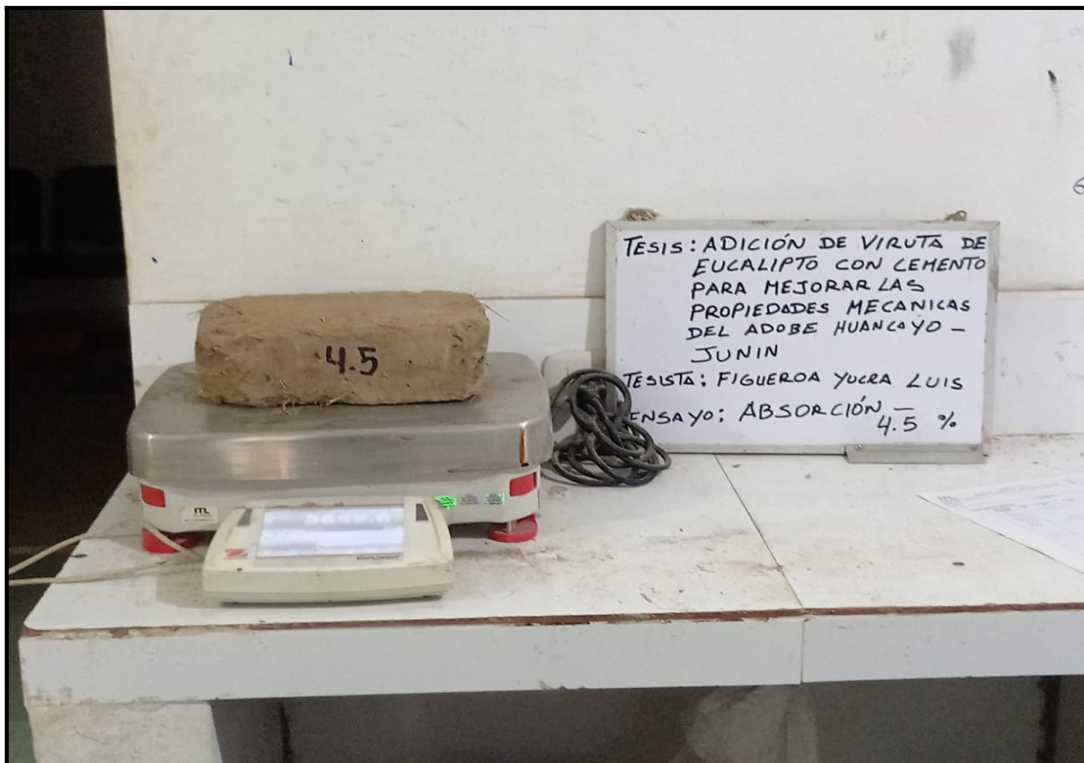
Fotografía 11: adobe patron en ensayo de absorción de humedad
Fuente: Elaboración propia



Fotografía 12: pesado de la muestra en seco
Fuente: Elaboración propia



Fotografía 13: peso de la muestra patron para absorción
Fuente: Elaboración propia



Fotografía 14: peso de 4.5% de viruta con 4% cemento para absorción
Fuente: Elaboración propia