

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
FACULTAD DE INGENIERÍA



Análisis de las propiedades físico-mecánicas del adobe incorporando
la ceniza del tallo de habas, Jauja – Junín, 2022

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

AUTORA

Leydi Vanesa Merino Cuadros

ASESOR

Manuel Ismael Laurencio Luna

Lima, Perú

2024

METADATOS COMPLEMENTARIOS**Datos del autor**

| | |
|-----------------------------------|----------------|
| Nombres | Leydi Vanesa |
| Apellidos | Merino Cuadros |
| Tipo de documento de identidad | DNI |
| Número del documento de identidad | 71581520 |
| Número de Orcid (opcional) | |

Datos del asesor

| | |
|-----------------------------------|---|
| Nombres | Manuel Ismael |
| Apellidos | Laurencio Luna |
| Tipo de documento de identidad | DNI |
| Número del documento de identidad | 42362708 |
| Número de Orcid (obligatorio) | https://orcid.org/0000-0002-5992-0202 |

Datos del Jurado**Datos del presidente del jurado**

| | |
|-----------------------------------|-----------------|
| Nombres | Félix German |
| Apellidos | Delgado Ramírez |
| Tipo de documento de identidad | DNI |
| Número del documento de identidad | 22264222 |

Datos del segundo miembro

| | |
|-----------------------------------|-------------|
| Nombres | Maiquel |
| Apellidos | López Silva |
| Tipo de documento de identidad | DNI |
| Número del documento de identidad | 49087489 |

Datos del tercer miembro

| | |
|-----------------------------------|-------------|
| Nombres | Alcibiades |
| Apellidos | Bances Meza |
| Tipo de documento de identidad | DNI |
| Número del documento de identidad | 44127737 |

Datos de la obra

| | |
|---|---|
| Materia* | Bloque de adobe, ceniza de tallo de habas, propiedades físico- mecánicas, precio de fabricación |
| Campo del conocimiento OCDE Consultar el listado: enlace | https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01 |
| Idioma (Normal ISO 639-3) | SPA - español |
| Tipo de trabajo de investigación | Tesis |
| País de publicación | PE - PERÚ |
| Recurso del cual forma parte (opcional) | |
| Nombre del grado | Ingeniero Civil |
| Grado académico o título profesional | Título Profesional |
| Nombre del programa | Ingeniería Civil |
| Código del programa Consultar el listado: enlace | 732016 |

*Ingresar las palabras clave o términos del lenguaje natural (no controladas por un vocabulario o tesoro).



FACULTAD DE INGENIERÍA

ACTA N° 080-2024-UCSS-FI/TPICIV

**SUSTENTACION DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL
SEDE LIMA**

Los Olivos, 31 de octubre del 2024

Siendo las 10:05 horas del 31 de octubre del 2024, utilizando los recursos para la videoconferencia disponibles en la Universidad Católica Sedes Sapientiae, se dio inicio a la sustentación de la Tesis:

Análisis de las propiedades físico- mecánicas del adobe incorporando la ceniza del tallo de habas, Jauja – Junín, 2022

Por la Bachiller en Ciencias de la Ingeniería Civil:

MERINO CUADROS, LEYDI VANESA

Ante el Jurado calificador conformado por el:

Dr. DELGADO RAMIREZ, Félix German

Dr. LOPEZ SILVA, Maiquel

Ing. BANCES MEZA, Alcibiades

Presidente

Secretario

Miembro

Siendo las 11:35 horas, habiendo sustentado y atendido las preguntas realizadas por cada uno de los miembros del jurado; y luego de la respectiva deliberación, el jurado le otorgó la calificación de:

APROBADO

En mérito a la calificación obtenida se expide la presente acta con la finalidad que el Consejo de Facultad considere se le otorgue al Bachiller MERINO CUADROS, LEYDI VANESA el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

En señal de conformidad firmamos,

.....
Ing. BANCES MEZA, Alcibiades
Miembro

.....
Dr. LOPEZ SILVA, Maiquel
Secretario

.....
Dr. DELGADO RAMIREZ, Félix German
Presidente

Anexo 2

CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR(A) DE TESIS / INFORME ACADÉMICO/ TRABAJO DE INVESTIGACIÓN/ TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL CON INFORME DE EVALUACIÓN DEL SOFTWARE ANTIPLAGIO

Lima, 21 de octubre de 2024

Señora DAYMA CARMENATES HERNANDEZ
Jefe del Departamento de Investigación/Coordinador Académico de Unidad de Posgrado
Facultad Ingeniería - UCSS

Reciba un cordial saludo.

Sirva el presente para informar que la tesis / informe académico/ trabajo de investigación/ trabajo de suficiencia profesional, bajo mi asesoría, con título: Análisis de las propiedades físico-mecánicas del adobe incorporando la ceniza del tallo de habas, Jauja - Junín, 2022, presentada por MERINO CUADROS, LEYDI VANESA (2015101808 y DNI 71581520) para optar el título profesional/grado académico de Ingeniero Civil ha sido revisado en su totalidad por mi persona y **CONSIDERO** que el mismo se encuentra **APTO** para ser sustentado ante el Jurado Evaluador.

Asimismo, para garantizar la originalidad del documento en mención, se le ha sometido a los mecanismos de control y procedimientos antiplagio previstos en la normativa interna de la Universidad, **cuyo resultado alcanzó un porcentaje de similitud de 14 %**.* Por tanto, en mi condición de asesor(a), firmo la presente carta en señal de conformidad y adjunto el informe de similitud del Sistema Antiplagio Turnitin, como evidencia de lo informado.

Sin otro particular, me despido de usted. Atentamente,



LAURENCIO LUNA, MANUEL ISMAEL
DNI N°: 42362708
ORCID: 0000-0002-5992-0202
Facultad de Ingeniería UCSS

* De conformidad con el artículo 8°, del Capítulo 3 del Reglamento de Control Antiplagio e Integridad Académica para trabajos para optar grados y títulos, aplicación del software antiplagio en la UCSS, se establece lo siguiente:

Artículo 8°. Criterios de evaluación de originalidad de los trabajos y aplicación de filtros

El porcentaje de similitud aceptado en el informe del software antiplagio para trabajos para optar grados académicos y títulos profesionales, será máximo de veinte por ciento (20%) de su contenido, siempre y cuando no implique copia o indicio de copia.

Dedicatoria

Dedico esta tesis con mucho amor y cariño a mis padres Juana Cuadros Paucar y Cirilo Eulogio Merino Espinoza, por brindarme su apoyo, comprensión y consejos que me impulsaron a culminar mi profesión.

A mi hermana, hermano y demás familiares en general por el apoyo que siempre me brindaron día a día en el transcurso de cada año de mi carrera universitaria.

A mi pareja, quien siempre me brindó su apoyo emocional y me motivó a seguir adelante; y ser un ejemplo para mi hermano menor.

Agradecimiento

Agradezco en primer lugar a Dios por haberme dado la oportunidad de haber concluido esta carrera y haberme brindado las fuerzas para superar los obstáculos a lo largo de esta investigación.

Deseo agradecer a todas las personas que de una forma u otra permitieron la realización de este trabajo de investigación, en especial a mi mamita por haber fomentado el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida.

Mil palabras no bastan para agradecer a mis padres por su apoyo moral, su comprensión y sus consejos en los momentos difíciles; quienes sin escatimar esfuerzo han sacrificado gran parte de su vida por mis hermanos y por mí, y me han inculcado valores y educado, con la única ilusión de verme convertida en una profesional. Espero no defraudarlos y contar siempre con su apoyo sincero e incondicional.

A mi hermana Paola y a mi hermano Frank, por estar siempre presentes y por el infinito cariño, comprensión y apoyo moral, que me brindaron a lo largo de esta etapa.

De igual manera a mi asesor de tesis Manuel Laurencio Luna que me brindó su apoyo durante todo el desarrollo de la investigación.

Resumen

El objetivo principal de la investigación fue analizar la incorporación de la ceniza del tallo de habas en las propiedades físico-mecánicas de las unidades de adobe. La metodología de investigación fue con enfoque explicativo y un diseño experimental. Se utilizaron técnicas de observación directa, fichas de ensayos de laboratorio y presupuesto del costo de fabricación. Los bloques de adobes fueron elaborados con tierra, paja, agua y la incorporación de ceniza de tallo de habas, el diseño de mezcla se efectuó de acuerdo a la Norma E.080 del Reglamento Nacional de Edificaciones. Como principales resultados se clasificó el material físico como Arena Arcillosa “SC”. En el ensayo de resistencia a la compresión, resistencia a la flexión de la incorporación del 3.75% de ceniza se obtuvo mejoras significativas con respecto a los bloques patrón. En el ensayo de absorción de agua las incorporaciones de 3.75% y 4.5% de ceniza se comprobaron que tienen una influencia positiva al reducir gradualmente su capacidad de absorción de agua. El porcentaje óptimo de adición se determinó el 3.75%, logrando aumentar la resistencia a la flexión en un 25.8%, mejorar la resistencia a la compresión en un 2% y reducir la absorción de agua en un 42.9%.

Palabras clave: Bloque de adobe, ceniza de tallo de habas, propiedades físico- mecánicas, precio de fabricación.

Abstract

The main objective of the research was to analyze the incorporation of stem bean ash into the physical-mechanical properties of adobe units. The research methodology had an explanatory approach and an experimental design. Direct observation techniques, laboratory testing sheets, and cost estimation for manufacturing were used. The adobe blocks were made with soil, straw, water, and the incorporation of stem bean ash, with the mix design carried out according to the E.080 Standard of the National Building Regulation. The main results classified the physical material as Clayey Sand "SC." In the compressive strength test, the incorporation of 3.75% ash showed significant improvements compared to the standard blocks. In the water absorption test, the additions of 3.75% and 4.5% ash were found to have a positive influence, gradually reducing their water absorption capacity. The optimal addition percentage was determined to be 3.75%, achieving a 25.8% increase in flexural strength, a 2% improvement in compressive strength, and a 42.9% reduction in water absorption.

Keywords: Adobe block, bean stalk ash, physical-mechanical properties, manufacturing price.

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| Dedicatoria | 1 |
| Agradecimiento | 2 |
| Resumen | 3 |
| Abstract | 4 |
| Índice | 5 |
| Índice de Tablas | 8 |
| Índice de Figuras | 10 |
| CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 15 |
| 1.1. Formulación del problema..... | 15 |
| 1.1.1. Problema principal | 18 |
| 1.1.2. Problemas secundarios..... | 18 |
| 1.2. Objetivos de la investigación..... | 19 |
| 1.2.1. Objetivo principal..... | 19 |
| 1.2.2. Objetivos específicos..... | 19 |
| 1.3. Justificación e importancia de la investigación | 19 |
| 1.4. Delimitación del área de investigación..... | 24 |
| 1.5. Limitaciones de la investigación | 24 |
| CAPITULO 2. MARCO TEÓRICO | 25 |
| 2.1. Antecedentes de investigación..... | 25 |
| 2.1.1 Antecedentes internacionales | 25 |
| 2.1.2 Antecedentes Nacionales | 28 |
| 2.2. Bases Teóricas | 33 |

| | |
|--|-----------|
| 2.2.1. Definición, composición del adobe y características del adobe | 33 |
| 2.2.2. Pruebas in situ de la tierra del adobe | 36 |
| 2.2.3. Estabilización del adobe | 39 |
| 2.2.4. Preparación del adobe | 39 |
| 2.2.5. Propiedades físicas del bloque de adobe..... | 40 |
| 2.2.6. Tallo de Habas | 41 |
| 2.2.7 Nuevas tendencias del adobe | 43 |
| 2.2.8. Norma E.080 | 44 |
| 2.3. Definición de términos básicos..... | 44 |
| CAPITULO 3. HIPOTESIS Y VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN | 46 |
| 3.1 Hipótesis principal..... | 46 |
| 3.2 Hipótesis específicas..... | 46 |
| 3.3 Variables e indicadores..... | 48 |
| 3.4 Operacionalización de las variables | 49 |
| CAPITULO 4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN | 51 |
| 4.1 Diseño de ingeniería. | 51 |
| 4.2 Métodos y técnicas del proyecto. | 52 |
| 4.3 Diseño estadístico. | 53 |
| 4.3.1 Población y muestra..... | 53 |
| 4.4 Técnicas y herramientas estadísticas. | 56 |
| CAPITULO 5. DESARROLLO EXPERIMENTAL | 58 |
| 5.1 Pruebas de campo y ensayos | 58 |
| 5.1.1 Pruebas de campo | 58 |
| 5.1.2. Ensayos físico-mecánicos del agregado..... | 62 |

| | |
|---|-----|
| 5.2. Análisis granulométrico..... | 68 |
| 5.3. Elaboración de los bloques..... | 70 |
| CAPITULO 6. ANALISIS COSTO/BENEFICIO..... | 83 |
| 6.1 Beneficios no financieros. | 83 |
| 6.2 Evaluación del Impacto social y/o ambiental..... | 83 |
| 6.3 Evaluación Económica - Financiera..... | 83 |
| CAPITULO 7. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 87 |
| 7.1 Resultados..... | 87 |
| 7.3 Discusión..... | 114 |
| 7.4 Conclusiones..... | 117 |
| 7.5 Recomendaciones..... | 119 |
| APÉNDICES Y ANEXOS..... | 120 |
| i. Fuentes de información..... | 120 |
| ii. Anexos..... | 128 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Operacionalización de la Variable independiente..... | 49 |
| Tabla 2. Operacionalización de la Variable dependiente..... | 50 |
| Tabla 3 Cantidad de bloques por ensayo..... | 54 |
| Tabla 4 Análisis granulométrico | 68 |
| Tabla 5 Límites de consistencia | 69 |
| Tabla 6 Dosificación de Materiales para Bloques de Adobe en Jauja – Junín..... | 70 |
| Tabla 7 Precio Unitario del Bloque de Adobe Patrón..... | 84 |
| Tabla 8 Precio unitario del bloque de adobe con 3% de ceniza de tallo de habas | 85 |
| Tabla 9 Precio unitario del bloque de adobe con 3.75% de ceniza de tallo de habas | 85 |
| Tabla 10 Precio unitario del bloque de adobe con 4.5% de ceniza de tallo de habas | 86 |
| Tabla 11 Prueba de normalidad..... | 87 |
| Tabla 12 Estadístico de prueba sobre hipótesis general..... | 88 |
| Tabla 13 Ensayo resistencia a la compresión de bloques patrón | 89 |
| Tabla 14 Resistencia a la Compresión con 3% de Ceniza | 89 |
| Tabla 15 Resistencia a la Compresión con 3.75% de Ceniza | 90 |
| Tabla 16 Resistencia a la Compresión con 4.5% de Ceniza | 91 |
| Tabla 17 Resumen de Resistencia a la Compresión..... | 91 |
| Tabla 18 Estadístico de prueba sobre primera hipótesis específica | 93 |
| Tabla 19 Resistencia a la Flexión: Bloque Patrón..... | 94 |
| Tabla 20 Resistencia a la Flexión con 3% de Ceniza..... | 95 |
| Tabla 21 Resistencia a la Flexión con 3.75% de Ceniza..... | 95 |
| Tabla 22 Resistencia a la Flexión con 4.5% de Ceniza..... | 96 |
| Tabla 23 Resumen de Resistencia a la Flexión..... | 97 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 24 Estadístico de prueba sobre segunda hipótesis específica..... | 98 |
| Tabla 25 Ensayo de absorción de los bloques patrón..... | 99 |
| Tabla 26 Absorción con 3% de Ceniza | 100 |
| Tabla 27 Absorción con 3.75% de Ceniza | 100 |
| Tabla 28 Absorción con 4.5% de Ceniza | 101 |
| Tabla 29 Resumen de Absorción | 102 |
| Tabla 30 Estadístico de prueba sobre tercera hipótesis específica..... | 104 |
| Tabla 31 Control de compresión adobe..... | 104 |
| Tabla 32 Resistencia a la compresión con adición de ceniza en 3%..... | 105 |
| Tabla 33 Resistencia a la compresión con adición de ceniza en 3.75%..... | 106 |
| Tabla 34 Resistencia a la compresión con adición de ceniza en 4.5%..... | 107 |
| Tabla 35 Resumen de Resistencia de pilas de adobe | 107 |
| Tabla 36 Compresión Diagonal de Bloque Control | 109 |
| Tabla 37 Compresión Diagonal con 3% de Ceniza..... | 110 |
| Tabla 38 Compresión Diagonal con 3.75% de Ceniza..... | 111 |
| Tabla 39 Compresión Diagonal con 4.5% de Ceniza..... | 112 |
| Tabla 40 Resumen General de Compresión Diagonal | 113 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Formación de Bolitas para Prueba de Arcilla | 37 |
| Figura 2. Evaluación del terreno | 38 |
| Figura 3. Cantera San Antonio | 58 |
| Figura 4. Prueba de cinta de barro..... | 59 |
| Figura 5. Detección de Arcilla | 60 |
| Figura 6. Recolección de Tallos de Habas | 61 |
| Figura 7. Quema de Tallos de Habas | 61 |
| Figura 8. Ceniza de Tallo de Habas | 62 |
| Figura 9. Cuarteo y Pesaje de Muestra..... | 63 |
| Figura 10. Tamizado | 64 |
| Figura 11. Preparación de Muestra de los Límites de Atterberg..... | 65 |
| Figura 12. Limite Líquido de Copa de Casagrande | 66 |
| Figura 13. Limite Plástico por Método del Rollo..... | 67 |
| Figura 14. Curva granulométrica | 69 |
| Figura 15. Preparación del Suelo para Adobe..... | 71 |
| Figura 16. Mezcla para Adobe | 71 |
| Figura 17. Mezclado de Materiales | 72 |
| Figura 18. Moldeado y Secado de Bloques..... | 73 |
| Figura 19. Ensayo de resistencia a compresión..... | 74 |
| Figura 20. Ensayo de resistencia a flexión..... | 75 |
| Figura 21. Ensayo de absorción | 77 |
| Figura 22. Elaboración de pilas de adobe | 78 |
| Figura 23. Compresión de Pilas de Adobe..... | 79 |

| | |
|---|-----|
| Figura 24. Construcción de Muretes de Adobe..... | 80 |
| Figura 25. Compresión Diagonal en Muretes | 81 |
| Figura 26. Resumen de Resistencia a Compresión | 92 |
| Figura 27 Resumen de Resistencia a Flexión..... | 97 |
| Figura 28. Resumen de Porcentaje de Absorción | 103 |
| Figura 29. Compresión de Pilas en Resumen General | 108 |
| Figura 30. Compresión Diagonal en Resumen General | 113 |

INTRODUCCIÓN

En el Perú, existen 2,148.494 viviendas particulares en donde las paredes exteriores están construidas de un material de adobe o tapia. De acuerdo al último censo, las viviendas de tierra han decrecido desde el 2011 al 2021 del 34.4% al 31.0% a nivel nacional (INEI, 2005). Este material de adobe es un material de construcción de origen ancestral que ha sido utilizado durante siglos en diversas partes del mundo. Según la Norma E.080, está compuesto principalmente por tierra, agua y paja, lo que le brinda propiedades físicas y mecánicas que lo hacen resistente y duradero. En los últimos años, se ha buscado mejorar las propiedades del adobe incorporando diferentes materiales o aditivos para potenciar su resistencia y durabilidad. En este contexto, la ceniza del tallo de habas ha sido identificada como un posible aditivo para mejorar las propiedades físico-mecánicas del adobe.

La presente investigación tiene como objetivo principal analizar las propiedades físico-mecánicas del adobe incorporando la ceniza del tallo de habas en Jauja, Junín. Para ello, se plantea una serie de objetivos secundarios que permitirán desarrollar el estudio de manera integral.

La justificación de este estudio radica en la necesidad de contar con alternativas de construcción sostenibles y amigables con el medio ambiente. El adobe, al ser un material de construcción tradicional, es una opción atractiva en términos de sustentabilidad, ya que utiliza materiales locales y requiere menos consumo energético en su fabricación. Sin embargo, su resistencia y durabilidad pueden ser mejoradas para garantizar su uso a largo plazo.

En este sentido, se espera que la ceniza del tallo de habas, un subproducto agrícola de fácil acceso en la zona de estudio, pueda ser utilizada como aditivo para mejorar las propiedades del adobe. Esto contribuiría a la revalorización de este residuo agrícola y a la búsqueda de soluciones sostenibles en la construcción.

El área de investigación está delimitada por Jauja, Junín, donde se realizarán las pruebas de campo y ensayos necesarios para evaluar las propiedades físico-mecánicas del adobe con la incorporación de la ceniza del tallo de habas.

Sin embargo, es importante mencionar que esta investigación presenta algunas limitaciones, como el alcance geográfico y temporal de la investigación. Además, se reconoce que el adobe incorporando la ceniza del tallo de habas puede no ser la solución definitiva para todas las problemáticas de resistencia y durabilidad del adobe, por lo que se recomienda continuar con investigaciones futuras en este campo.

En el siguiente capítulo, se presentarán los antecedentes nacionales e internacionales sobre el uso de aditivos en el adobe, así como las bases teóricas relacionadas con el adobe y el tallo de habas. También se definirán los términos básicos utilizados en esta investigación.

Posteriormente, se plantean las hipótesis principal y secundarias de la investigación, así como las variables e indicadores que serán evaluados. Se incluirá la operacionalización de las variables para facilitar su medición y análisis.

En el capítulo 4 se describe el diseño de la investigación, incluyendo el diseño de ingeniería y los métodos y técnicas que se utilizarán durante el desarrollo del proyecto. También se presentará el diseño estadístico, definido a partir de la población y muestra seleccionadas, así como las técnicas y herramientas estadísticas que se emplearán para el análisis de los datos.

En el capítulo 5 se detallarán las pruebas de campo y ensayos que se realizarán para evaluar las propiedades físico-mecánicas del adobe con la incorporación de la ceniza del tallo de habas. Se incluirá el análisis granulométrico y la elaboración de los bloques de adobe.

En el capítulo 6 se realizará un análisis costo/beneficio de la incorporación de la ceniza del tallo de habas en el adobe. Se evaluarán los beneficios no financieros, así como el impacto social, ambiental y económico-financiero de esta práctica.

Finalmente, en el capítulo 7 se presentarán los resultados obtenidos a partir de las pruebas y ensayos realizados. Se formularán las conclusiones correspondientes y se ofrecerán recomendaciones para futuras investigaciones en este campo.

CAPÍTULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Formulación del problema.

San Bartolomé (1994), documenta que las primeras unidades de albañilería artificial se caracterizaban por ser masas amorfadas de barro secadas al sol, con evidencia de estas encontradas en las ruinas de Jericó, datadas hace 7350 años antes de la era común. Resulta notable que estas unidades antiguas no seguían una forma estándar, encontrando diseños variados como unidades cónicas en diversas culturas y períodos.

Para Dormohamadi y Rahimnia (2020), destacan el adobe entre los materiales más empleados en la construcción por su bajo coste y fácil adquisición. Sin embargo, resaltan la necesidad urgente de desarrollar soluciones a las deficiencias estructurales del adobe para evitar colapsos durante sismos y promover el uso de versiones mejoradas de este material. Esto implica la creación de un adobe innovador y económico que satisfaga los requisitos estructurales mínimos, fomentando así prácticas de construcción sostenible.

Colbert et al. (2021) observan que la demanda creciente por viviendas, impulsada por el aumento poblacional, ha llevado a cambios en las técnicas de construcción con adobe. La construcción informal, marcada por la ausencia de estudios técnicos y el uso de materiales económicos como el adobe en áreas rurales, resalta la insuficiente capacidad estructural del material tradicional. Para abordar estas limitaciones, se ha experimentado con la adición de aditivos naturales como fibras derivadas de los residuos de la planta Nimbo de la India. Este enfoque ha demostrado ser efectivo no solo en mejorar las propiedades mecánicas y físicas del adobe, sino también su capacidad de aislamiento térmico.

A nivel internacional, se han identificado estrategias innovadoras para superar las limitaciones inherentes al adobe. A pesar de existir un notable déficit en soluciones efectivas, recientes avances han introducido técnicas que integran componentes naturales, demostrando una

mejora significativa en las propiedades físico-mecánicas del material. Estas mejoras se han logrado gracias a la incorporación de aditivos naturales, que han servido como un referente para potenciar la calidad del adobe. En cuanto a la distribución de tipos de vivienda a escala mundial, se estima que entre el 35% y el 55% de la población reside en alojamientos considerados precarios, contruidos principalmente de tierra o mediante técnicas de albañilería de baja resistencia. Contrastando con esto, el aproximado del 45% restante de la población, ubicada en países con un mayor grado de desarrollo, disfruta de infraestructuras residenciales de mayor calidad, resultado de construcciones supervisadas por profesionales y empleando materiales de construcción más duraderos, como el concreto. Esta disparidad resalta el adobe como un material predominantemente utilizado en naciones con menores recursos económicos o en desarrollo (Catalán et al., 2019).

A nivel nacional, Perú se caracteriza por su alta actividad sísmica como parte del cinturón de fuego del Pacífico y presenta una diversidad geográfica marcada por tres principales regiones: Costa, Selva, y Sierra. Esta investigación se centra en la Sierra, donde predomina la construcción con adobe, un material compuesto por arena, tierra, arcilla, paja y agua. Debido a su bajo costo, el adobe es una opción económica para la población con recursos limitados, aunque su uso plantea desafíos significativos en términos de resistencia estructural y durabilidad.

Mendoza (2020) señala que el 37% de las construcciones en Perú son de adobe, con la Sierra albergando el 71% de estas. La región de la Selva, en cambio, presenta solo un 13% de construcciones de adobe, debido a las limitaciones que las intensas lluvias imponen a este material. La fabricación artesanal y la falta de control de calidad hacen que estas viviendas sean particularmente vulnerables a sismos e inundaciones.

Idrogo (2018) resalta la necesidad de encontrar alternativas más seguras al adobe tradicional. La investigación sugiere mejorar el adobe mediante aditivos naturales, como la ceniza

de biomasa arbórea, que han demostrado aumentar la resistencia sísmica y la durabilidad del material.

Rocca (2020) complementa esta visión, indicando que el adobe, por su composición, no se diseñó para soportar grandes cargas. Sin embargo, experimentos con aditivos como bagazo de caña de azúcar y ceniza de cáscara de arroz han mostrado un potencial para mejorar significativamente sus propiedades físicas y mecánicas, ofreciendo un camino hacia construcciones más resilientes en Perú.

Asimismo, Ginocchio et al. (2012) abogan por una aproximación que no solo mejore las capacidades estructurales del adobe, sino que también preserve su carácter ecológico y sostenible. La facilidad de acceso a los materiales primarios y la importancia de mantener la integridad ecológica del adobe son cruciales en el desarrollo de soluciones que mejoren su desempeño sin comprometer su accesibilidad y sostenibilidad.

Concretamente, en el departamento de Junín, datos del INEI (2017) indican que, de las 439,270 viviendas registradas, el 33.2%, equivalente a 107,753, están construidas de adobe o tapia. Este material, preferido por su bajo coste y menor impacto ambiental, se compone primordialmente de tierra, paja y agua. La región se caracteriza por su suelo arcilloso y virgen, ideal para la elaboración de adobe, y un clima frío y húmedo que, sin embargo, incrementa la vulnerabilidad de las estructuras a los sismos. Muchas de las viviendas, especialmente en Sausa, son autoconstruidas sin supervisión profesional, lo que resulta en una mayor susceptibilidad a daños estructurales ante eventos sísmicos recientes.

Ante la recurrente amenaza de tales desastres naturales, surge la necesidad de explorar nuevos materiales que puedan reforzar la resistencia del adobe. En este sentido, la presente investigación propone la adición de ceniza de tallo de habas al adobe como una innovación destinada a mejorar sus propiedades físico-mecánicas.

Este trabajo investigativo se enfoca en las variables clave de la mejora en las propiedades físico-mecánicas del adobe a través de la adición de aditivos naturales, como la ceniza de biomasa arbórea, bagazo de caña de azúcar y ceniza de cáscara de arroz, con el objetivo de aumentar la resistencia sísmica y la durabilidad del material en regiones altamente sísmicas como Perú. Destaca la prevalencia del uso del adobe en construcciones precarias, especialmente en países en desarrollo y áreas susceptibles a desastres naturales, confrontando la necesidad de una solución sostenible que no solo mejore la integridad estructural del adobe, sino que también conserve su viabilidad económica y bajo impacto ambiental. Aborda la distribución geográfica del uso del adobe en Perú, evidenciando una mayor concentración en la región de la Sierra debido a factores económicos y la disponibilidad de materiales, a pesar de los desafíos presentados por el clima y la actividad sísmica. La investigación se centra en identificar el porcentaje óptimo de aditivos naturales que resulte en un material de construcción mejorado, ofreciendo así una alternativa más segura y duradera para el desarrollo de viviendas en áreas vulnerables.

1.1.1. Problema principal

¿De qué manera influye la incorporación de la ceniza del tallo de habas en las propiedades físico-mecánicas de las unidades de adobe?

1.1.2. Problemas secundarios

¿De qué manera influye la incorporación de la ceniza del tallo de habas en la resistencia a la compresión de las unidades de adobe?

¿De qué manera influye la incorporación de la ceniza del tallo de habas en la resistencia a la flexión de las unidades de adobe?

¿De qué manera influye la incorporación de la ceniza del tallo de habas en la absorción de agua de las unidades de adobe?

¿Cuál es el porcentaje óptimo de la incorporación de la ceniza del tallo de habas de las unidades de adobe?

1.2. Objetivos de la investigación

1.2.1. Objetivo principal

Analizar la incorporación de la ceniza del tallo de habas en las propiedades físico-mecánicas de las unidades de adobe.

1.2.2. Objetivos específicos

Determinar la influencia de la ceniza del tallo de habas en la resistencia a la compresión de las unidades de adobe.

Determinar la influencia de la ceniza del tallo de habas en la resistencia a la flexión de las unidades de adobe.

Determinar la influencia de la ceniza del tallo de habas en la absorción de agua de las unidades de adobe.

Determinar el porcentaje óptimo de la incorporación de la ceniza del tallo de habas de las unidades de adobe.

1.3. Justificación e importancia de la investigación

Práctica: La investigación se justifica en el contexto práctico por su capacidad para abordar las necesidades críticas de construcción sostenible en zonas de alta sismicidad como Perú, particularmente en la región Sierra, donde la prevalencia del adobe es significativa debido a su accesibilidad económica y su tradición en la construcción local. La integración de ceniza del tallo de habas en el adobe responde directamente a las limitaciones estructurales del material tradicional, destacadas por la evidencia histórica y la necesidad contemporánea de adaptar las prácticas de construcción a las amenazas sísmicas recurrentes y a los desafíos climáticos específicos de la región. Esta estrategia de innovación material no solo promete reforzar la resistencia y durabilidad del adobe frente a condiciones adversas, sino que también representa una solución ecológicamente

sostenible al valorizar residuos agrícolas, alineándose así con los objetivos de gestión de residuos sostenibles y la economía circular. Adicionalmente, al potenciar el uso de técnicas de construcción que son tanto culturalmente resonantes como ambientalmente responsables, este enfoque refuerza la identidad local y apoya la sustentabilidad económica de la región de Jauja, ofreciendo un modelo replicable para otras comunidades con desafíos similares. De este modo, la investigación tiene el potencial de transformar significativamente el panorama de la construcción en áreas vulnerables, proponiendo una solución que es a la vez innovadora y profundamente arraigada en las tradiciones y necesidades locales.

Social: Este estudio adquiere una relevancia social profunda al abordar directamente los desafíos de construcción en áreas vulnerables a fenómenos sísmicos, como es el caso de la región Sierra en Perú. Al proponer una metodología de construcción que incorpora ceniza de tallo de habas, un subproducto agrícola localmente disponible y hasta ahora subutilizado, en el proceso de fabricación de adobe, este trabajo no solo promueve prácticas ambientalmente sostenibles, sino que también eleva el bienestar de las comunidades locales mediante la creación de viviendas más seguras y resistentes. Este enfoque de utilizar recursos locales abundantes no solo contribuye a la economía circular, minimizando la huella ecológica asociada al transporte de materiales de construcción, sino que también reduce la dependencia de recursos importados o tecnológicamente avanzados, que suelen ser económicamente inaccesibles para las comunidades rurales. La mejora en la resistencia y durabilidad del adobe tiene el potencial de transformar significativamente la calidad de vida de las poblaciones locales, ofreciendo soluciones concretas a la problemática de viviendas vulnerables a daños por sismos e inundaciones. Al fortalecer la infraestructura habitacional con materiales innovadores y accesibles, se promueve una mayor seguridad y estabilidad para las familias, contribuyendo así al desarrollo sostenible de las comunidades. Además, este proyecto reivindica y revitaliza las técnicas constructivas tradicionales,

enriqueciéndose con nuevas investigaciones y aplicaciones prácticas. Al hacerlo, no solo se preserva la rica herencia cultural de la construcción con adobe en Perú, sino que también se fomenta un diálogo intergeneracional y la transferencia de conocimiento. Este intercambio asegura que las habilidades y saberes tradicionales no solo sobrevivan, sino que evolucionan en consonancia con principios de sostenibilidad y resiliencia.

Metodológica: La metodología de esta investigación está cuidadosamente diseñada para abordar de manera efectiva la necesidad de mejorar las propiedades físico-mecánicas del adobe, un material tradicionalmente utilizado en la construcción en áreas sísmicas como la región Sierra de Perú. La elección de la metodología se basa en una combinación de técnicas experimentales y análisis cualitativos, orientados a evaluar el impacto de la ceniza del tallo de habas como aditivo en el adobe, tanto en términos de resistencia estructural como de sostenibilidad ambiental. La variable independiente en este estudio, la incorporación de ceniza de tallo de habas en la mezcla de adobe, se medirá mediante proporciones específicas para determinar el porcentaje óptimo que mejore significativamente la resistencia a la compresión, flexión y absorción de agua, sin comprometer las cualidades térmicas y acústicas inherentes del adobe. Estos aspectos son fundamentales en la construcción sostenible y contribuyen al confort y bienestar en las viviendas rurales. Por otro lado, las variables dependientes, la resistencia sísmica, la durabilidad y las propiedades térmicas y acústicas del adobe mejorado, se evaluarán utilizando instrumentos y métodos de ensayo estandarizados, incluyendo pruebas de compresión, flexión y absorción, así como análisis termográficos y acústicos. Esta aproximación metodológica permite una evaluación integral de cómo la adición de ceniza afecta a la funcionalidad y eficacia del adobe, proporcionando datos valiosos para el desarrollo de materiales de construcción más resilientes y ecológicos.

Ambiental: Esta investigación se fundamenta en la imperativa necesidad de avanzar hacia prácticas de construcción sostenibles que minimicen el impacto ambiental en la región de Jauja,

Junín, y más allá. La inclusión de ceniza de tallo de habas en la mezcla de adobe no solo representa una aplicación innovadora de subproductos agrícolas locales, sino que también evidencia un compromiso con la reducción de residuos y la mejora en la gestión de recursos naturales. La transformación de este residuo agrícola en un recurso valioso para la construcción refleja un paso significativo hacia la mitigación de la huella ecológica asociada a los materiales de construcción convencionales. La adopción de ceniza de tallo de habas en el adobe contribuye a cerrar el ciclo de vida de los materiales de manera ecológica, alineándose con los principios de la economía circular. Este enfoque no solo fomenta la reutilización de materiales biodegradables y reduce la dependencia de insumos no renovables, sino que también impulsa la innovación en el sector de la construcción hacia opciones más verdes y eficientes energéticamente. Además, al mejorar la durabilidad y las propiedades aislantes del adobe, se promueve un ambiente construido más sustentable y eficiente desde el punto de vista energético, contribuyendo directamente a la reducción del consumo energético y a la disminución de las emisiones de carbono a lo largo del tiempo. Por lo tanto, esta investigación no solo aborda una necesidad local de mejorar la seguridad y sostenibilidad de las viviendas en áreas propensas a sismos, sino que también se posiciona como un modelo replicable de gestión ambiental responsable. Al promover la utilización de materiales orgánicos y reciclados en procesos constructivos, este estudio subraya la posibilidad de alcanzar un equilibrio entre el desarrollo de infraestructura y la conservación del medio ambiente, marcando un hito hacia la construcción ecológica en Perú y potencialmente en otras regiones con características y desafíos similares.

Económica: Esta investigación introduce un enfoque revolucionario para optimizar los costos de construcción, específicamente en áreas vulnerables a eventos sísmicos como la región Sierra de Perú, mediante la integración de ceniza del tallo de habas en la producción de adobe. Al valorizar residuos agrícolas locales, este estudio no solo promueve una gestión de residuos más

eficiente, sino que también impulsa la economía local al transformar un subproducto agrícola abundante y hasta ahora poco aprovechado en un recurso valioso para la construcción. Esta innovación abre nuevas avenidas para iniciativas empresariales y proyectos de investigación, inyectando vitalidad en el ecosistema de innovación y emprendimiento de la región. La introducción de ceniza de tallo de habas en el adobe no es meramente una mejora técnica; representa una estrategia económica sostenible que puede reducir significativamente los costos de materiales para constructores y habitantes, haciendo la construcción más accesible para comunidades con recursos limitados. Esto debido al costo unitario de los elementos, en el caso del adobe con adición de 3% de ceniza de tallo de habas sobre 1.15 soles, costo unitario del bloque de adobe con 4.5% de ceniza de tallo de habas sobre 1.22 soles y costo unitario de bloque de adobe con 3.75% de ceniza de tallo de habas sobre 1.18 soles frente al costo unitario del bloque de adobe tradicional a 1.00 soles; aunque el costo inicial es ligeramente superior, los beneficios a largo plazo incluyen mayor durabilidad y seguridad estructural, lo que reduce la necesidad de reparaciones frecuentes y fortalece la resiliencia económica de las comunidades. Además, al incrementar la durabilidad y resistencia del adobe frente a condiciones adversas, se espera un impacto económico positivo a largo plazo, disminuyendo la necesidad de reparaciones y reconstrucciones frecuentes, lo cual es especialmente crítico en zonas propensas a sismos. Este enfoque no solo alinea la práctica constructiva con los principios de economía circular, al aprovechar eficientemente los recursos locales y minimizar el desperdicio, sino que también fortalece la resiliencia económica de las comunidades al promover la autosuficiencia y reducir la dependencia de materiales de construcción importados o costosos. Por tanto, la mejora en la calidad y durabilidad del adobe mediante la ceniza del tallo de habas no solo tiene implicaciones económicas directas en la reducción de costos, sino que también contribuye a un desarrollo comunitario más sostenible y económicamente resiliente.

1.4. Delimitación del área de investigación

Con respecto a la delimitación espacial, el estudio se efectuó en el distrito de Jauja, departamento de Junín. Y en cuanto a la delimitación temporal, las investigaciones se realizaron entre marzo y setiembre del 2023.

1.5. Limitaciones de la investigación

Una de las limitaciones se relaciona con la falta de información disponible sobre la adición propuesta en este estudio, dado que se trata de un aditivo innovador en el contexto del adobe. Para abordar esta carencia, se realizaron búsquedas en bases de datos utilizando frases clave en inglés, empleando aditivos comparables como punto de referencia en el apoyo teórico.

CAPITULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de investigación

2.1.1 Antecedentes internacionales

Montenegro (2019), realizó un estudio en Quito, con la finalidad de identificar si el incorporar fibras sintéticas y naturales en el adobe consigue un mejoramiento de sus características físico-mecánicas. El estudio fue experimental, en el que la población se constituyó por 90 bloques de adobe y 55 de ellos integraron la muestra. Las fichas de laboratorio sirvieron de instrumento. Entre los hallazgos se destaca que, en resistencia a la compresión, para los bloques que incorporan paja al 20%, 30% y 50% alcanzaron valores de 2.8, 2.41 y 3 MPa de forma respectiva; del mismo modo, los bloques con fibra sintética al 20%, 30%, y 50% obtuvieron 3.3, 2.9 y 3,1 MPa; por último, los bloques con 20% y 30% de fibra natural, obtuvieron 2.4 y 1.6 MPa de forma respectiva. A modo de conclusión, se determina que la adición de fibra sintética en el adobe produjo los mejores resultados de compresión. También destaca el hecho de que los diferentes tipos de fibra consiguen diferentes valores de resistencia a la compresión, por lo que emplear mucha fibra no asegura que vaya a ser mayor su resistencia.

Asimismo, Ruiz (2019), llevó a cabo una investigación en México con el objetivo de desarrollar un bloque de adobe sostenible mediante la incorporación de desechos de agave, tanto en forma de fibra como de bagazo. El estudio, de carácter básico y aplicado, adoptó un enfoque descriptivo con un diseño experimental. Como método principal para la recolección de datos, se utilizaron ensayos de laboratorio, centrándose en una muestra de ocho bloques de adobe. Estos se dividieron en cuatro grupos para probar distintas dosificaciones: uno tradicional (control) y tres con variaciones de aditivos de agave. Los resultados obtenidos revelaron diferencias significativas en cuanto a resistencia a la compresión y absorción de agua. El bloque de control mostró una resistencia de 33 kg/cm², mientras que los bloques con un 18% de bagazo alcanzaron una

resistencia superior, de 44,7 kg/cm². Por otro lado, los bloques con un 18% de fibra registraron una resistencia de 33,4 kg/cm², y la combinación de fibra y bagazo al 18% resultó en una resistencia de 41,5 kg/cm². En cuanto a la absorción de agua, el bloque de control tuvo un 12,9%, y los bloques modificados mostraron un ligero aumento, siendo el más alto en la combinación de fibra y bagazo al 18% con un 13,8%. La conclusión del estudio de Ruiz indica que la adición de bagazo de agave al 18% no solo mejora la resistencia a la compresión del adobe en un 35% en comparación con el bloque patrón, sino que también produce un incremento mínimo en la absorción de agua de solo un 3%. Esto sugiere que la incorporación de aditivos naturales, como los desechos de agave, tiene un impacto positivo en las propiedades físico-mecánicas de los bloques de adobe, ofreciendo una alternativa viable y sostenible para la construcción.

También, Moreno y García (2019), en Nicaragua, el objetivo principal fue el desarrollo de un prototipo de ladrillo de adobe mejorado para su aplicación en sistemas de construcción antisísmica. El estudio adoptó un enfoque mixto, utilizando tanto ensayos de laboratorio como entrevistas como instrumentos de recolección de datos, para evaluar la eficacia de los ladrillos mejorados. La muestra del estudio consistió en 37 bloques de adobe, enfocándose específicamente en la evaluación de bloques reforzados con dos tipos de aditivos naturales: fibra de bambú y fibra de pajilla de arroz. Se analizó la resistencia a la compresión de los bloques, observándose que aquellos con un 25% de fibra de bambú variaron en su resistencia entre 11.5 y 15.6 kg/cm², mientras que los bloques con un 18% de fibra de pajilla de arroz mostraron una resistencia de entre 11.1 y 12.2 kg/cm². Los resultados del estudio indicaron que ambos tipos de bloques mejorados superaron los estándares mínimos de resistencia a la compresión establecidos por la normativa E.080, que es de 10.2 kg/cm². Notablemente, los bloques que incorporan fibra de bambú demostraron una resistencia superior en comparación con aquellos que usaron fibra de pajilla de arroz. En conclusión, determinaron que la adición de fibra de bambú al adobe no solo cumple con los

requisitos de resistencia a la compresión necesarios para construcciones antisísmicas según la norma local, sino que también ofrece un rendimiento mejorado en comparación con la pajilla de arroz como aditivo. Este hallazgo subraya el potencial de utilizar materiales sostenibles y locales para reforzar la seguridad y eficacia de las construcciones de adobe en regiones sísmicamente activas.

Del mismo modo, Zeas y Benalcázar (2021), se propusieron mejorar las propiedades mecánicas y físicas del adobe convencional mediante la integración de cabuya y aceite de linaza. Adoptando un enfoque experimental, el estudio se basó en una muestra de 125 bloques de adobe, que incluyó 13 bloques de control y 14 bloques para cada una de las 8 formulaciones diferentes. Estas formulaciones se diseñaron para evaluar el impacto de distintas concentraciones de cabuya y aceite de linaza, así como su interacción con la cal, en las propiedades del adobe. Se utilizaron fichas de laboratorio como instrumentos de medición. Los hallazgos del estudio revelaron que en términos de resistencia a la compresión, alcanzaron los valores más altos con 1.8 MPa, seguidas de cerca con 1.7 MPa. En los ensayos de flexión, 0.6 MPa y 0.5 MPa. La conclusión del estudio indicó que la formulación M3, que combina un 0.5% de cabuya y un 1% de aceite de linaza, proporcionó los resultados más óptimos, duplicando la efectividad del bloque tradicional en términos de resistencia a la compresión y flexión, a la vez que mantenía una tasa de absorción de agua manejable. Este descubrimiento subraya el potencial de la cabuya y el aceite de linaza como aditivos efectivos para la producción de adobe más resistente y sostenible.

Finalmente, Jerónimo et al. (2022) emprendieron una investigación con el objetivo de identificar fibras novedosas aptas para reforzar bloques de adobe, buscando mejorar su capacidad para resistir fenómenos naturales adversos en el estado de Guerrero. Este estudio de naturaleza experimental se centró en analizar ladrillos de adobe reforzados con tres tipos diferentes de fibras: fibra de maguey, fibra de coco y paja. Para la evaluación, la muestra estuvo compuesta por ladrillos

de adobe enriquecidos respectivamente con un 0.25% y una proporción comparable de paja. Como instrumento de medición, se utilizaron pruebas de laboratorio enfocadas en la resistencia a la compresión de los ladrillos mejorados. Los resultados revelaron que los ladrillos reforzados con fibra de maguey alcanzaron la mayor resistencia a la compresión, registrando 14.7 MPa, mientras que los ladrillos con fibra de coco y paja presentaron resistencias de 14 y 14.7 MPa, respectivamente. La conclusión del estudio destacó que el ladrillo que incorpora fibra de maguey no solo logró la resistencia más alta entre los materiales probados, sino que todos los prototipos evaluados satisfacen los requisitos establecidos por las normativas mexicanas de construcción. Este hallazgo subraya el potencial de utilizar fibras naturales locales como el maguey para la fabricación de bloques de adobe más resistentes, ofreciendo una alternativa sostenible y conforme a los estándares de calidad para la construcción en regiones susceptibles a desastres naturales.

2.1.2 Antecedentes Nacionales

Medina (2019), quien llevó a cabo un estudio en Cajamarca con el objetivo de evaluar cómo las adiciones de fibras de pino afectan las propiedades físico-mecánicas del adobe. El diseño experimental se basó en una población y muestra de 72 unidades de adobe, analizadas para determinar los efectos de diferentes concentraciones de fibras de pino en su resistencia y desempeño. Se utilizaron fichas de laboratorio como instrumento de medición para registrar datos precisos sobre la resistencia a la compresión y a la flexión de los bloques, así como su capacidad de absorción de agua. Los resultados mostraron que la resistencia a la compresión de las unidades tradicionales de adobe fue de 30.1 Kg/cm². Con la adición de fibras de pino en proporciones de 0.25%, 0.50%, y 0.75%, las resistencias observadas fueron de 37.8, 35 y 37.5 Kg/cm², respectivamente. En cuanto a la resistencia a la flexión, el adobe tradicional alcanzó una resistencia de 8.7 Kg/cm², mientras que las dosificaciones de 0.25%, 0.50%, y 0.75% resultaron en resistencias de 13.6, 14 y 13.5 Kg/cm², respectivamente. En conclusión, la incorporación de fibras de pino

mejora significativamente las cualidades del adobe, particularmente en resistencia a la compresión y a la flexión. Específicamente, la dosificación de 0.25% logró aumentar la resistencia a la compresión en un 25%, y la de 0.75% en un 24%. Todas las dosificaciones mostraron un incremento en resistencia a la flexión superior al 20%, estableciendo a las fibras de pino como un aditivo efectivo para reforzar el adobe. Este descubrimiento resalta el potencial de las fibras de pino como un refuerzo viable y sustentable para mejorar la resistencia del adobe, ofreciendo un enfoque prometedor para la construcción ecológica.

Del mismo modo, López y Torbisco (2019), emprendieron un estudio en Apurímac con el propósito de determinar la dosificación ideal de fibra de cabuya para la mejora de las propiedades físico-mecánicas del adobe. En términos de metodología, este estudio experimental contó con una población de 20 unidades de adobe y se valió de fichas de ensayo como herramienta para la recolección y análisis de datos, evaluando comparativamente la resistencia a la compresión y a la flexión entre bloques de adobe estándar y aquellos enriquecidos con fibra de cabuya. Los resultados destacaron que, mientras el bloque patrón presentó una resistencia a la compresión de 8.9 kg/cm², los bloques con 1.75% de adición de fibra de cabuya exhibieron una resistencia significativamente mayor. Asimismo, la resistencia a la flexión del bloque control fue de 2.9 comparada con 3.3 kg/cm² en los bloques enriquecidos con fibra. La conclusión del estudio fue reveladora, demostrando que la inclusión de fibra de cabuya en una proporción del 1.75% mejora notablemente las propiedades del adobe, incrementando la resistencia a la compresión en un 40% y la resistencia a la flexión en un 12% en comparación con los bloques de adobe patrón. Estos hallazgos concluyentes evidencian el potencial de la fibra de cabuya como un aditivo eficaz para fortalecer el adobe, ofreciendo una alternativa sustentable y eficiente para la construcción con este material en regiones susceptibles a variaciones climáticas y sismos.

Asimismo, Arteaga y Wong (2020) realizado en Ancash, el objetivo fue examinar cómo la inclusión de fibras de bambú en proporciones del 5%, 10% y 15% afecta las propiedades físicas del adobe. Empleando una metodología cuantitativa, el análisis se centró en una muestra compuesta por 112 unidades de adobe, utilizando fichas de ensayo como instrumento principal para recoger los datos. Los resultados mostraron que, en términos de absorción de agua, ninguna de las muestras con adición de fibras de bambú superó el test de inmersión; sin embargo, se destacó que la muestra con un 15% de fibra fue la que más tiempo resistió antes de comenzar a disolverse. En contraste, los bloques enriquecidos con 5%, 10% y 15% de fibras de bambú exhibieron valores de resistencia a la compresión significativamente superiores, con 16.9, 21.3 y 18.8 kgf/cm², respectivamente. En conclusión, se sugiere que la incorporación de fibras de bambú mejora notablemente la resistencia a la compresión del adobe, con la dosificación del 10% demostrando ser la más efectiva entre las probadas. Este hallazgo indica que, aunque todas las dosificaciones contribuyen positivamente a las propiedades mecánicas del adobe, la integración del 10% de fibra de bambú optimiza su rendimiento, ofreciendo una solución viable para fortalecer los materiales de construcción convencionales y fomentar prácticas de construcción más sostenibles.

También, Romero (2020), condujo un estudio cuantitativo y experimental en Cusco con el propósito de examinar cómo afectan la goma de tuna y la viruta de eucalipto a las propiedades físico-mecánicas del adobe. La investigación se centró en una muestra y población de 112 unidades de adobe, utilizando fichas de ensayo para la recopilación de datos. El estudio evaluó la resistencia a la compresión y la flexión, así como la absorción de agua en bloques de adobe estándar y aquellos modificados con distintas concentraciones de viruta de eucalipto y goma de tuna. Los resultados revelaron que los bloques enriquecidos con viruta de eucalipto en proporciones de 3.5%, 4.1%, y 4.3% exhibieron una resistencia a la compresión significativamente mayor, en comparación con el bloque control. Por otro lado, la adición de goma de tuna al 5%, 7% y 8% resultó en valores de

resistencia a la compresión de 21.9, 23.3 y 23.9 kg/cm², respectivamente. La conclusión indica que la incorporación de ambos aditivos mejora significativamente la resistencia a la compresión y la flexión del adobe. Específicamente, la dosificación óptima identificada fue de 3.5% para la viruta de eucalipto y de 8% para la goma de tuna. Estos hallazgos subrayan el potencial de estos materiales naturales para reforzar el adobe, sugiriendo que la viruta de eucalipto es especialmente eficaz para mejorar la resistencia mecánica, mientras que la goma de tuna ofrece una mejora considerable sin aumentar excesivamente la absorción de agua.

Asimismo, Chavez (2021) emprendió un estudio en Cusco con el propósito de explorar cómo la inclusión de ceniza de tallo de cebada afecta las propiedades físico-mecánicas de los adobes. Adoptando un enfoque cuasi-experimental y cuantitativo, la investigación abarcó toda la gama de bloques de adobe producidos en la región, tanto aquellos sin adición de ceniza como aquellos modificados con ella, seleccionando 96 unidades como muestra representativa. Las fichas de laboratorio constituyeron el principal instrumento de medición utilizado en el estudio. En lo que respecta a los resultados, la resistencia a la compresión del bloque de control se situó en 21.2 kg/cm². Los bloques modificados con un 3% de ceniza presentaron una resistencia de 15.9 kg/cm², aquellos con un 6% alcanzaron los 22.2 kg/cm², y con un 9% registraron 19.3 kg/cm². En conclusión, la adición de ceniza de tallo de cebada tiene un impacto notable en las propiedades del adobe, específicamente, un incremento del 4.7% en la resistencia a la compresión con una dosificación de 6%, y un aumento del 1.3% en la resistencia a la flexión con una dosificación de 9%. Este hallazgo destaca el potencial de la ceniza de tallo de cebada como aditivo para mejorar significativamente el desempeño mecánico del adobe, proporcionando así una dirección valiosa para futuras investigaciones y aplicaciones prácticas en la construcción sostenible.

De igual forma, Ttito y Ttito (2021), realizaron un estudio en Cusco con el objetivo de evaluar y comparar las propiedades físicas y mecánicas de adobes elaborados con adiciones de tallo

de cebada y cascarilla de haba, contrastándolas con los estándares establecidos por la normativa E.080. Empleando una metodología experimental y cuantitativa, se examinó una población de 312 adobes, seleccionando 132 unidades como muestra representativa para el análisis. Los equipos de laboratorio y las fichas de ensayo fueron utilizados como instrumentos para la recolección de datos. Los hallazgos revelaron que, en términos de resistencia a la compresión, el bloque control registró un valor de 31.1 kg/cm². En conclusión, las propiedades físico-mecánicas de los adobes con ambas combinaciones de aditivos superaron los límites establecidos por la normativa E.080. Entre estas, la mezcla que incluyó 0.5% de ambas propiedades demostró ser la más óptima en términos de rendimiento. Este descubrimiento resalta la viabilidad de incorporar tallo de cebada y cascarilla de haba como materiales de refuerzo en la producción de adobe, ofreciendo alternativas sostenibles que cumplen con las exigencias normativas de construcción, y sugiriendo un camino prometedor hacia la mejora de la calidad constructiva del adobe en Cusco.

Por último, Canaza (2021), llevó a cabo una investigación en Puno con el objetivo de evaluar cómo la inclusión de ceniza de tallo de quinua influía en las propiedades mecánicas de ladrillos de adobe. Mediante un diseño cuantitativo y cuasi experimental, se seleccionó una muestra de 54 bloques de adobe para su análisis, utilizando fichas de ensayos de laboratorio como instrumentos de medición. La metodología se centró en evaluar la resistencia a la flexión, absorción de agua y resistencia a la compresión de bloques estándar en comparación con bloques que contenían adiciones. Los resultados mostraron que la resistencia a la flexión aumentó de 10.4 en el bloque patrón a 13 kg/cm² en el bloque con 5% de ceniza. En cuanto a la resistencia a la compresión, se observó un aumento significativo desde 25.5 en el bloque patrón hasta 32 kg/cm² en el bloque con un 5% de ceniza. En conclusión, la adición de ceniza de tallo de quinua mejora de manera significativa tanto la resistencia a la flexión como a la compresión de los ladrillos de adobe, siendo la proporción de 5% la más efectiva. Este hallazgo confirma el potencial de la ceniza

de tallo de quinua como aditivo para reforzar las propiedades mecánicas de los ladrillos de adobe, ofreciendo una perspectiva valiosa para la construcción sostenible en regiones donde la quinua es un cultivo prevalente.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Definición, composición del adobe y características del adobe

Definición

El material de construcción más popular y sencillo de utilizar es el adobe. Se compone de trozos de tierra cruda a los que se ha dado la forma adecuada para su manipulación; para su fabricación se utiliza la capa de tierra situada debajo de la llamada capa orgánica. Esta capa suele ser más estable y contiene una mezcla de limos, arcillas y arenas cuya proporción determina su transformación adecuada para su uso en construcciones (Zeas & Benalcázar, 2021).

Asimismo, Rivera et al. (2021), indicaron que se trata de un tipo de elemento o ladrillo constructivo producido artesanalmente que ha sido utilizado desde tiempos antiguos y que aún sigue siendo utilizado en todo el mundo. Está compuesto principalmente por arena y barro, y usualmente contiene limo y elementos fibrosos, como paja u otras fibras naturales. En algunas localidades, la paja puede ser sustituida por estiércol bovino seco. Una de las características distintivas de dicho material es su método de secado, el cual consta en dejarlo expuesto generalmente bajo la luz solar, sin necesidad de aplicar calor adicional.

Composición del adobe

Tierra: De acuerdo a las recomendaciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS, 2017), es necesario asegurarse de que la tierra empleada en la producción de adobe presente un porcentaje de arcilla adecuado, lo cual se puede verificar mediante pruebas como cinta de barro y resistencia seca. Asimismo, es importante que la tierra esté exenta de restos de material orgánico.

Tras constatar que el material es arcilloso a través de las pruebas ya mencionadas, es preciso equilibrarlo u optimizarlo con el fin de controlar o prevenir la formación de grietas por secado y mejorar la resistencia en seco (Jerónimo et al., 2022).

Paja: Con el fin de controlar la aparición de grietas en los adobes y morteros en el proceso de secado, se recomienda agregar paja u otras fuentes fibrosas semejantes. En caso de no contar con paja, se puede utilizar arena gruesa para lograr el mismo objetivo. La adecuada combinación de arena gruesa y arcilla puede ser verificada a través del ensayo de Dosificación suelo-arena gruesa o Control de fisuras (Jerónimo et al., 2022).

Agua: En base al MVCS (2017), en la norma E 0.80, el agua utilizada en la fabricación de los adobes debe ajustarse a los criterios indicados seguidamente:

Debe ser agua potabilizada o estar exenta de restos orgánicos, sustancias salinas y sustancias sólidas en suspensión. Asimismo, debe estar exenta de sustancias nocivas como aceite, sales, álcalis, ácidos, material orgánico o cualquier otro tipo de sustancia nociva. También, en caso de utilizar agua de mar, es necesario contar con la correspondiente aprobación por parte del ingeniero del proyecto en cuestión y de la persona encargada de la supervisión.

Asimismo, es fundamental controlar el contenido de humedad de manera adecuada al elaborar adobe, esto se lleva a cabo con el propósito de prevenir o reducir las fisuras durante el proceso de secado. En términos generales, se debe emplear la mínima porción de agua posible sin sobrepasar el 20% del peso del material en seco, esto con el fin de lograr la activación de la arcilla presente y lograr así la mayor resistencia una vez que las paredes de adobe se hayan secado por completo (López & Torbisco, 2019).

Materiales utilizados: Según el estudio de Turco et al. (2021), se analizaron dos categorías principales de materiales de origen natural: fibras y polvos o cenizas. Estos materiales suelen ser residuos o subproductos de procesos industriales, como la industria alimentaria o textil, y se utilizan

para estabilizar el suelo reemplazando o complementando a los aglutinantes tradicionales como el cemento, la cal, el yeso y el betún.

Fibras y Polvos o Cenizas: Estos materiales provienen generalmente de residuos de la industria alimentaria y textil. Su inclusión en la optimización de los bloques de tierra comprimida busca mejorar ciertas propiedades del suelo, siendo una alternativa a los aglutinantes tradicionales (Turco et al., 2021).

Materiales geopolímeros: Los geopolímeros son notables por sus propiedades técnicas similares a los materiales cementicios de Portland, pero con emisiones de CO₂ mucho menores e impacto ambiental reducido. Sus excepcionales propiedades térmicas y mecánicas los hacen prometedores como materiales aislantes limpios (Moujoud et al., 2023).

Características del adobe

De acuerdo a la norma E 0.80 ha de reunir ciertas condiciones. Estas incluyen carecer de elementos extraños, fisuras o cualquier otra deficiencia que pueda comprometer su durabilidad y resistencia. Además, puede tener una forma rectangular o cuadrada, y para bloques que sirvan de encuentro y tenga una forma especial, pueden presentar ángulos distintos a 90°. Asimismo, el bloque cuadrado no debe exceder los 0.40 m de lado debido a consideraciones de peso. También, su altura debe estar entre 0.08 m y 0.12 m. Finalmente, en el caso de un bloque de adobe rectangular, su longitud será del doble de la longitud de su ancho (MVCS, 2017).

Además, Nadia et al. (2023) señala que la composición de suelo de alta proporción de limo y baja de arcilla causa porosidad granular, lo cual requiere un estabilizador físico y/o químico. Por otra parte, la ceniza de biomasa muestra un alto contenido de finos, lo que permite la unión entre los granos de mayor tamaño, asegurando una buena compactación y mejorando el rendimiento mecánico.

La calidad del suelo es un factor crucial para el éxito en la producción de bloques de tierra comprimida duraderas. Se considera que el suelo es una composición de cuatro tipos básicos: grava, arena, limo y arcilla. Así, las características del suelo, como la distribución del tamaño de partículas y los límites de Atterberg, son esenciales para predecir su comportamiento físico, químico y mineralógico (Turco et al., 2021).

2.2.2. Pruebas in situ de la tierra del adobe

Las propiedades físicas, térmicas y mecánicas, así como la durabilidad, son las más estudiadas. Entre las propiedades físicas, se incluyen la densidad, la porosidad, la absorción de agua y la contracción y expansión. Las propiedades térmicas se centran principalmente en la conductividad térmica. En cuanto a las propiedades mecánicas, se destacan la resistencia a la compresión, la resistencia a la flexión, la resistencia a la tracción y la ductilidad. La durabilidad se expresa en términos de resistencia a la erosión y a la abrasión. Sin embargo, otras propiedades como el aislamiento acústico y la resistencia al fuego son menos estudiadas (Turco et al., 2021).

Por otra parte, la conductividad térmica de los ladrillos disminuye con el tiempo de curado y la tasa de sustitución de la ceniza. Esto se atribuye a la evaporación del agua en la estructura del ladrillo, lo que aumenta el número de poros libres de humedad, mejorando así el aislamiento térmico; por lo que pueden ser influenciadas por factores como la densidad, la composición del material y la porosidad. La adición de cenizas o fibras puede alterar estas propiedades, mejorando potencialmente el aislamiento térmico (Nadia et al., 2023).

2.2.2.1. Prueba de cinta de barro

Permite determinar la presencia de arcilla en un suelo, la cual proporciona una primera evaluación. Primero se debe tomar una porción de barro con una humedad apropiada para formar un cilindro que tenga un diámetro de 12 mm. Luego, es reducido gradualmente entre el dedo pulgar e índice hasta que se forme una cinta con un espesor de 4 mm y cuelgue libremente. El suelo será

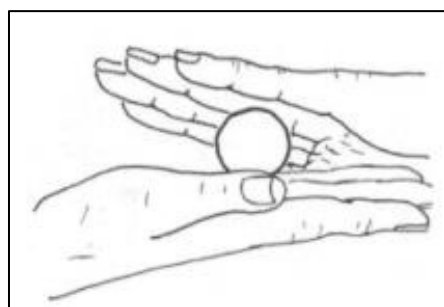
catalogado como alto en arcilla en caso de que la cinta alcance de 20 hasta 25 centímetros de longitud. Por otro lado, será descrito como un suelo bajo en arcilla, en caso de que la cinta se rompa a 10 cm o menos de longitud (Arteaga & Wong, 2020).

2.2.2.2. Prueba de presencia de arcilla

Se deben crear 4 pequeñas bolas utilizando tierra de la zona considerada adecuada para la construcción (ver imagen adjunta). Se agrega una cantidad mínima de agua necesaria para formar cada bolita en las palmas de las manos, evitando que se deformen significativamente cuando se sequen (Arteaga & Wong, 2020).

Figura 1

Formación de Bolitas para Prueba de Arcilla



Nota. Adaptado de la “Norma E.080 Diseño y Construcción” con Tierra Reforzada” (p.28).

Una vez formadas las cuatro bolitas, se debe permitir que se sequen durante 48 horas, asegurándose de que no se humedezcan o mojen debido a la lluvia o derrames de agua, entre otros. Después de este periodo de secado, se deben presionar firmemente las bolitas secas utilizando el pulgar y el índice. Si al realizar esta prueba, una sola bolita se quiebra, rompe o agrieta, es necesario repetir el proceso utilizando el mismo material para la creación de las bolitas y al igual que el mismo proceso de secado mencionado anteriormente. Es importante destacar que dicha prueba debe ser ejecutada por un individuo involucrado en el proceso de construcción.

Figura 2

Evaluación del terreno



Nota. Adaptado de la “Norma E.080 Diseño y Construcción” con Tierra Reforzada” (p.28).

En caso de que alguna de las 4 bolitas se vuelva a romper, agrietar o quebrar, se recomienda descartar la fuente de la que se extrajo el material de tierra, a menos que se considere la posibilidad de mezclarla con un sustrato que posea un mayor contenido de arcilla. Por otro lado, en caso de que no ocurra el rompimiento de las bolitas durante la prueba, se considera aceptable utilizar la cantera como material de construcción (MVCS, 2017).

2.2.2.3. Prueba de absorción capilar de agua

El estudio de Nadia et al. (2023) indica que la absorción capilar de agua es una propiedad crítica para la durabilidad de los bloques de tierra comprimida. Se pesan muestras antes y después de ser parcialmente sumergidas en una fina capa de agua durante 10 minutos.

Este procedimiento simula la saturación de los bloques con agua en caso de tormentas severas, proporcionando información sobre la resistencia del material a la absorción de agua. Los resultados mostraron que los valores de absorción capilar de agua del tipo de biomasa BWBAa (20%) eran significativamente más altos debido al alto contenido de CaO en el tipo de biomasa WBAa, que tiene un carácter hidrofílico. En cambio, el MgO presente en el tipo de biomasa WBAb, que tiene un carácter hidrofóbico, no se consumió totalmente en la reacción puzolánica, lo que

previno la absorción de agua capilar y consecuentemente disminuyó el coeficiente de absorción capilar (Nadia et al., 2023).

2.2.3. Estabilización del adobe

El adobe se considera estabilizado cuando se emplea material adicional, como fibras, cemento, cal o asfalto, con el propósito de fortalecer su capacidad para resistir la humedad y la compresión. En el caso de la estabilización con fibras naturales, se debe realizar antes de humedecer el suelo. Por otro lado, la aplicación de grasas se realiza una vez la tierra cuenta con la humedad adecuada (Arteaga et al., 2011).

2.2.4. Preparación del adobe

La fase de elaboración se inicia con la preparación previa del molde conocido también como "gavera", que debe empaparse previamente, colocado en una superficie cubierta de arena. La tierra en estado plástico se vierte y se compacta en el molde utilizando las manos o los pies, asegurándose de distribuirla de manera homogénea hacia los rincones. Una vez llena la gavera, con la mano mojada o con una regleta se alisa la superficie, y posteriormente se retira la gavera de manera firme y en sentido vertical para evitar deformaciones en los bordes del nuevo adobe. Para que el curado sea uniforme, los adobes se exponen al aire libre. Tan pronto como estén lo suficientemente rígidos para ser manipulados, son colocados de canto en un tiempo de 3 o 4 días para garantizar una aireación adecuada (López & Torbisco, 2019).

Previamente a la fabricación del adobe, la tierra debe tamizarse y someterse a un proceso de hidratación prolongado durante al menos 48 horas. La tierra se extiende por igual hacia las esquinas después de verterla en el molde y aplastarla con pies y manos. Es preciso que se realice el secado de manera natural, con una adecuada protección contra el sol y el viento. La pieza de adobe terminada debe encontrarse desprovista de elementos extraños, fracturas y cualquier defecto capaz de menguar su longevidad o resistencia; asimismo, por consideraciones de peso, las medidas

de los adobes no deben ser mayores a 40cm de lado, según la Norma Peruana E.080, además debe ser cuadrado y tener un largo que sea el doble de su ancho, su altura tendrá que oscilar entre 8cm y 12cm. También la Norma señala que, antes de asentarse, los ladrillos de adobe deben remojar de 15 a 30 segundos, para evitar que se agrieten, además, la humedad del mortero no debe estar por encima del 20% y las proporciones de volumen de paja y tierra pueden oscilar entre 1.1 y 1.2. En caso de que no se disponga de suficiente paja, deberá utilizarse arena gruesa (Brito et al., 2021).

2.2.5. Propiedades físicas del bloque de adobe

2.2.5.1. Resistencia Mecánica

Para Nadia et al. (2023), la resistencia mecánica del adobe mejora con la inclusión de ceniza de biomasa, especialmente en términos de resistencia a la flexión y a la compresión. La ceniza mejora la cohesión entre las partículas, lo que resulta en una mejor resistencia mecánica. Además, la resistencia mecánica del adobe puede variar significativamente dependiendo de la composición del suelo y los aditivos utilizados. Por ejemplo, la inclusión de fibras naturales o cenizas puede mejorar la resistencia a la compresión y a la flexión (Nadia et al., 2023).

2.2.5.2. Resistencia a la compresión

La adición de ceniza del tallo de habas puede afectar la resistencia a la compresión del adobe. La ceniza, al actuar como un material puzolánico, puede reaccionar con la cal en la mezcla, formando compuestos que contribuyen a la resistencia (Muñoz et al., 2021).

Como bien menciona la Norma E. 080 el esfuerzo de compresión admisible del murete de adobe se calcula de la siguiente manera (Sencico, 2020).

$$f'_m = 0,40 f'_m$$

$$\frac{h}{a} \cong 3 \quad a < b$$

$$f'_m = \text{Esfuerzo de compresión admisible del murete} = P/a \times b$$

P = Resistencia del espécimen (kg)

a = Ancho del espécimen (cm)

b = Longitud del espécimen (cm)

Asimismo, la Norma E.080 para el ensayo de compresión diagonal o tracción indirecta se calcula en base al esfuerzo admisible de corte, expresado en la siguiente ecuación (Sencico, 2020).

$$f'_t = \frac{p}{2ae_m}$$

P = Resistencia del espécimen (kgf)

a = Longitud del espécimen (cm)

e_m = Ancho del espécimen (cm)

2.2.5.3. Resistencia a la tracción

Es la capacidad de un material para resistir fuerzas que intentan estirar o rasgar el material.

La ceniza puede mejorar la resistencia a la tracción del adobe, lo que es beneficioso para la durabilidad y estabilidad del material (Muñoz et al., 2021).

Según la Norma E.080 para calcular el esfuerzo de tracción de la tierra de adobe se emplea la siguiente ecuación como se muestra a continuación (Sencico, 2020).

$$\delta = \alpha \frac{P}{ab} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

Se tiene que:

δ : Esfuerzo de tracción

α : 0.5

P : Resistencia del espécimen (kg)

a : Ancho del espécimen (cm)

b : Longitud del espécimen (cm)

2.2.6. Tallo de Habas

2.2.6.1. Definición

El tallo de las habas son rectos, robustos y huecos, con sección cuadrada y sin vellosidades.

Son inicialmente herbáceos, pero se vuelven lignificados al acercarse a la cosecha. La altura de los tallos varía entre 0.50 y 1.80 metros, según sea la densidad y diversidad de la plantación, así como la calidad del suelo y circunstancias ambientales. Se desarrollan brotes en la parte inferior o

superior del tallo, y la cantidad de estos varía según la variedad, llegando a un máximo de 12 en condiciones óptimas, con un promedio de 4 a 6 brotes (Horque, 2004).

2.2.6.2. Composición química

La ceniza del tallo de habas es el residuo que queda después de la combustión de los tallos de las habas. Su composición química puede incluir óxidos de calcio, sílice, aluminio y otros elementos dependiendo de la fuente y el proceso de combustión (Muñoz et al., 2021).

2.2.6.3. Mecanismo de mejora con ceniza del tallo de habas

La ceniza del tallo de habas puede actuar como un aditivo puzolánico en la mezcla de adobe. Los materiales puzolánicos reaccionan con la cal presente en el adobe para formar compuestos adicionales, como silicatos de calcio, que mejoran las propiedades mecánicas, incluida la resistencia a la tracción (Rivera et al., 2021).

2.2.6.4. Reducción de la retracción

La ceniza puede ayudar a reducir la retracción del material durante el secado, lo que minimiza la formación de grietas. Esto es crucial para mantener la integridad estructural y estética de los elementos construidos con adobe (Domínguez y Moya, 2022).

2.2.6.5. Control de la temperatura

La ceniza del tallo de habas puede tener propiedades aislantes, lo que puede contribuir al control de la temperatura en estructuras construidas con materiales como el adobe. Esto es especialmente relevante para mejorar la eficiencia energética en edificaciones (Rivera et al., 2021).

2.2.6.6. Compatibilidad con otros materiales

Es importante evaluar la compatibilidad de la ceniza del tallo de habas con otros componentes de la mezcla. La interacción adecuada es esencial para asegurar que se logren los beneficios deseados sin comprometer la integridad del material (Dominguez y Moya, 2022).

2.2.7 Nuevas tendencias del adobe

Las nuevas tendencias en el uso del adobe, particularmente en la incorporación de ceniza de tallos de diferentes plantas, muestran un enfoque innovador en la mejora de las propiedades físicas y mecánicas de este material de construcción tradicional.

Chavez (2021) realizó un estudio en el cual investigó las propiedades físicas y mecánicas del adobe modificado con la incorporación de cenizas de tallo de cebada. Este estudio se centró en mejorar las propiedades del adobe añadiendo ceniza para ver cómo afectaba a su rendimiento, especialmente en términos de resistencia a la compresión, flexión, absorción y succión.

Ttito y Ttito (2021) realizaron otro estudio relevante, donde examinaron el comportamiento físico mecánico del adobe al incorporar tallo de cebada y cáscara de habas. Este estudio encontró que la adición de estos materiales aumentó significativamente la resistencia a la compresión, flexión y compresión diagonal del adobe.

Además, la investigación sobre la adición de ceniza de tallo de quinua al adobe, según Canaza (2021), mostró resultados prometedores en cuanto a la mejora de las propiedades mecánicas del adobe. Este enfoque experimental buscaba utilizar aditivos naturales como una forma rentable y ecológica de mejorar la calidad del adobe.

Un estudio similar según Rocca (2020), evaluó las propiedades del adobe al adicionar ceniza de cáscara de arroz y bagazo de caña de azúcar como estabilizantes. Este estudio también destacó la viabilidad y los beneficios de usar aditivos naturales para mejorar las propiedades del adobe, abogando por más investigaciones en esta dirección. Reflejando todos estos, una tendencia creciente hacia la exploración de materiales de construcción sostenibles y ecológicos, y la manera en que los subproductos agrícolas, como las cenizas de diferentes tallos, pueden mejorar las propiedades del adobe.

2.2.8. Norma E.080

La Norma E.080 es una norma técnica de edificación que regula el uso de la tierra reforzada como material de construcción sismorresistente en Perú. Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2017), esta norma se orienta al diseño, construcción, reparación y reforzamiento de edificaciones de tierra reforzada, inspirada en el desarrollo de una cultura de prevención de desastres y en la búsqueda de soluciones económicas. La norma es de alcance nacional y su aplicación es obligatoria para la elaboración de materiales de construcción para edificaciones de tierra reforzada (adobe reforzado y tapial reforzado). La norma se refiere a las características mecánicas de los materiales para la construcción de edificaciones de tierra reforzada, al diseño sismorresistente para edificaciones de tierra reforzada, a los elementos estructurales fundamentales de las edificaciones de tierra reforzada, así como al comportamiento de los muros de adobe y tapial, de acuerdo a la filosofía de diseño sismorresistente. La norma contiene disposiciones generales, consideraciones generales para la construcción de edificaciones de tierra reforzada, entre otros.

2.3. Definición de términos básicos

Adobe: Se trata de un bloque de tierra, el cual se crea mezclando tierra y agua, poniéndolo en moldes y dejándolo a temperatura ambiente para su secado, a menudo bajo el sol. Presenta notables cualidades acústicas y térmicas.

Arcilla: Consiste en un material natural que está extensamente disperso en la tierra. En algunas instancias, es combinada con el agua para producir masas plásticas que pueden utilizarse para fabricar materiales de construcción o artículos de cerámica.

Ceniza: La ceniza es un subproducto orgánico de la combustión de madera, hojas, entre otros productos vegetales. Se compone de diversos minerales, los más abundantes de los cuales

son óxidos, carbonatos e hidróxidos, junto con otros componentes como el potasio, calcio, fósforo, silicio, hierro y magnesio.

Estabilización: Consiste en el proceso de añadir materiales adicionales ya sean químicos o naturales, que proporcionen una mejor resistencia y estabilidad ante distintos fenómenos.

Habas: es una planta cuyo ciclo de vida es anual, forma parte de la familia leguminosa, su denominación científica es *Vicia faba* L. Estas plantas tienen un porte erguido con un sistema radicular bien desarrollado, y las semillas del interior de las vainas son consumidas sobre todo por los humanos, frescas o secas.

Índice de plasticidad: mide el tamaño del intervalo de concentración de humedad de un suelo que se encuentra en estado plástico y es representado por un porcentaje del peso seco del suelo. Dicho indicador expresa la diferencia entre los límites plástico y líquido del suelo.

Límite plástico: El contenido de agua más bajo al que un suelo puede permanecer en forma plástica se conoce como límite plástico del suelo.

Mampostería: se describe como un sistema de componentes unidos entre sí mediante mortero de barro o cemento; los componentes pueden ser manufacturados (adobe, bloques o tabiques) o naturales (piedras).

Mortero: constituye el material que mantiene unidos los ladrillos de adobe, A menudo se trata de barro mezclado con paja, arena u otros materiales como asfalto, cemento, cal, yeso o desechos de animales.

Tallo de habas: es de sección robusta, erecto, hueco y que alcanza una altura que varía de 0.8 y 1.20 m. Presenta una coloración verdosa y, según el tipo, puede mostrar más o menos manchas. Además, desde los nudos cercanos a la base del tallo principal, es posible que surjan entre 1 y 5 ramificaciones en cada planta.

CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS Y VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Hipótesis principal

La incorporación de la ceniza del tallo de habas influye con un coeficiente estadístico de 0,766 y un nivel de significancia menor de 5% en las propiedades físico-mecánicas de las unidades de adobe.

La hipótesis central de este estudio sostiene que la incorporación de ceniza del tallo de habas tiene un impacto estadísticamente significativo en las propiedades físico-mecánicas de las unidades de adobe, con un coeficiente de correlación de 0,766 y un nivel de significancia menor al 5%. Este hallazgo sugiere que la ceniza del tallo de habas no solo mejora de manera mensurable la resistencia a la compresión, la resistencia a la flexión, y la absorción de agua de las unidades de adobe, sino que también puede determinarse un porcentaje óptimo de incorporación que maximiza estos beneficios. Al validar esta hipótesis, se espera aportar evidencia científica robusta que respalde la viabilidad de utilizar residuos agrícolas locales como un aditivo sustentable en la fabricación de materiales de construcción, promoviendo así prácticas de construcción más ecológicas y económicamente eficientes en la región de Jauja y potencialmente en otras áreas con características similares.

3.2 Hipótesis específicas

Primero, la incorporación de ceniza del tallo de habas influye con un coeficiente estadístico de 0,684 y un nivel de significancia menor de 5% en la resistencia a la compresión de las unidades de adobe.

Dentro de los objetivos específicos de nuestra investigación, se postula que la inclusión de ceniza del tallo de habas ejerce una influencia positiva en la resistencia a la compresión de las unidades de adobe, respaldada por un coeficiente estadístico de 0,684 y un nivel de significancia

menor al 5%. Este resultado apunta a una correlación significativa entre la proporción de ceniza del tallo de habas añadida al adobe y un incremento en su capacidad para resistir esfuerzos compresivos. La verificación de esta hipótesis específica permitiría confirmar que la ceniza de tallo de habas no solo es un aditivo viable para mejorar las cualidades estructurales del adobe, sino que también representa un avance concreto hacia métodos de construcción más resilientes y sostenibles, ofreciendo un enfoque pragmático para aumentar la durabilidad y seguridad de las edificaciones en áreas propensas a condiciones adversas, sin incurrir en costos significativos o impactos ambientales negativos.

Segundo, la incorporación de ceniza del tallo de habas influye con un coeficiente estadístico de 0,920 y un nivel de significancia menor de 5% en la resistencia a la flexión de las unidades de adobe.

La investigación profundiza en la hipótesis de que la adición de ceniza del tallo de habas mejora significativamente la resistencia a la flexión de las unidades de adobe, evidenciado por un coeficiente estadístico de 0,920 y un nivel de significancia menor al 5%. Este alto coeficiente sugiere una relación directa y robusta entre la cantidad de ceniza agregada y la mejora en la flexibilidad estructural del adobe, lo que indica que la ceniza no solo contribuye a la sostenibilidad del material, sino que también refuerza su capacidad para soportar cargas dinámicas y estrés mecánico. Confirmar esta hipótesis específica aportaría un valioso conocimiento sobre cómo los subproductos agrícolas, tradicionalmente considerados desechos, pueden ser reciclados en aditivos de alto valor para materiales de construcción, mejorando así la resiliencia de las edificaciones frente a fuerzas externas sin comprometer la integridad ambiental. Este hallazgo no solo tendría implicaciones prácticas para el desarrollo de tecnologías de construcción más avanzadas y

accesibles, sino que también promovería un cambio paradigmático hacia la adopción de prácticas de construcción que priorizan tanto la eficacia como la ecología.

Tercero, la incorporación de ceniza del tallo de habas influye con un coeficiente estadístico de 0,714 y un nivel de significancia menor de 5% en la absorción de agua de las unidades de adobe.

El estudio plantea que la inclusión de ceniza del tallo de habas en la composición del adobe afecta positivamente su capacidad de absorción de agua, sustentado por un coeficiente estadístico de 0,714 y un nivel de significancia menor al 5%. Este resultado indica una asociación significativa entre la proporción de ceniza añadida y una reducción en la porosidad del adobe, lo que lleva a una menor absorción de agua. Este hallazgo es fundamental para regiones donde las condiciones climáticas adversas, como la humedad excesiva o las lluvias intensas, pueden comprometer la integridad estructural de las construcciones de adobe. La verificación de esta hipótesis transformaría nuestra comprensión de cómo los aditivos naturales pueden ser utilizados no solo para fortalecer las propiedades mecánicas del adobe, sino también para mejorar su durabilidad y resistencia frente a la degradación por agua.

3.3 Variables e indicadores

La variable independiente corresponde a la Ceniza del tallo de habas, mientras que la variable dependiente es Propiedades físico-mecánicas del adobe. La definición tanto conceptual como operacional, junto a sus dimensiones e indicadores se muestran a continuación en la tabla 1 y 2, respectivamente.

3.4 Operacionalización de las variables

Tabla 1.

Operacionalización de la Variable independiente

| VARIABLE | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIÓN | INDICADORES | INSTRUMENTO | UNIDAD DE MEDIDA |
|---|--|---|---|---|---------------------------------------|--------------------|
| Variable independiente: Ceniza del tallo de habas | Se trata del resultado de la incineración del tallo de habas, que, tras ser expuesto a temperaturas elevadas, se transforma en un fino polvo que debe ser sometido a un proceso de tamizado para obtener ceniza completamente libre de impurezas o contaminantes (Horque, 2004). | El aditivo natural de ceniza del tallo de habas se adicionará en dosificaciones de 3%, 3.75% y 4.5% volumen total del bloque de adobe, con el propósito de mejorar las cualidades mecánicas de los adobes, como la resistencia a la compresión y a la flexión, así como para disminuir su absorción de agua. Para el estudio se crearon cuatro diseños diferentes de cada una de las dosificaciones. Cada ensayo requirió la creación de 24 unidades de adobe, para un total de 72 unidades de adobe. | Dosificación de la ceniza del tallo de habas. | Incorporación de ceniza del tallo de habas en un 3%, 3.75% y 4.5% en relación al peso del adobe patrón. | Fichas de Observación y/o laboratorio | kgf/m ² |

Nota. Información de la variable independiente con sus respectivos métodos de medición. Elaboración propia, 2023

Tabla 2.

Operacionalización de la Variable dependiente

| Variable de la investigación | Definición conceptual | Definición operacional | Dimensión | Indicadores | Instrumento | Unidad de medida | Método para medir el indicador |
|---|---|--|--|---|--|--------------------|--------------------------------|
| Variable dependiente: Propiedades físicas-mecánicas del adobe | Se refieren a las propiedades que se manifiestan cuando el adobe es sometido a una carga, es decir, cómo responde el material cuando se le aplica una fuerza. Estas propiedades incluyen específicamente la flexión y la compresión del adobe (San Bartolomé, 1994). Por otro lado, las características físicas del adobe se relacionan con los atributos visibles e inherentes de los componentes de la construcción que pueden medirse sin alterar su composición, como la capacidad de absorción (Vilcas, 2020). | Se evaluará la resistencia a la compresión del adobe mediante pruebas en las que se aplicarán cargas en el lado más ancho del adobe utilizando una placa hasta que se fracture. Para determinar la resistencia a la flexión, se aplicará una carga específica a lo largo del área longitudinal de la unidad de adobe hasta que falle, registrando la máxima fuerza o carga que la unidad de adobe pueda soportar. Para medir la absorción de agua, se sumergirán las unidades de adobe hasta que se saturen por completo o se desintegren. | Propiedades mecánicas del bloque de adobe. | Resistencia a la compresión. | Fichas de Observación y/o laboratorio. | kgf/m ² | Ensayo de compresión |
| | | | | Resistencia a la flexión. | Fichas de Observación y/o laboratorio | kgf/m ² | Ensayo de flexión |
| | | | | Resistencia de compresión axial en pilas. | Fichas de Observación y/o laboratorio | kgf/m ² | Ensayo de compresión axial. |
| | | | | Resistencia de compresión diagonal de muretes. | Fichas de Observación y/o laboratorio | kgf/m ² | Ensayo de compresión diagonal |
| | | | Propiedades físicas. | Absorción de agua. Expresado en porcentaje (%). | Fichas de Observación y/o laboratorio | % | Ensayo de absorción |

Nota. Información de la variable dependiente con sus respectivos métodos de medición. Elaboración propia, 2023

CAPÍTULO 4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Diseño de ingeniería.

El estudio estuvo enmarcado en la línea de investigación, Construcción y Gestión de edificaciones y dentro del campo de acción materiales para la construcción.

De igual forma, presentó un enfoque explicativo puesto como menciona Corona (2016) implica una medición efectuada sobre las variables estudiadas con base en los fines planteados, manipulando las variables en función de cada objetivo, teniendo en cuenta que a los resultados obtenidos se le aplicarán diversos métodos para que se identifique las particularidades de las variables. Por esta razón, haciendo referencia a la anterior definición, se entiende que el presente estudio fue explicativo; dado que, en el mismo, se obtuvieron resultados de carácter explicativo que evidenciaron eventos sobresalientes que sirvieron la verificación y comprobación a las hipótesis que se plantearon en el estudio.

Por otra parte, el enfoque fue cuantitativo, que según Niño (2011) la investigación cuantitativa tiene que ver con la cantidad y, por tanto, su medio principal es la medición y el cálculo. Por lo que, en general, busca medir variables con referencia a magnitudes.

De igual manera, Baena (2014) señaló que la investigación experimental es muy beneficiosa ya que su finalidad es realizar análisis diversos permitiendo expandir el conocimiento existente, bajo novedosas alternativas para que, al aplicar estos planteamientos, se logren resultados veraces en la actualidad. Es por ello, que este estudio se trató de una investigación de diseño experimental, ya que buscó la mejora de las propiedades físicas y mecánicas de los bloques de adobe adicionando la ceniza de tallo de habas. Además, se consideró estudios previos al tema y así

establecer los porcentajes de ceniza de tallo de habas a incorporar en el diseño de mezcla para analizar la resistencia a la compresión, flexión y absorción.

Por otro lado, se basó de un estudio aplicado pues se pretendió expandir la información actual y analizar en qué medida las propiedades físico-mecánicas de las unidades de adobe son influenciadas por la incorporación de ceniza del tallo de habas en su diseño de mezcla. Esto se fundamenta por Ramos (2010) quien señala que estos estudios pretenden buscar los orígenes generadores de situaciones complejas a través de la relación causa-efecto, la cual permite determinar aquellas causas que dan origen a determinado fenómeno.

4.2 Métodos y técnicas del proyecto

El estudio empleó el método científico. Este método constituye un enfoque sistemático que guía a los investigadores en la exploración y comprensión de fenómenos naturales. Inició con la observación cuidadosa de un aspecto específico del mundo natural, lo cual conduce a la formulación de una pregunta o problema. A partir de ahí, se desarrolló una hipótesis que propone una explicación provisional, sujeta a prueba mediante un diseño experimental preciso. La recopilación y análisis de datos siguieron, buscando patrones que respalden o refuten la hipótesis. Finalmente, las conclusiones extraídas de este análisis permitieron responder a la pregunta original.

Se contaron con fotografías del proceso de aplicación del estudio en campo, así también los certificados de calibración LM22-C-888 balanza clase I 200g, certificados de calibración LT22-660 Horno, certificado de calibración LM22-155 Prensa de concreto. Además de un análisis granulométrico, certificado de ensayo diseño de la mezcla de adobe patrón, certificado de ensayo diseño de la mezcla de adobe 3% de ceniza de tallo de habas, certificado de ensayo diseño de la mezcla de adobe 3.75% de ceniza de tallo de habas, certificado de ensayo diseño de la mezcla de adobe 4.5% de ceniza de tallo de habas, certificado del ensayo de resistencia a la compresión de

abobe patrón, certificado del ensayo de resistencia a la compresión de abobe con 3% de ceniza de tallo de habas, certificado del ensayo de resistencia a la compresión de abobe con 3.75% de ceniza de tallo de habas, certificado del ensayo de resistencia a la compresión de abobe con 4.5% de ceniza de tallo de habas, certificado del ensayo de resistencia a flexión del adobe patrón, Certificado del ensayo de resistencia a flexión del adobe con 3% de ceniza de tallo de habas, entre otras fichas de laboratorios que respaldaron el estudio aplicado.

4.3 Diseño estadístico

Cabe señalar que el diseño experimental estuvo caracterizado por que las variables son manipuladas de forma intencional con el propósito de que se evalúe sus resultados. Asimismo, este tipo de diseño se sub clasifica como cuasi-experimental en donde la unidad de análisis fue formulada por el investigador teniendo en consideración en qué condiciones se encontró cada grupo, lo que permitió ser comparadas y así se identificó las características que comparten (Hernández *et al.*, 2014). Por ello, el estudio tuvo un diseño experimental sub clasificado como cuasi-experimental, pues se incorporó de forma intencional la ceniza de tallo de habas en 3%, 3.75% y 4.5% en el adobe con el fin de analizar su influencia en las propiedades del bloque de adobe.

4.3.1 Población y muestra.

4.3.1.1 Población

La población de estudio se constituyó por un total de 456 bloques de adobe, cada uno con dimensiones específicas de 25x15x10 cm para 408 de estos bloques y de arista de 10 cm para los 48 bloques restantes. Estos elementos se fabricaron siguiendo procedimientos estandarizados, con la particularidad de que una parte incluyó la ceniza del tallo de habas como componente adicional, mientras que otra se mantuvo sin dicha incorporación. Este diseño permitió evaluar de manera

comparativa las propiedades físico-mecánicas del adobe, bajo la influencia de la ceniza del tallo de habas, y establecer así las diferencias significativas en su comportamiento y calidad.

4.3.1.1 Muestra

La muestra para el estudio comprendió la totalidad de la población, es decir, los 408 bloques de adobe de dimensiones 25x15x10 cm y los 48 bloques de arista de 10 cm. Esta decisión de incluir todos los bloques producidos en la muestra fue tomada para maximizar la precisión de los resultados y la representatividad de las conclusiones. La distribución de la muestra se organizó de la siguiente manera:

Bloques de Adobe de 25x15x10 cm: Se fabricaron 408 unidades, divididas en grupos según la proporción de ceniza del tallo de habas incorporada, específicamente en las concentraciones de 0% (control), 3%, 3.75%, y 4.5%, para evaluar el impacto de diferentes dosificaciones de ceniza en las propiedades físico-mecánicas del adobe.

Bloques de Arista de 10 cm: Se produjeron 48 unidades, también divididas en grupos según las mismas concentraciones de ceniza del tallo de habas mencionadas anteriormente. Estos bloques se destinaron a analizar efectos particulares en las aristas, que podrían comportarse de manera diferente a las caras planas de los bloques de adobe más grandes.

Tabla 3

Cantidad de bloques por ensayo

| % de ceniza del tallo | Ensayos | | | | |
|-----------------------|-----------------------------|-------------------------------------|-------------------|------------------|--------------------|
| | Resistencia a la compresión | Resistencia a la flexión (25x15x10) | Absorción de agua | Pilas (25x15x10) | Muretes (25x15x10) |
| | | | | | |

| de habas | (arista de 10 cm) | (arista de 10 cm) | | | |
|---------------------|------------------------------|------------------------------|-----------|-----------|------------|
| 0% | 6 | 6 | 6 | 18 | 78 |
| 3% | 6 | 6 | 6 | 18 | 78 |
| 3.75% | 6 | 6 | 6 | 18 | 78 |
| 4.5% | 6 | 6 | 6 | 18 | 78 |
| Total | 24 | 24 | 24 | 72 | 312 |

Nota. La tabla presenta la distribución de la muestra del estudio, compuesta por 408 bloques de adobe de 25x15x10 cm y 48 bloques de arista de 10 cm.

La selección de la muestra de estudio se realizó con el objetivo de abarcar un espectro amplio y detallado de condiciones, permitiendo así un análisis exhaustivo de las variables en estudio. Esta metodología de muestreo garantiza la obtención de datos confiables y representativos, facilitando la identificación de patrones y tendencias significativas en las propiedades físico-mecánicas del adobe, en relación con la incorporación de la ceniza del tallo de habas.

Por otra parte, la unidad de análisis de esta investigación se centra en los bloques de adobe, específicamente en aquellos con dimensiones de 25x15x10 cm y bloques de arista de 10 cm, elaborados tanto con la incorporación de ceniza del tallo de habas como sin ella (bloques control). Cada bloque de adobe representa una unidad de estudio individual, desde la cual se extraen datos referentes a las propiedades físico-mecánicas afectadas por la adición de diferentes porcentajes de ceniza.

Dentro de esta unidad de análisis, se diferencian dos subunidades específicas en función de su composición:

Bloques de adobe con ceniza del tallo de habas: Estos comprenden varios subgrupos, cada uno correspondiente a un porcentaje distinto de incorporación de ceniza (3%, 3.75%, y 4.5% en relación al peso del adobe). Estos subgrupos permiten evaluar cómo la variación en la proporción de ceniza afecta las propiedades del adobe.

Bloques de adobe sin ceniza del tallo de habas (Control): Estos bloques se utilizan como referencia para determinar el impacto de la ceniza en las propiedades del adobe, permitiendo una comparación directa entre los bloques modificados y el estándar.

Cada bloque es analizado bajo pruebas estandarizadas para medir su resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y absorción de agua, entre otras propiedades relevantes. Estas mediciones se realizan aplicando las mismas condiciones y procedimientos a todos los bloques para asegurar la comparabilidad y fiabilidad de los resultados.

4.4 Técnicas y herramientas estadísticas.

Una de las principales metodologías para recopilar datos en diversas investigaciones fue la técnica de observación, ya que permitió evaluar la muestra en función de procesos y garantiza la obtención de datos precisos, siempre y cuando se haya validado previamente (Sánchez et al., 2018). Por lo tanto, en este estudio se utilizó la observación directa como técnica, ya que permitió obtener un conocimiento detallado y preciso de los resultados de los ensayos realizados en el laboratorio. Estos ensayos se llevaron a cabo de acuerdo con los porcentajes de dosificación establecidos para cumplir los objetivos de la investigación, lo que permitió evaluar la resistencia a la compresión, flexión y absorción de los bloques de adobe con mayor precisión.

Por otro lado, según Sánchez et al. (2021), el instrumento utilizado para la recopilación de datos fue una herramienta diseñada para obtener la máxima cantidad de información disponible,

dependiendo de la técnica asociada al estudio. Además, facilitó la descripción precisa de diversos documentos, literatura, y ensayos, entre otros recursos. Por otro lado, la ficha técnica se presentó como un formato que posibilitó la recopilación de información, datos y resultados para su posterior análisis. Dado que los instrumentos son fundamentales en cualquier investigación, ya que contribuyen a una investigación precisa y clara de los aspectos a estudiar, en este trabajo se desarrollaron formatos específicos para cada ensayo.

CAPÍTULO 5. DESARROLLO EXPERIMENTAL

5.1 Pruebas de campo y ensayos

5.1.1 Pruebas de campo

El propósito de las pruebas de campo fue recoger muestras de tierra necesarias para determinar las propiedades físico-mecánicas del material extraído de la cantera de Jauja, Junín.

Extracción de la muestra de tierra

Se llevó a cabo la adquisición de todos los recursos y materiales esenciales necesarios para la creación de los bloques de adobe. Estos elementos fueron extraídos de la cantera San Antonio en Jauja, Junín, y posteriormente trasladados al laboratorio de suelos, concreto y asfalto JJ Geotécnica para su correspondiente análisis.

La extracción de la muestra se realizó utilizando herramientas y materiales como una pala, un pico y sacos para recolectar y almacenar el material extraído.

Figura 3

Cantera San Antonio



Nota. La figura representa la Cantera San Antonio en Jauja, Junín, donde se obtuvieron las muestras de tierra para el análisis en el laboratorio JJ Geotécnica.

Prueba de cinta de barro

Figura 4

Prueba de cinta de barro



Nota. La figura muestra la prueba de cinta de barro para evaluar la existencia de arcilla en la tierra de la cantera de San Antonio en Jauja.

El procedimiento de la prueba “Cinta de barro” implicó materializar una evaluación preliminar sobre la existencia de arcilla en la cantera de San Antonio en Jauja. Para ello, se utilizó una muestra de barro con la humedad adecuada para moldear un cilindro de 12 mm de diámetro. Sosteniendo dicho cilindro en una mano, se procedió a aplastarlo gradualmente entre los dedos pulgar e índice, dando forma a una cinta con un espesor aproximado de 4 mm. A continuación, se permitió que esta cinta de barro colgara libremente. La longitud alcanzada por la cinta de barro fue de 15 cm. Esto indicó que el suelo presentaba un nivel moderado de contenido de arcilla, según el procedimiento de la prueba. Este procedimiento ofreció una manera rápida y sencilla de evaluar la composición del suelo en relación con su contenido de arcilla.

Prueba de presencia de arcilla

Figura 5

Detección de Arcilla



Nota. La figura muestra la formación de bolitas para la prueba de presencia de arcilla, donde se utilizó tierra de la cantera de San Antonio en Jauja junto con una mínima cantidad de agua, permitiendo evaluar la reacción y la deformación de las bolitas al secarse.

Se formaron bolitas con tierra de la zona, añadiendo un mínimo de agua. Tras 48 horas de secado, las bolitas se presionaron. Ninguna se rompió, lo que indicó la idoneidad de la cantera para la realización de los bloques de adobe.

Recolección de la muestra del tallo habas

Asimismo, se procedió con la recolección de los tallos de habas, los cuales fueron extraídos de los campos de cultivo en la región de Jauja, Junín. Cabe resaltar que este material constituye un residuo derivado de la cosecha, lo que lo convierte en un recurso reciclado de gran interés y relevancia para su uso como aditivo en el contexto de esta tesis.

Figura 6*Recolección de Tallos de Habas*

Nota. La figura es la representación gráfica del proceso de recolección de tallos de habas, etapa crucial para la obtención de ceniza utilizada en el estudio de propiedades del adobe en Jauja, Junín.

Una vez obtenidos los tallos, se procedió a su secado a temperatura ambiente para reducir la humedad. Posteriormente, los tallos secos fueron sometidos a un proceso de incineración.

Figura 7*Quema de Tallos de Habas*

Nota. La figura ilustra el proceso de incineración de los tallos de habas, destacando su papel en la producción de ceniza empleada en el análisis de propiedades del adobe.

La ceniza obtenida se recolectó con cuidado y se almacenó en condiciones apropiadas para su posterior análisis y uso como aditivo en la investigación.

Figura 8

Ceniza de Tallo de Habas



Nota. La figura muestra la característica “Ceniza de tallo de habas” obtenida después del proceso de quema de los tallos de habas.

5.1.2. Ensayos físico-mecánicos del agregado

Para los presentes ensayos se emplearon las Normas Técnicas Peruanas NTP, las cuales establecen los requisitos técnicos para la producción y ensayo de bloques de adobe utilizados en la construcción, incluyendo métodos para determinar las propiedades físico-mecánicas. Asimismo, se emplea la Norma ASTM, que comprende los métodos de prueba para el adobe y otros productos de mampostería similares.

5.1.2.1. Análisis granulométrico

En este ensayo, se utilizaron dos normas para realizar el análisis granulométrico de los suelos. La primera de ellas fue la norma ASTM D422, que detalla el procedimiento para determinar la distribución de tamaños de partículas mediante el tamizado. La segunda norma empleada fue la

NTP 400.018, que establece el método para determinar la granulometría específica de los suelos que pasan por la malla N°200.

Figura 9

Cuarteo y Pesaje de Muestra



Nota. La figura muestra la representación gráfica del proceso de cuarteo y pesado de la muestra en el laboratorio, parte crucial del análisis granulométrico según las normas ASTM D422 y NTP 400.018.

El procedimiento de análisis granulométrico comenzó con el cuarteo de la tierra para obtener una muestra representativa, la cual fue colocada en una tara. A continuación, se registró el peso de la tara y se agregó la muestra de tierra de adobe para obtener el peso total en la balanza electrónica.

Figura 10

Tamizado



Nota. La figura ilustra el proceso de tamizado, paso fundamental en el análisis granulométrico, para determinar la distribución de tamaños de partículas en la muestra de tierra de adobe.

Después, se siguió con el lavado minucioso de la muestra pesada para eliminar limos y arcillas hasta que el agua quedará transparente. Luego, la muestra lavada se sometió a un proceso de secado en el horno de laboratorio durante 24 horas. Una vez seca la muestra, se llevó a cabo el tamizado manual por un tiempo adecuado, retirando las partículas que quedaron en los tamices con la ayuda de un cepillo. Posteriormente, se registró el peso retenido en cada tamiz para realizar los cálculos correspondientes.

5.1.2.2. Contenido de Humedad

Para este ensayo se empleó la norma ASTM D2216 la cual describe el procedimiento para determinar el contenido de humedad de suelos utilizados en la construcción, incluyendo aquellos que se emplean para la fabricación de adobe.

5.1.2.3. Límites de Atterberg

Para este ensayo se utilizó la norma ASTM D4318 que describe los procedimientos para determinar los límites de consistencia de los suelos, que incluyen los límites de plasticidad y límites de liquidez, siendo estos últimos especialmente relevantes en los Límites de Atterberg

Como primer paso se buscó determinar el Límite líquido, para esto, se tomó una muestra de 250 gramos que previamente se tamiza utilizando un tamiz #40. Luego, se mezcló la muestra con agua en un recipiente hasta alcanzar una consistencia homogénea, ajustándose de acuerdo a los parámetros establecidos por la ASTM.

Figura 11

Preparación de Muestra de los Límites de Atterberg

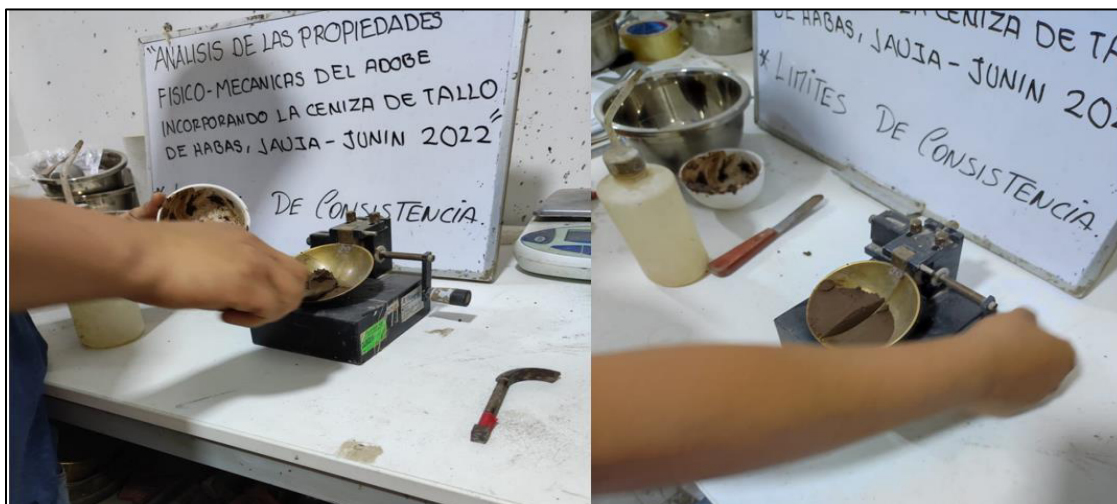


Nota. La figura podría representar la selección de una muestra de 250 gramos y su proceso de mezcla con agua hasta lograr la consistencia homogénea necesaria, como parte del análisis de Límites de Atterberg.

Una vez lograda la consistencia adecuada, se depositó la mezcla en una copa de Casagrande previamente calibrada. Utilizando una herramienta adecuada se creó una ranura en la muestra a lo largo de la línea central de la copa. A continuación, se proporcionaron los golpes necesarios para que la ranura en la mezcla se cerrará a una medida de 12.7 mm (1/2"). Al momento en que la ranura se cerraba, se registró el número de golpes requeridos para calcular el Límite Líquido basándose en el número promedio de golpes necesarios para cerrar la ranura.

Figura 12

Límite Líquido de Copa de Casagrande



Nota. La figura representa visualmente el proceso de determinación del Límite Líquido, centrándose en la manipulación de la muestra en la copa de Casagrande, la creación de la ranura, los golpes y el cierre de la ranura, con el fin de calcular el Límite Líquido.

Asimismo, se procedió a determinar el Límite Plástico utilizando el mismo material preparado para el límite líquido. Aproximadamente se tomaron 20 gramos de muestra y se amasan hasta que perdiera humedad, permitiendo que se pudiera enrollar en una placa de vidrio sin adherirse a las manos. El rollo formado debía tener un diámetro de 3.2 mm (1/8 pulgada). Este proceso se repitió hasta que el rollo comenzó a agrietarse y deshacerse, momento en el cual se colocó la muestra en una tara, se pesó y luego se llevó al horno durante 24 horas para su secado. Esta secuencia se repitió dos veces con el objetivo de obtener un promedio de resultados más preciso.

Figura 13*Limite Plástico por Método del Rollo*

Nota. La figura muestra la formación del rollo con el diámetro especificado (3.2 mm o 1/8 de pulgada) durante el análisis, como parte del proceso de determinación del Límite Plástico.

5.1.2.4. Peso específico del suelo

Para este ensayo se empleó la norma ASTM C128 y la NTP 400.022 los cuales sirvieron para determinar el peso normal de la muestra en relación al peso del agua que ocupa las cavidades de la muestra.

Como primer paso se procedió a tomar una muestra representativa de suelo, secarla en un horno para eliminar el contenido de humedad, una vez seca se colocó en una balanza y se registró su peso. Luego, fue sumergida en agua para determinar el volumen desplazado. Con esta información, se calculó el Peso Específico del suelo, que es la relación entre su peso seco y el volumen de agua desplazada.

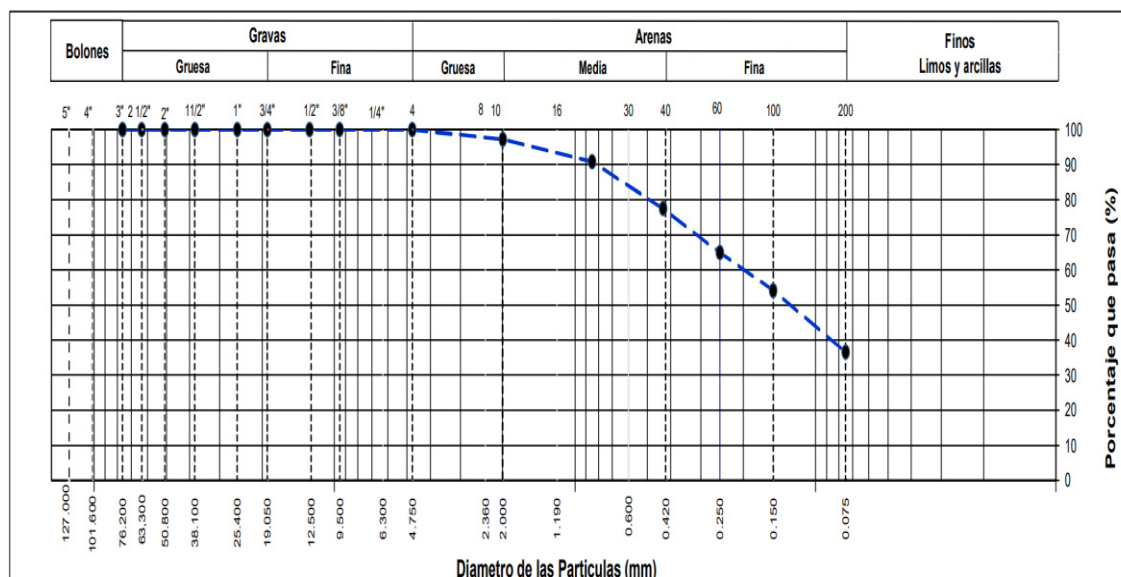
5.2. Análisis granulométrico

Tabla 4

Análisis granulométrico

| Tamiz | AASHTO T-27(mm) | (%) Que Pasa |
|--------------|------------------------|---------------------|
| 3" | 76.200 | 100.00 |
| 2 1/2" | 63.500 | 100.00 |
| 2" | 50.800 | 100.00 |
| 1 1/2" | 38.100 | 100.00 |
| 1" | 25.400 | 100.00 |
| 3/4" | 19.050 | 100.00 |
| 1/2" | 12.700 | 100.00 |
| 3/8" | 9.530 | 100.00 |
| N° 4 | 4.750 | 100.00 |
| N° 10 | 2.000 | 97.20 |
| N° 20 | 0.850 | 90.87 |
| N° 40 | 0.430 | 77.44 |
| N° 60 | 0.250 | 64.91 |
| N° 100 | 0.150 | 54.15 |
| N° 200 | 0.075 | 36.59 |

Nota. La tabla muestra los resultados del análisis granulométrico conforme al método AASHTO T-27. Se detallaron los diámetros de tamiz en milímetros y el porcentaje que pasa a través de cada uno de ellos.

Figura 14*Curva granulométrica*

Nota. La figura mostró la distribución de tamaños de partículas en la muestra de suelo mediante un gráfico de porcentaje acumulado que pasa a través de cada tamaño de tamiz según su diámetro.

Tabla 5*Límites de consistencia*

| Límite Líquido (LL) | Límite Plástico (LP) | Índice Plástico (IP) |
|---------------------|----------------------|----------------------|
| 24 | 10 | 14 |

Nota. La Tabla presentó los valores de los Límites de Consistencia, incluyendo el Límite Líquido (LL), el Límite Plástico (LP) y el Índice Plástico (IP) obtenidos en el análisis del suelo.

Los límites de consistencia del suelo fueron los siguientes: LL = 24, LP = 10 e IP = 14. Estas propiedades caracterizan la capacidad del suelo para cambiar de estado y su comportamiento frente al agua y la plasticidad, siendo útiles en ingeniería geotécnica y construcción para evaluar su adecuación en diferentes proyectos.

5.3. Elaboración de los bloques

A continuación, se detalló la dosificación de los materiales a emplear en la elaboración de los bloques de adobe realizados en Jauja – Junín.

Tabla 6

Dosificación de Materiales para Bloques de Adobe en Jauja – Junín.

| Cantidad | Unidad | Muestra control | Muestra con 3% Ceniza de Habas | Muestra con 3.75% Ceniza de Habas | Muestra con 4.5% Ceniza de Habas |
|----------------------------------|---------------|------------------------|---------------------------------------|--|---|
| Arcilla | Kg | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Ceniza de Habas | Kg | 0 | 0.3 | 0.375 | 0.45 |
| Paja (1% del peso de la arcilla) | Kg | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| Agua (32% de la mezcla) | L | 3.2 | 3.3 | 3.352 | 3.38 |

Nota. La tabla presenta la dosificación de materiales para la elaboración de bloques de adobe en Jauja – Junín, considerando diferentes proporciones de ceniza de habas en las muestras. Las cantidades están expresadas en kilogramos (Kg) para la arcilla, ceniza y paja y en litros (L) para el agua.

En el proceso de elaboración de los bloques de adobe, se comenzó seleccionando un área libre de residuos y se cubrió con una capa de arena fina para evitar que los bloques se adhirieran a la superficie durante el secado. Asimismo, se tamizó la tierra utilizando una zaranda para asegurar que estuviera limpia, libre de piedras y sin ningún rastro de plantas o basura que puedan interferir o alterar el diseño de la mezcla.

Figura 15*Preparación del Suelo para Adobe*

Nota. La figura ilustra la fase inicial del proceso de fabricación de bloques de adobe. muestra el tamizado de la tierra con una zaranda para asegurar limpieza y ausencia de interferencias en la mezcla.

Posteriormente, la tierra destinada para la elaboración del adobe se agrupó en montones para agregar agua y obtener la mezcla requerida. Luego, se dejó reposar durante 48 horas.

Figura 16*Mezcla para Adobe*

Nota. La figura muestra el proceso de preparación, en el cual la tierra destinada a la producción del adobe se amontona para ser humedecida y alcanzar la consistencia adecuada.

Después, se llevó a cabo la mezcla de la tierra con la paja de aproximadamente 5 cm de largo y la ceniza de tallo de habas, siguiendo las proporciones previamente indicadas. Durante este proceso, se utilizó una pala y se batió la mezcla con los pies hasta obtener la consistencia adecuada para el adobe sin refuerzo.

Figura 17

Mezclado de Materiales



Nota. La figura plasma el proceso de incorporación de ceniza y paja a la mezcla en la mezcla; además, se aprecia el pesado del material para garantizar la precisión en la proporción añadida.

Las mezclas resultantes fueron transferidas a una adobera de madera, la cual se humedeció previamente para prevenir que el adobe se adhiriera. La mezcla se compactó meticulosamente para asegurar la ausencia de espacios vacíos. Posteriormente, se retiraron los moldes y los bloques de adobe se dejaron secar al aire libre por un período específico, permitiendo su secado adecuado.

Figura 18

Moldeado y Secado de Bloques



Nota. En la figura se muestran los adobes obtenidos después de retirar los moldes. Estos bloques de adobe se dejaron secar al aire libre durante un tiempo específico para lograr un secado adecuado.

Ensayo de Resistencia a la Compresión

El procedimiento empleado para el ensayo de Resistencia a la Compresión se desplegó en etapas. Inicialmente, se emplearon 6 bloques de adobe por cada dosificación (0%, 3%, 3.75% y 4.5%), cada uno con dimensiones de 10 cm en cada arista, representativos de distintas proporciones de ceniza de tallo de habas en la mezcla. Con el propósito de evaluar la capacidad de carga y la integridad estructural de cada muestra después de un período de 28 días, los bloques se dispusieron en una máquina hidráulica que previamente había sido sometida a un proceso de calibración riguroso.

Se inició con la aplicación de una carga inicial, seguida de un incremento gradual en la carga a una velocidad constante de 1 kN por minuto. Conforme se incrementaba la carga, se registraron con minuciosidad las deformaciones experimentadas por cada muestra, así como las posibles fallas o rupturas que pudieran ocurrir. Se identificó y registró la carga máxima que cada bloque pudo soportar antes de alcanzar el punto de ruptura.

Posteriormente, utilizando los datos recopilados durante el ensayo, se llevaron a cabo cálculos precisos para determinar de manera cuantitativa la resistencia a la compresión de cada muestra. Estos cálculos permitieron establecer comparativas entre las diferentes dosificaciones de ceniza de tallo de habas, evidenciando cómo esta incorporación influye en las propiedades de compresión del adobe.

Figura 19

Ensayo de resistencia a compresión



Nota. En la figura se ilustra la realización del ensayo de resistencia a la compresión aplicado a los bloques de adobe.

Ensayo de Resistencia a la Flexión

En primer lugar, se procedió a la preparación de una serie de especímenes de adobe que abarcaban diversas dosificaciones de ceniza de tallo de habas (0%, 3%, 3.75% y 4.5%), buscando abarcar un rango representativo de las mezclas estudiadas. Estos especímenes fueron elaborados

siguiendo los protocolos convencionales de moldeado y curado, garantizando que estuvieran en condiciones óptimas para la prueba.

Una vez preparadas las muestras, se procedió a su ubicación en una máquina de ensayo de flexión, donde se aplicaron cargas de forma gradual y controlada en el centro de cada espécimen. Esta acción indujo una curvatura progresiva en cada muestra hasta que finalmente se alcanzó el punto de rotura. A lo largo de este proceso, se registraron con precisión las cargas aplicadas en cada intervalo y las correspondientes deformaciones experimentadas por los especímenes.

Los resultados obtenidos a través de este proceso permitieron un análisis en profundidad de cómo la presencia de la ceniza de tallo de habas influye en las propiedades de flexión del adobe. La variación en las dosificaciones de ceniza y su impacto en las capacidades de resistencia y flexibilidad del material quedaron plasmadas en los datos recopilados. Este procedimiento no sólo proporcionó una comprensión cuantitativa de las propiedades mecánicas de los adobes reforzados, sino que también aportó valiosa información para el diseño y uso de este material en aplicaciones estructurales.

Figura 20

Ensayo de resistencia a flexión



Nota. En la figura se ilustra parte del proceso del ensayo de resistencia a la flexión aplicado a los bloques de adobe.

Ensayo de absorción

El proceso para llevar a cabo el Ensayo de Absorción se llevó a cabo con precisión y atención a los detalles. Inicialmente, se seleccionaron muestras de adobe que incorporan diferentes proporciones de ceniza de tallo de habas (0%, 3%, 3.75% y 4.5%), abarcando así una gama representativa de las mezclas analizadas. Estas muestras se prepararon siguiendo métodos convencionales de moldeado y curado, asegurando que estuvieran listas para la prueba.

Una vez que las muestras estuvieron listas, se procedió a la medición de su masa inicial con alta precisión. A continuación, se sumergieron completamente en agua durante un período de tiempo específico, permitiendo que las muestras absorbieran agua hasta alcanzar el equilibrio de absorción. Una vez que se consideró que la absorción había llegado a un estado constante, se retiraron las muestras del agua y se secaron superficialmente con cuidado para eliminar el exceso de agua en la superficie.

Después de la etapa de secado superficial, las muestras se pesaron nuevamente con la misma precisión que al inicio del ensayo. La diferencia entre la masa inicial y la masa final después de la absorción permitió calcular la cantidad de agua absorbida por cada muestra, expresada generalmente como un porcentaje de la masa inicial.

Este procedimiento riguroso y controlado permitió evaluar cómo la incorporación de ceniza de tallo de habas influye en la capacidad de absorción de agua del adobe.

Figura 21

Ensayo de absorción



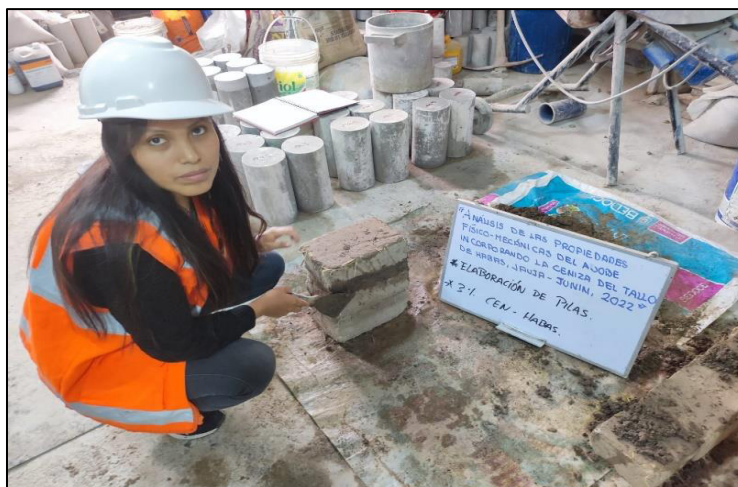
Nota. La figura plasma el proceso del ensayo de absorción realizado como parte del análisis de las propiedades físico-mecánicas del adobe enriquecido con ceniza de tallo de habas.

Elaboración de Pilas de adobe

El proceso de elaboración de las pilas de bloques de adobe se inició con la selección de un área apropiada y la delimitación de las dimensiones requeridas. Sobre una base nivelada, se dispusieron los bloques de adobe en un patrón cuidadosamente planificado, asegurando su alineación y estabilidad. Si era necesario, se aplicó mortero entre los bloques para lograr una unión sólida. La construcción continuó mediante la superposición de capas de bloques, con atención a una distribución uniforme de cargas. Finalmente, se realizaron inspecciones minuciosas y ajustes finales para asegurar la solidez y conformidad de las pilas de bloques de adobe, garantizando una estructura resistente y duradera.

Figura 22

Elaboración de pilas de adobe



Nota. En la figura se ilustra el proceso de elaboración de las pilas de adobe.

Ensayo compresión de pilas

Después de la fabricación de las pilas, se esperó un período de secado de 28 días para llevar a cabo el ensayo, primero, se ubicó la pila de adobe entre las placas de carga de una máquina de ensayo debidamente calibrada previamente. A continuación, se aplicó una carga axial de manera gradual y a velocidad constante, mientras se registraba meticulosamente tanto la carga aplicada como la deformación experimentada en cada etapa del proceso. Finalmente, se calculó la resistencia máxima a la compresión, un indicador fundamental que revela la capacidad de carga de la pila de adobe y proporciona información esencial para su uso en estructuras constructivas.

Figura 23

Compresión de Pilas de Adobe



Nota. La figura ilustra el proceso de ensayo de compresión en pilas de adobe, evaluando su resistencia máxima y su idoneidad para su uso en construcciones.

Muretes

En concordancia con la Norma E.080, la elaboración de los muretes se llevó a cabo meticulosamente. En total, se crearon 24 muretes, seis por tipo de muestra, cada uno constituido por adobes con juntas de hasta 2 cm. El mortero utilizado, igual al de los adobes, careció de estabilizantes y fue humedecido, luego cubierto con plástico durante 7 días para lograr una consistencia elástica.

Durante el asentado de los muretes, se mojaron las superficies de contacto por 15 segundos y se dispusieron en un lugar seco, uniforme y techado para secar durante 28 días. Este proceso, acorde a la normativa, aseguró la creación de muretes sólidos y duraderos, en línea con las mejores prácticas constructivas.

Figura 24

Construcción de Muretes de Adobe



Nota. La figura plasma el proceso de elaboración de los muretes de adobe.

Ensayo de Compresión Diagonal en Muretes

Para realizar el ensayo de compresión diagonal en muretes de adobe, se siguió un procedimiento específico. Inicialmente, se seleccionaron muretes representativos con dimensiones definidas, y se aseguró que las superficies de contacto estuvieran niveladas. Estos muretes se dispusieron en la máquina de ensayo, orientados diagonalmente de manera que se aplicara una carga oblicua. La máquina de ensayo fue previamente calibrada para garantizar mediciones precisas. A continuación, se aplicó una carga gradual y uniforme a una velocidad constante, registrando tanto la carga aplicada como las deformaciones a lo largo del proceso. Una vez que se alcanzó una deformación predefinida o se produjo una falla significativa, se evaluaron los datos recopilados para comprender el comportamiento del murete de adobe bajo carga diagonal. Este análisis permitió determinar la capacidad de carga en esta dirección y obtener información valiosa sobre la resistencia y el rendimiento estructural del adobe en condiciones de compresión diagonal.

Figura 25

Compresión Diagonal en Muretes



Nota. La figura ilustra el proceso de ensayo de compresión diagonal en muretes de adobe, proporcionando información sobre el comportamiento y la resistencia estructural del material ante cargas oblicuas.

5.2 Aplicación estadística

Para un análisis completo de las propiedades físico-mecánicas del adobe con incorporación de ceniza del tallo de habas en la región de Jauja, Junín, se emplearon tanto un análisis descriptivo como inferencial.

En primer lugar, se realizó un análisis descriptivo para presentar y resumir los datos obtenidos de las muestras. Esto incluyó calcular estadísticas como la media, la mediana y la desviación estándar para cada propiedad físico-mecánica evaluada. Se elaboraron gráficos y tablas que mostraron la distribución de los datos y permitieron una visualización clara de las diferencias entre las muestras con y sin ceniza de tallo de habas.

Luego, se procedió a un análisis inferencial para evaluar la significancia de las diferencias observadas. Se aplicó un diseño experimental adecuado y se utilizaron pruebas de hipótesis, como la prueba t o la prueba de Wilcoxon, según correspondiera, para determinar si las diferencias en las propiedades físico-mecánicas entre las muestras eran estadísticamente significativas. Además, se emplearon técnicas de análisis de varianza para evaluar la influencia de la ceniza de tallo de habas en diferentes componentes del adobe y su interacción con otras variables.

La combinación del análisis descriptivo y el inferencial permitió obtener una visión completa de cómo la incorporación de la ceniza del tallo de habas afectó las propiedades físico-mecánicas del adobe en la región de Jauja, Junín. Estos resultados proporcionaron una base sólida para las conclusiones de la investigación y contribuyeron al conocimiento en el campo de la construcción sostenible y el desarrollo de materiales más eficientes y respetuosos con el medio ambiente.

CAPÍTULO 6. ANÁLISIS COSTO/BENEFICIO

6.1 Beneficios no financieros.

El adobe con ceniza de tallo de habas ofreció beneficios no financieros significativos para la comunidad de Jauja - Junín. La disponibilidad local y gratuita de los materiales necesarios, como la arcilla y la ceniza de habas, facilitó el acceso a la construcción sostenible, reduciendo costos y promoviendo la autogestión de recursos. Además, esta técnica preservó prácticas culturales y arquitectónicas tradicionales, fortaleciendo la identidad local. La utilización de la ceniza de tallo de habas como subproducto agrícola también contribuyó a la sostenibilidad ambiental, al reducir residuos y emisiones de CO₂. En otras palabras, el adobe con ceniza de tallo de habas mejoró la calidad de vida, la resiliencia y la conexión con el entorno, beneficiando a la comunidad en múltiples aspectos no monetarios.

6.2 Evaluación del Impacto social y/o ambiental

La elaboración de adobes se caracterizaba por su bajo impacto ambiental, ya que se realizaba de manera manual y se secaban al sol, evitando el uso de maquinaria que generará contaminación. Además, al estar compuestos de materiales naturales, los adobes podían reintegrarse en la naturaleza una vez que la vivienda llegaba al final de su vida útil, lo que disminuye considerablemente su impacto en el medio ambiente. En contraste, otros materiales como ladrillos, concreto y cemento no eran biodegradables y generaban más impacto al desecharlos. La reutilización de desechos en la fabricación de nuevos adobes también contribuía a reducir el impacto ambiental y destacaba la sostenibilidad de esta técnica constructiva.

6.3 Evaluación Económica - Financiera

En cuanto a la Evaluación Económica - Financiera, en la actualidad, un bloque de adobe en la ciudad de Jauja - Junín tiene un costo de S/1.00, pero es importante destacar que este precio

corresponde a un adobe simple y tradicional. En este contexto, el propósito de esta investigación es desarrollar adobes que cuenten con mejoras en sus propiedades físico-mecánicas, mediante el uso de un aditivo natural. Para lograrlo, se aprovechan las cualidades del tallo de habas, de fácil acceso en la región, para confeccionar adobes de dimensiones estándar (25x15x10 cm) que incorporan la ceniza del tallo de habas.

Asimismo, se tiene el objetivo adicional de incentivar a los pobladores comerciantes de adobes a que utilicen este aditivo natural como una opción para mejorar las propiedades físico-mecánicas de los bloques, sin incurrir en un aumento del precio de los adobes estabilizados con esta adición. Con el fin de calcular el presupuesto y estimar el costo de un bloque de adobe con una mayor proporción de ceniza del tallo de habas, se han obtenido datos específicos que se utilizarán para llevar a cabo la evaluación económica y financiera.

Tabla 7

Precio Unitario del Bloque de Adobe Patrón

| Bloque de Adobe Patrón | | | | CU = | S/1.00 |
|-------------------------------|---------------|------------------|-----------------|-------------------|--------------------|
| | Rendimiento = | 150 | Und/día | Jornada = | 8 horas/día |
| Descripción | Und. | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de obra | | | | | 0.92 |
| Operario | hh | 1.0000 | 0.05333 | 10.063 | 0.54 |
| Peón | hh | 1.0000 | 0.05333 | 7.100 | 0.38 |
| Materiales | | | | | 0.03 |
| Tierra | Kg | | 10 | 0.001 | 0.01 |
| Agua | L | | 3.2 | 0.001 | 0.00 |
| Paja | Kg | | 0.1 | 0.200 | 0.02 |
| Equipos | | | | | 0.05 |
| Herramientas manuales | %MO | | 5 | 0.92 | 0.05 |

Nota. La tabla muestra el análisis de precios unitarios para un bloque de adobe patrón. Es decir, sin la incorporación de ceniza del tallo de habas. El costo unitario (CU) es de S/1.00 e incluye mano de obra, materiales y equipos. Se detallan los precios por categoría y cantidad necesaria para una jornada de 8 horas.

Tabla 8

Precio unitario del bloque de adobe con 3% de ceniza de tallo de habas

| Bloque de Adobe Patrón | | | | CU = | S/1.15 |
|-------------------------------|---------------|------------------|-----------------|-------------------|--------------------|
| | Rendimiento = | 150 Und/día | Jornada = | 8 | horas/día |
| Descripción | Und. | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de obra | | | | | 0.92 |
| Operario | hh | 1.0000 | 0.05333 | 10.063 | 0.54 |
| Peón | hh | 1.0000 | 0.05333 | 7.100 | 0.38 |
| Materiales | | | | | 0.18 |
| Tierra | Kg | | 10 | 0.001 | 0.01 |
| Agua | L | | 3.2 | 0.001 | 0.00 |
| Paja | Kg | | 0.1 | 0.200 | 0.02 |
| Ceniza de tallo de habas | Kg | | 0.3 | 0.500 | 0.15 |
| Equipos | | | | | 0.05 |
| Herramientas manuales | %MO | | 5 | 0.92 | 0.05 |

Nota. La tabla muestra el análisis de precios unitarios para un bloque de adobe con 3% de ceniza de tallo de habas, a un costo unitario (CU) de S/1.15. Incluye mano de obra, materiales y equipos, con detalles de precios y cantidades para una jornada de 8 horas.

Tabla 9

Precio unitario del bloque de adobe con 3.75% de ceniza de tallo de habas

| Bloque de Adobe Patrón | | | | CU = | S/1.19 |
|-------------------------------|---------------|------------------|-----------------|-------------------|--------------------|
| | Rendimiento = | 150 Und/día | Jornada = | 8 | horas/día |
| Descripción | Und. | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de obra | | | | | 0.92 |
| Operario | hh | 1.0000 | 0.05333 | 10.063 | 0.54 |
| Peón | hh | 1.0000 | 0.05333 | 7.100 | 0.38 |
| Materiales | | | | | 0.22 |
| Tierra | Kg | | 10 | 0.001 | 0.01 |
| Agua | L | | 3.2 | 0.001 | 0.00 |
| Paja | Kg | | 0.1 | 0.200 | 0.02 |
| Ceniza de tallo de habas | Kg | | 0.375 | 0.500 | 0.1900 |
| Equipos | | | | | 0.05 |

| | | | | |
|-----------------------|-----|---|------|------|
| Herramientas manuales | %MO | 5 | 0.92 | 0.05 |
|-----------------------|-----|---|------|------|

Nota. La tabla muestra el análisis de precios unitarios para un bloque de adobe con un 3.75% de ceniza de tallo de habas, a un costo unitario (CU) de S/1.19. Se incluyen detalles de mano de obra, materiales y equipos para una jornada de 8 horas.

Tabla 10

Precio unitario del bloque de adobe con 4.5% de ceniza de tallo de habas

| Bloque de Adobe Patrón | | | | CU = S/1.23 | |
|-------------------------------|-------------|------------------|-----------------|-----------------------|--------------------|
| Rendimiento = | | 150 | Und/día | Jornada = 8 horas/día | |
| Descripción | Und. | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de obra | | | | | 0.92 |
| Operario | hh | 1.0000 | 0.05333 | 10.063 | 0.54 |
| Peón | hh | 1.0000 | 0.05333 | 7.100 | 0.38 |
| Materiales | | | | | 0.26 |
| Tierra | Kg | | 10 | 0.001 | 0.01 |
| Agua | L | | 3.2 | 0.001 | 0.00 |
| Paja | Kg | | 0.1 | 0.200 | 0.02 |
| Ceniza de tallo de habas | Kg | | 0.45 | 0.500 | 0.23 |
| Equipos | | | | | 0.05 |
| Herramientas manuales | %MO | | 5 | 0.92 | 0.05 |

Nota. La tabla muestra el análisis de precios unitarios para un bloque de adobe con un 4.5% de ceniza de tallo de habas, a un costo unitario (CU) de S/1.23. Se incluyen detalles de mano de obra, materiales y equipos para una jornada de 8 horas. La incorporación de la ceniza de tallo de habas representa un aumento en el costo total, pero mejora las propiedades físico-mecánicas del adobe.

CAPÍTULO 7. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Resultados

En esta sección, se presentan los resultados obtenidos a partir de la realización de los ensayos de laboratorio pertinentes, los cuales fueron llevados a cabo en concordancia con los objetivos de investigación. Con relación al primer objetivo específico, que aborda la evaluación de la influencia de la ceniza del tallo de habas en la resistencia a la compresión de las unidades de adobe en Jauja, Junín en 2023, se obtuvieron los siguientes hallazgos:

Análisis inferencial

Prueba de normalidad

Ho: los datos tienen una distribución normal

Tabla 11

Prueba de normalidad

| Pruebas de normalidad | | | |
|-----------------------|-------------|--------------|-------|
| | | Shapiro-Wilk | |
| | Estadístico | gl | Sig. |
| Físico mecánico | 0,766 | 12 | 0,004 |
| Compresión | 0,684 | 12 | 0,001 |
| Flexión | 0,920 | 12 | 0,025 |
| Absorción | 0,714 | 12 | 0,001 |

Como el P valor (sig.) es menor que 0.05 entonces se rechaza la hipótesis nula y se concluye que los datos no tienen distribución normal y por lo tanto se utilizará el estadístico de Mann Whitney para la prueba de hipótesis.

Prueba de hipótesis

La incorporación de la ceniza del tallo de habas influye en las propiedades físico-mecánicas de las unidades de adobe.

HO: La incorporación de la ceniza del tallo de habas no influye en las propiedades físico-mecánicas de las unidades de adobe, Jauja, Junín, 2023.

Tabla 12

Estadístico de prueba sobre hipótesis general

| Estadísticos de prueba^a | |
|--|--------------------|
| | Físico mecánico |
| U de Mann-Whitney | 0,000 |
| W de Wilcoxon | 21,000 |
| Z | -2,882 |
| Sig. asintótica (bilateral) | 0,004 |
| Significación exacta [2*(sig. unilateral)] | 0,002 ^b |

Como el P valor es menor que 0.05 entonces se rechaza la hipótesis nula y se concluye que la incorporación de la ceniza del tallo de habas influye positivamente en las propiedades físico-mecánicas de las unidades de adobe.

Determinar la influencia de la ceniza del tallo de habas en la resistencia a la compresión de las unidades de adobe

Tabla 13*Ensayo resistencia a la compresión de bloques patrón*

| Muestra | Área (cm²) | Carga de Rotura (kg) | f0 (kg/cm²) |
|-----------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| 1 | 93.1 | 949.5 | 10.20 |
| 2 | 93.1 | 946.5 | 10.2 |
| 3 | 93.1 | 967.8 | 10.40 |
| 4 | 93.1 | 964.8 | 10.36 |
| 5 | 92.2 | 881.5 | 9.56 |
| 6 | 94.1 | 990.1 | 10.52 |
| Promedio | | | 10.37 |

Nota. La tabla muestra los resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los 6 bloques patrón, incluyendo carga de rotura y resistencia promedio.

La tabla 13 exhibe los resultados del ensayo de resistencia a la compresión en seis muestras de adobe patrón. Siguiendo la directriz de la norma E.080, se determinó el promedio de los cuatro valores más altos para una evaluación global de la resistencia. El valor promedio de resistencia a la compresión para las unidades de adobe patrón sometidas al ensayo se registró en 10.37 kgf/cm². Es importante señalar que este valor es superior al mínimo de 10.2 kgf/cm². establecido por la ya mencionada norma.

Tabla 14*Resistencia a la Compresión con 3% de Ceniza*

| Muestra | Área(cm²) | Carga de Rotura (kg) | f0 (kgf/cm²) |
|----------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| 1 | 94.1 | 988.1 | 10.50 |
| 2 | 94.1 | 975.9 | 10.37 |
| 3 | 95.1 | 978.9 | 10.29 |
| 4 | 93.1 | 977.7 | 10.50 |
| 5 | 95.1 | 972.3 | 10.22 |

| | | | |
|-----------------|------|-------|-------|
| 6 | 95.1 | 980.3 | 10.31 |
| Promedio | | | 10.42 |

Nota. En la tabla se presentan los resultados del ensayo de resistencia a la compresión de bloques con un 3% de ceniza de tallo de haba.

La tabla 14 exhibió los resultados del ensayo de resistencia a la compresión en seis muestras de adobe con una incorporación del 3% de ceniza de tallo de habas. Conforme a los lineamientos de la norma E.080, se determinó el promedio de los cuatro valores más altos para una evaluación global de la resistencia. El valor promedio de resistencia a la compresión para las unidades de adobe con ceniza de tallo de habas al 3% fue calculado en 10.42 kgf/cm².

Tabla 15

Resistencia a la Compresión con 3.75% de Ceniza

| Muestra | Área(cm ²) | Carga de Rotura (kg) | f0 (kgf/cm ²) |
|-----------------|------------------------|----------------------|---------------------------|
| 1 | 96.0 | 993.5 | 10.35 |
| 2 | 96.0 | 999.6 | 10.41 |
| 3 | 95.1 | 1001.8 | 10.53 |
| 4 | 94.1 | 1002.5 | 10.65 |
| 5 | 95.1 | 1006.9 | 10.59 |
| 6 | 95.1 | 1004.6 | 10.56 |
| Promedio | | | 10.58 |

Nota. En la tabla se presentan los resultados del ensayo de resistencia a la compresión de bloques con una adición de ceniza de tallo de haba al 3.75%.

La tabla 15 expuso los resultados del ensayo de resistencia a la compresión en seis muestras de adobe con una incorporación del 3.75% de ceniza de tallo de habas. Conforme a los lineamientos de la norma E.080, se determinó el promedio de los cuatro valores más altos para una evaluación

global de la resistencia. El valor promedio de resistencia a la compresión para las unidades de adobe con ceniza de tallo de habas al 3.75% fue calculado en 10.58 kgf/cm².

Tabla 16

Resistencia a la Compresión con 4.5% de Ceniza

| Muestra | Área(cm2) | Carga de Rotura (kg) | f0 (kgf/cm²) |
|-----------------|------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| 1 | 96.0 | 986.6 | 10.28 |
| 2 | 95.1 | 981.6 | 10.32 |
| 3 | 95.1 | 983.2 | 10.34 |
| 4 | 95.1 | 980.7 | 10.31 |
| 5 | 95.1 | 989.3 | 10.40 |
| 6 | 95.1 | 984.5 | 10.35 |
| Promedio | | | 10.35 |

Nota. En la tabla se presentan los resultados del ensayo de resistencia a la compresión de bloques con una adición de ceniza de tallo de haba al 4.5%.

La tabla 16 exhibió los resultados del ensayo de resistencia a la compresión en seis muestras de adobe con una incorporación del 4.5% de ceniza de tallo de habas. Conforme a los lineamientos de la norma E.080, se determinó el promedio de los cuatro valores más altos para una evaluación global de la resistencia. El valor promedio de resistencia a la compresión para las unidades de adobe con ceniza de tallo de habas al 4.5% fue calculado en 10.35 kgf/cm².

Tabla 17

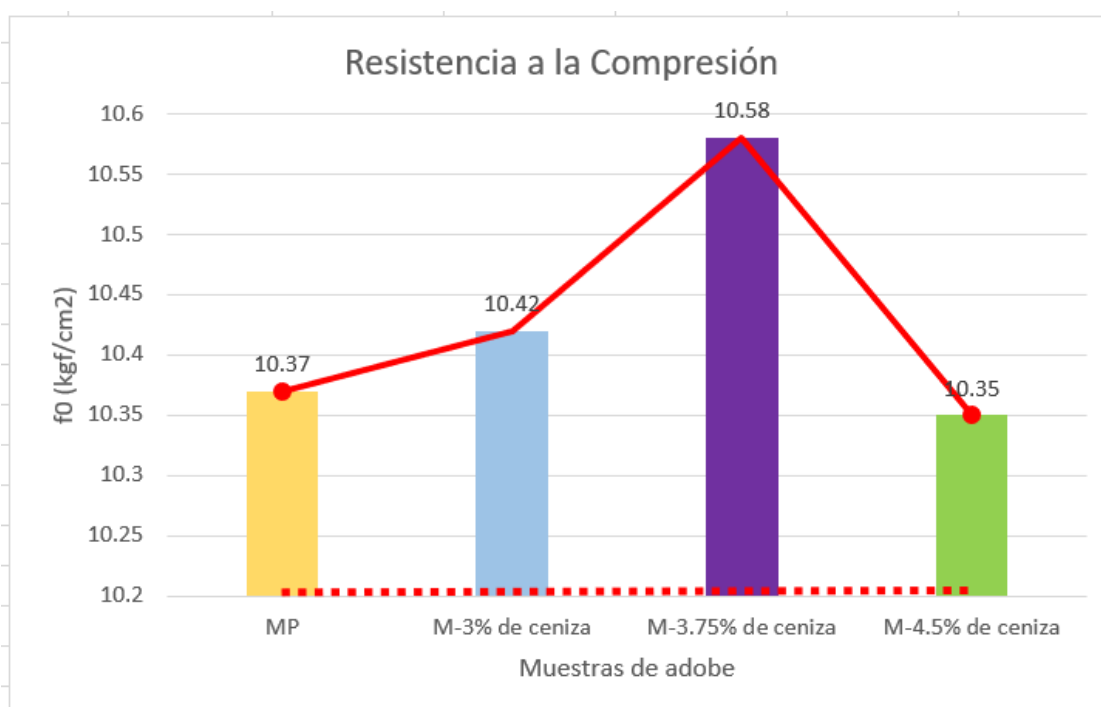
Resumen de Resistencia a la Compresión

| Muestras | f0 (kgf/cm²) |
|--|--------------------------------|
| Muestra patrón | 10.37 |
| Adobe con el 3% de ceniza de tallo de habas | 10.42 |
| Adobe con el 3.75% de ceniza de tallo de habas | 10.58 |
| Adobe con el 4.5% de ceniza de tallo de habas | 10.35 |

Nota. La tabla presentó la resistencia a la compresión promedio obtenido por cada muestra de adobe, tanto de la muestra patrón como aquellas modificadas con ceniza de tallo de habas.

Figura 26

Resumen de Resistencia a Compresión



Nota. La figura ilustró de forma clara los cambios en la resistencia a la compresión del adobe al incorporar diferentes proporciones de ceniza de tallo de habas.

La Tabla 17 y Figura 26 presentaron los valores promedio de resistencia a la compresión para diferentes muestras de adobe, incluyendo la muestra patrón y otras con diversos niveles de ceniza de tallo de habas y la resistencia mínima $f_0=10.2$ kgf/cm². La muestra patrón registró una resistencia de 10.37 kgf/cm². A medida que se incrementó la proporción de ceniza, la resistencia superó tanto el mínimo requerido por la norma como el valor de la muestra patrón. Los valores fueron 10.42 kgf/cm² para el 3%, 10.58 kgf/cm² para el 3.75%, y 10.35 kgf/cm² para el 4.5% de adición. Estos resultados indicaron que la adición de ceniza de tallo de habas no solo cumplió con

la norma, sino que también mejoró la resistencia en comparación con la muestra patrón, destacando especialmente en la muestra con 3.75% de adición.

Prueba de primera hipótesis específica

La incorporación de ceniza del tallo de habas influye en la resistencia a la compresión de las unidades de adobe.

HO: La incorporación de ceniza del tallo de habas no influye en la resistencia a la compresión de las unidades de adobe.

Tabla 18

Estadístico de prueba sobre primera hipótesis específica

| Estadísticos de prueba^a | |
|--|-------------------|
| | Compresión |
| U de Mann-Whitney | 16,000 |
| W de Wilcoxon | 37,000 |
| Z | -,333 |
| Sig. asintótica (bilateral) | ,739 |
| Significación exacta [2*(sig. unilateral)] | ,818 ^b |

Como el P valor fue menor que 0.05 entonces no se rechaza la hipótesis nula y se concluye que la incorporación de ceniza del tallo de habas no influye ni positivamente ni negativamente en la resistencia a la compresión de las unidades de adobe.

En relación al segundo objetivo específico que implica identificar la influencia de la ceniza del tallo de habas en la resistencia a la flexión de las unidades de adobe, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 19*Resistencia a la Flexión: Bloque Patrón*

| Muestra | Carga de Rotura (kg) | Mr (kgf/cm²) |
|-----------------|-----------------------------|--------------------------------|
| 1 | 211 | 5.49 |
| 2 | 140 | 3.46 |
| 3 | 195 | 4.89 |
| 4 | 186 | 4.97 |
| 5 | 240 | 6.13 |
| 6 | 141 | 3.52 |
| Promedio | | 5.37 |

Nota. Los valores presentados en la tabla reflejan los resultados del ensayo de resistencia a la flexión de bloques patrón. Los valores de Carga de Rotura representan la fuerza máxima aplicada antes de la fractura de las muestras, y Mr indica la resistencia a la flexión en kgf/cm².

La tabla 19 exhibió los resultados del ensayo de resistencia a la flexión en seis muestras del adobe patrón. Conforme a los lineamientos de la norma E.080, se determinó el promedio de los cuatro valores más altos para una evaluación global de la resistencia. El promedio resultante para la resistencia a la compresión fue de 5.37 kg/cm². Notablemente, este valor excede el límite de 1.42 kgf/cm² establecido por la mencionada norma, resaltando su cumplimiento y, además, su capacidad para resistir fuerzas de flexión.

Tabla 20*Resistencia a la Flexión con 3% de Ceniza*

| Muestra | Carga de Rotura (kg) | Mr (kgf/cm²) |
|-----------------|-----------------------------|--------------------------------|
| 1 | 209 | 5.43 |
| 2 | 194 | 4.88 |
| 3 | 204 | 4.90 |
| 4 | 209 | 5.46 |
| 5 | 234 | 6.26 |
| 6 | 230 | 6.14 |
| Promedio | | 5.82 |

Nota. Los valores expuestos en la tabla representan los resultados en términos de resistencia a la flexión de bloques adobe que contenían un porcentaje del 3% de ceniza de tallo de haba.

La tabla 20 expuso los resultados del ensayo de resistencia a la flexión en seis muestras del adobe que incorporan 3% de ceniza de tallo de habas. Conforme a los lineamientos de la norma E.080, se determinó el promedio de los cuatro valores más altos para una evaluación global de la resistencia. El promedio obtenido para la resistencia a la compresión fue de 5.82 kgf/cm². Es relevante destacar que este valor supera la cifra alcanzada por el bloque patrón, que fue de 5.37 kgf/cm².

Tabla 21*Resistencia a la Flexión con 3.75% de Ceniza*

| Muestra | Carga de Rotura (kg) | Mr (kgf/cm²) |
|-----------------|-----------------------------|--------------------------------|
| 1 | 234 | 6.09 |
| 2 | 260 | 6.52 |
| 3 | 269 | 6.44 |
| 4 | 248 | 6.48 |
| 5 | 263 | 7.04 |
| 6 | 256 | 6.82 |
| Promedio | | 6.72 |

Nota. Los valores expuestos en la tabla representan los resultados en términos de resistencia a la flexión de bloques adobe que contenían un porcentaje del 3.75% de ceniza de tallo de haba.

La tabla 21 exhibió los resultados del ensayo de resistencia a la flexión en seis muestras del adobe que incorporan un 3.75% de ceniza de tallo de habas. Conforme a los lineamientos de la norma E.080, se determinó el promedio de los cuatro valores más altos para una evaluación global de la resistencia. El promedio obtenido para la resistencia a la compresión fue de 6.72 kgf/cm². Es relevante destacar que este valor supera la cifra alcanzada por el bloque patrón, que fue de 5.37 kgf/cm², evidenciando un impacto positivo en la resistencia a la flexión de los bloques, proporcionando una mayor durabilidad en su capacidad para soportar cargas aplicadas.

Tabla 22

Resistencia a la Flexión con 4.5% de Ceniza

| Muestra | Carga de Rotura (kg) | Mr (kgf/cm²) |
|-----------------|-----------------------------|--------------------------------|
| 1 | 258 | 6.72 |
| 2 | 222 | 5.58 |
| 3 | 226 | 5.42 |
| 4 | 249 | 6.51 |
| 5 | 261 | 6.96 |
| 6 | 233 | 6.22 |
| Promedio | | 6.60 |

Nota. En la tabla se presentan los resultados obtenidos en el ensayo de resistencia a la flexión de bloques que contenían un porcentaje del 4.5% de ceniza de tallo de haba.

La tabla 22 exhibió los resultados del ensayo de resistencia a la flexión en seis muestras del adobe que incorporan un 4.5% de ceniza de tallo de habas. Conforme a los lineamientos de la norma E.080, se determinó el promedio de los cuatro valores más altos para una evaluación global de la resistencia. El promedio obtenido para la resistencia a la compresión fue de 6.60 kgf/cm². Es

importante resaltar que este valor supera el resultado obtenido por el bloque patrón, que fue de 5.37 kgf/cm², lo que subraya el efecto positivo de la incorporación de la ceniza de tallo de habas en la mejora de la resistencia del adobe.

Tabla 23

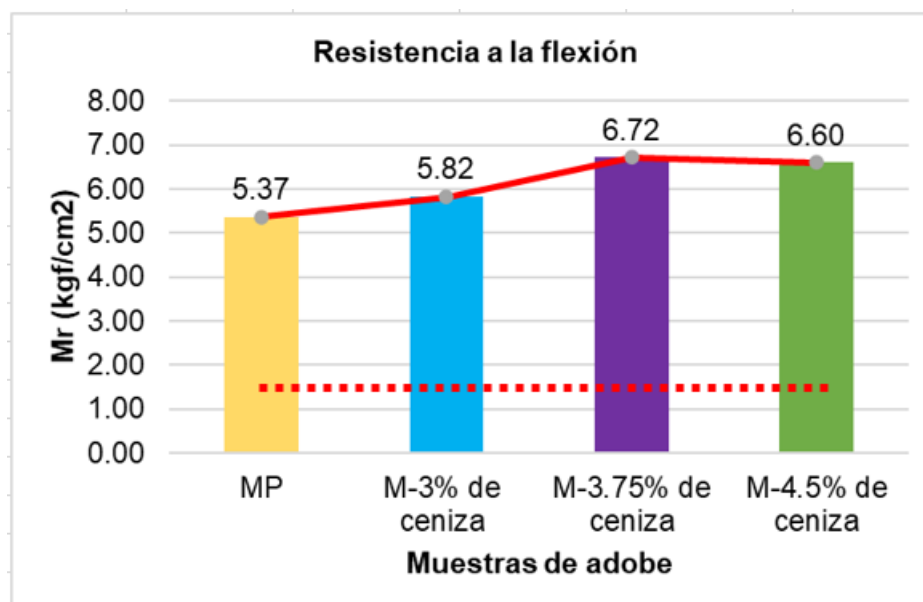
Resumen de Resistencia a la Flexión

| Muestras | Mr (kgf/cm ²) |
|--|---------------------------|
| Muestra patrón | 5.37 |
| Adobe con el 3% de ceniza de tallo de habas | 5.82 |
| Adobe con el 3.75% de ceniza de tallo de habas | 6.72 |
| Adobe con el 4.5% de ceniza de tallo de habas | 6.60 |

Nota. La tabla presenta el promedio de resistencia a la flexión obtenido por cada muestra de adobe, tanto de la muestra patrón como aquellas modificadas con ceniza de tallo de habas.

Figura 27

Resumen de Resistencia a Flexión



Nota. La figura ilustra de forma clara los cambios en la resistencia a la flexión del adobe al incorporar diferentes proporciones de ceniza de tallo de habas.

La Tabla 23 y la Figura 27 revelaron los resultados de la resistencia a la flexión general en diversas muestras de adobe, demostrando claramente cómo los diferentes porcentajes de ceniza de tallo de habas impactan en esta propiedad mecánica. La muestra patrón demostró una resistencia de 5.37 kgf/cm². Al introducir un 3% de ceniza de tallo de habas, se apreció un incremento del 8.38% en la resistencia, alcanzando 5.82 kgf/cm². Al aumentar al 3.75% de ceniza, se experimentó un notable incremento del 25.81%, llegando a 6.72 kgf/cm². Al utilizar un 4.5% de ceniza, se registró un aumento del 23.25% en la resistencia, llegando a 6.60 kgf/cm². Estos resultados resaltan que la inclusión de ceniza de tallo de habas en la mezcla de adobe posee una influencia positiva en la resistencia a la flexión, y los incrementos graduales sugieren una relación proporcional entre la cantidad de ceniza y la mejora en la resistencia a la flexión del adobe, superando de manera notable el mínimo requerido por la norma E080 de 1.42 kgf/cm².

Prueba de la segunda hipótesis específica

La incorporación de ceniza del tallo de habas influye en la resistencia a la flexión de las unidades de adobe.

HO: La incorporación de ceniza del tallo de habas no influye en la resistencia a la flexión de las unidades de adobe.

Tabla 24

Estadístico de prueba sobre segunda hipótesis específica

| Estadísticos de prueba^a | |
|--|-------------------|
| | Flexión |
| U de Mann-Whitney | 3,000 |
| W de Wilcoxon | 24,000 |
| Z | -2,402 |
| Sig. asintótica (bilateral) | ,016 |
| Significación exacta [2*(sig. unilateral)] | ,015 ^b |

Como el P valor es menor que 0.05 entonces se rechaza la hipótesis nula y se concluye que la incorporación de ceniza del tallo de habas influye positivamente en la resistencia a la flexión de las unidades de adobe.

Determinar la influencia de la ceniza del tallo de habas en la absorción de agua de las unidades de adobe. Finalmente, con respecto al tercer objetivo específico que implicó determinar la influencia de la ceniza del tallo de habas en la absorción de agua de las unidades, se presentan los siguientes hallazgos:

Tabla 25

Ensayo de absorción de los bloques patrón

| Muestra | Peso seco (gr) | Peso saturado (gr) | Absorción (%) |
|-----------------|-----------------------|---------------------------|----------------------|
| 1 | 1463.5 | 1815.7 | 24.07 |
| 2 | 1448.8 | 1812.7 | 25.12 |
| 3 | 1452.2 | 1817.7 | 25.17 |
| 4 | 1439.7 | 1798.6 | 24.93 |
| 5 | 1425.4 | 1748.2 | 22.65 |
| 6 | 1436.7 | 1786.8 | 24.37 |
| Promedio | | | 24.38 |

Nota. Resultados obtenidos en el ensayo de absorción de los bloques patrón. Los valores de peso seco representan el peso inicial de los bloques, mientras que Peso saturado es el peso después de sumergidos en agua. La columna final indica la cantidad de agua absorbida por los bloques de adobe en términos de porcentaje.

La tabla 25 presentó los resultados derivados del ensayo de absorción realizado en muestras de adobe patrón. De acuerdo a las directrices establecidas por la NTP. 399.613, el valor máximo permitido para la absorción es de 22%. Sin embargo, el promedio obtenido se sitúa en 24.38. Estos

datos indicaron que las muestras de adobe patrón presentaron un nivel ligeramente superior de absorción de agua en comparación con el límite especificado por la norma.

Tabla 26

Absorción con 3% de Ceniza

| Muestra | Peso seco (gr) | Peso saturado (gr) | Absorción (%) |
|-----------------|-----------------------|---------------------------|----------------------|
| 1 | 1552.4 | 1826.5 | 17.66 |
| 2 | 1548.7 | 1817.8 | 17.38 |
| 3 | 1558.6 | 1828.5 | 17.32 |
| 4 | 1567.2 | 1815.9 | 15.87 |
| 5 | 1568.4 | 1822.7 | 16.21 |
| 6 | 1560.3 | 1832.4 | 17.44 |
| Promedio | | | 16.98 |

Nota. La tabla detalla los resultados obtenidos a partir del ensayo de absorción en los bloques con un 3% de ceniza de tallo de habas.

La tabla 26 expuso los resultados obtenidos a partir del ensayo de absorción realizado en muestras de adobe con una adición de ceniza de tallos de habas en una proporción del 3%. El promedio obtenido se establece en 16.98%, en contraste con el bloque control que registró un valor de 24.38%. Estos datos demuestran que la inclusión de ceniza de tallos de habas en la mezcla de adobe en 3% contribuye a reducir significativamente la absorción de agua en comparación con las muestras de adobe sin el agregado.

Tabla 27

Absorción con 3.75% de Ceniza

| Muestra | Peso seco (gr) | Peso saturado (gr) | Absorción (%) |
|----------------|-----------------------|---------------------------|----------------------|
| 1 | 1598.8 | 1815.8 | 13.57 |
| 2 | 1588.7 | 1816.9 | 14.36 |

| | | | |
|-----------------|--------|--------|-------|
| 3 | 1590.3 | 1819.4 | 14.41 |
| 4 | 1595.6 | 1817.6 | 13.91 |
| 5 | 1601.8 | 1820.1 | 13.63 |
| 6 | 1599.6 | 1819.9 | 13.77 |
| Promedio | | | 13.94 |

Nota. La tabla presenta los resultados derivados del ensayo de absorción en los bloques con un 3.75% de ceniza de tallo de habas.

La tabla 27 expuso los resultados obtenidos a partir del ensayo de absorción realizado en muestras de adobe con una adición de ceniza de tallos de habas en una proporción del 3.75%. El promedio obtenido se estableció en 13.94%, en contraste con el bloque control que registró un valor de 24.38%. Estos datos demostraron que la inclusión de ceniza de tallos de habas en la mezcla de adobe en 3.75% contribuyó a reducir significativamente la absorción de agua en comparación con las muestras de adobe sin el agregado.

Tabla 28

Absorción con 4.5% de Ceniza

| Muestra | Peso seco (gr) | Peso saturado (gr) | Absorción (%) |
|-----------------|-----------------------|---------------------------|----------------------|
| 1 | 1622.8 | 1815.2 | 11.86 |
| 2 | 1625.7 | 1812.7 | 11.50 |
| 3 | 1621.3 | 1811.5 | 11.73 |
| 4 | 1629.8 | 1815.4 | 11.39 |
| 5 | 1620.8 | 1816.9 | 12.10 |
| 6 | 1630.7 | 1817.4 | 11.45 |
| Promedio | | | 11.67 |

Nota. La tabla detalla los resultados obtenidos a partir del ensayo de absorción en los bloques con un 4.5% de ceniza de tallo de habas.

La tabla 28 expuso los resultados obtenidos a partir del ensayo de absorción realizado en muestras de adobe con una adición de ceniza de tallos de habas en una proporción del 4.5%. El promedio obtenido se establece en 11.67%, en contraste con el bloque control que registró un valor de 24.38%. Estos datos demostraron que la inclusión de ceniza de tallos de habas en la mezcla de adobe en 4.55% contribuyó a reducir significativamente la absorción de agua en comparación con las muestras de adobe sin el agregado.

Tabla 29

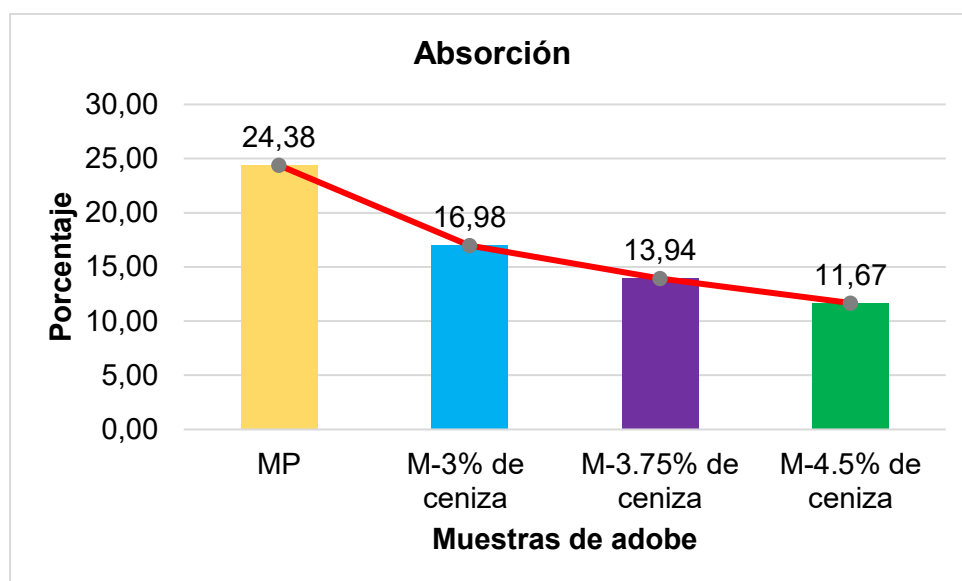
Resumen de Absorción

| Muestras | Absorción (%) |
|--|----------------------|
| Muestra patrón | 24.38 |
| Adobe con el 3% de ceniza de tallo de habas | 16.98 |
| Adobe con el 3.75% de ceniza de tallo de habas | 13.94 |
| Adobe con el 4.5% de ceniza de tallo de habas | 11.67 |

Nota. La tabla presenta el promedio obtenido por cada muestra de adobe en el ensayo de absorción, tanto de la muestra patrón como aquellas modificadas con ceniza de tallo de habas.

Figura 28

Resumen de Porcentaje de Absorción



Nota. La figura proporciona una representación visual clara de la reducción en el porcentaje de absorción del adobe al introducir diversas proporciones de ceniza de tallo de habas.

La Tabla 29 y Figura 28 presentaron los resultados del ensayo de absorción llevado a cabo en muestras de adobe con diversas proporciones de ceniza de tallo de habas. La muestra patrón obtuvo un valor de absorción de 24.38%. Conforme se incrementó el contenido de ceniza de tallo de habas en los bloques, se evidencia una disminución gradual en el porcentaje de absorción puesto que la muestra con un 3% de ceniza registró un porcentaje de absorción de 16.98%. Esta tendencia prosiguió en las muestras posteriores, donde los bloques con un 3.75% y 4.5% de ceniza de tallo de habas presentan porcentajes de absorción de 13.94% y 11.67%, respectivamente. Estos valores más bajos indicaron que la adición de ceniza de tallo de habas ha podido influir positivamente en la reducción de la capacidad de absorción de agua en los bloques de adobe.

Prueba de la tercera hipótesis específica

La incorporación de ceniza del tallo de habas influye en la absorción de agua de las unidades de adobe.

HO: La incorporación de ceniza del tallo de habas no influye en la absorción de agua de las unidades de adobe.

Tabla 30

Estadístico de prueba sobre tercera hipótesis específica

| Estadísticos de prueba^a | |
|--|-------------------|
| | Absorción |
| U de Mann-Whitney | ,000 |
| W de Wilcoxon | 21,000 |
| Z | -2,882 |
| Sig. asintótica (bilateral) | ,004 |
| Significación exacta [2*(sig. unilateral)] | ,002 ^b |

Como el P valor es menor que 0.05 entonces se rechaza la hipótesis nula y se concluye que la incorporación de ceniza del tallo de habas influye positivamente en la absorción de agua de las unidades de adobe, Jauja, Junín, 2023.

Ensayo compresión de pilas

Tabla 31

Control de compresión adobe

| Muestra | Área (cm²) | P (kg) | f'm (kgf/cm²) |
|----------------|------------------------------|---------------|---------------------------------|
| 1 | 375 | 3132.4 | 6.3 |
| 2 | 375 | 3103.8 | 6.2 |
| 3 | 375 | 3115.6 | 6.2 |
| 4 | 375 | 3187.8 | 6.4 |
| 5 | 375 | 3158.9 | 6.3 |

| | | | |
|----------|-----|--------|------|
| 6 | 375 | 3114.3 | 6.2 |
| Promedio | | | 6.30 |

Nota. La tabla muestra los resultados del ensayo de Resistencia a la Compresión en pilas de adobe control, con un promedio de 6.30 kgf/cm².

La Tabla 31 presentó los resultados del ensayo de Resistencia a la Compresión en pilas de adobe sin la adición de ceniza de tallo de habas. Cada muestra se caracterizó por su área de sección transversal en centímetros cuadrados, la carga aplicada en kilogramos y la resistencia a la compresión en kgf/cm². Los valores obtenidos para las seis muestras individuales fueron consistentes, oscilando en torno a 6.6 kgf/cm² y 6.7 kgf/cm² respectivamente. El promedio de resistencia a la compresión para todas las muestras fue de 6.7 kgf/cm², lo que subrayó la capacidad de las pilas de adobe en el control para resistir cargas en condiciones de compresión.

Tabla 32

Resistencia a la compresión con adición de ceniza en 3%

| Muestra | Área(cm ²) | P (kg) | f'm (kgf/cm ²) |
|----------|------------------------|--------|----------------------------|
| 1 | 375 | 3218.3 | 6.4 |
| 2 | 375 | 3245.7 | 6.5 |
| 3 | 375 | 3265.1 | 6.5 |
| 4 | 375 | 3188.6 | 6.4 |
| 5 | 375 | 3198.4 | 6.4 |
| 6 | 375 | 3158.4 | 6.3 |
| Promedio | | | 6.45 |

Nota. La tabla muestra los resultados del ensayo de Resistencia a la Compresión en pilas de adobe con adición de ceniza en 3%, con un promedio de 6.45 kgf/cm².

La Tabla 32 presentó los resultados del ensayo de Resistencia a la Compresión en pilas de adobe con una adición del 3% de ceniza de tallo de habas. Cada muestra estuvo definida por su

área de sección transversal en centímetros cuadrados, la carga aplicada en kilogramos y la resistencia a la compresión en kgf/cm². Los valores obtenidos para las muestras individuales varían en torno a 6.5 kgf/cm² y 6.6 kg/cm² respectivamente. El promedio de resistencia a la compresión para todas las muestras fue de 6.6 kgf/cm², lo que refleja la capacidad de las pilas de adobe con la adición del 3% de ceniza de tallo de habas para soportar cargas en condiciones de compresión.

Tabla 33

Resistencia a la compresión con adición de ceniza en 3.75%

| Muestra | Área(cm ²) | P (kg) | f'm (kgf/cm ²) |
|----------|------------------------|--------|----------------------------|
| 1 | 375 | 3295.6 | 6.6 |
| 2 | 375 | 3307.4 | 6.6 |
| 3 | 375 | 3315.2 | 6.6 |
| 4 | 375 | 3321.5 | 6.6 |
| 5 | 375 | 3345.1 | 6.7 |
| 6 | 375 | 3344.9 | 6.7 |
| Promedio | | | 6.65 |

Nota. La tabla muestra los resultados del ensayo de Resistencia a la Compresión en pilas de adobe con adición de ceniza en 3.75%, con un promedio de 6.65 kgf/cm².

La Tabla 33 presentó los resultados del ensayo de Resistencia a la Compresión en pilas de adobe con una incorporación del 3.75% de ceniza de tallo de habas. Los valores reflejaron la fuerza máxima soportada por las pilas en kilogramos, calculada en función del área de la diagonal. El promedio de resistencia obtenido fue de 6.7 kgf/cm², lo que demuestra que la adición de ceniza de tallo de habas a un 3.75% ha tenido un impacto positivo en la capacidad de las pilas de adobe para resistir cargas de compresión. Este resultado ha sugerido que la ceniza contribuyó a mejorar la resistencia de las pilas, lo que puede tener implicaciones positivas para la construcción con materiales de adobe en términos de seguridad y durabilidad.

Tabla 34*Resistencia a la compresión con adición de ceniza en 4.5%*

| Muestra | Área(cm²) | P (kg) | f'm (kgf/cm²) |
|----------------|-----------------------------|---------------|---------------------------------|
| 1 | 375 | 3285.6 | 6.6 |
| 2 | 375 | 3280.7 | 6.6 |
| 3 | 375 | 3245.1 | 6.5 |
| 4 | 375 | 3277.4 | 6.6 |
| 5 | 375 | 3265.4 | 6.5 |
| 6 | 375 | 3231.3 | 6.5 |
| Promedio | | | 6.58 |

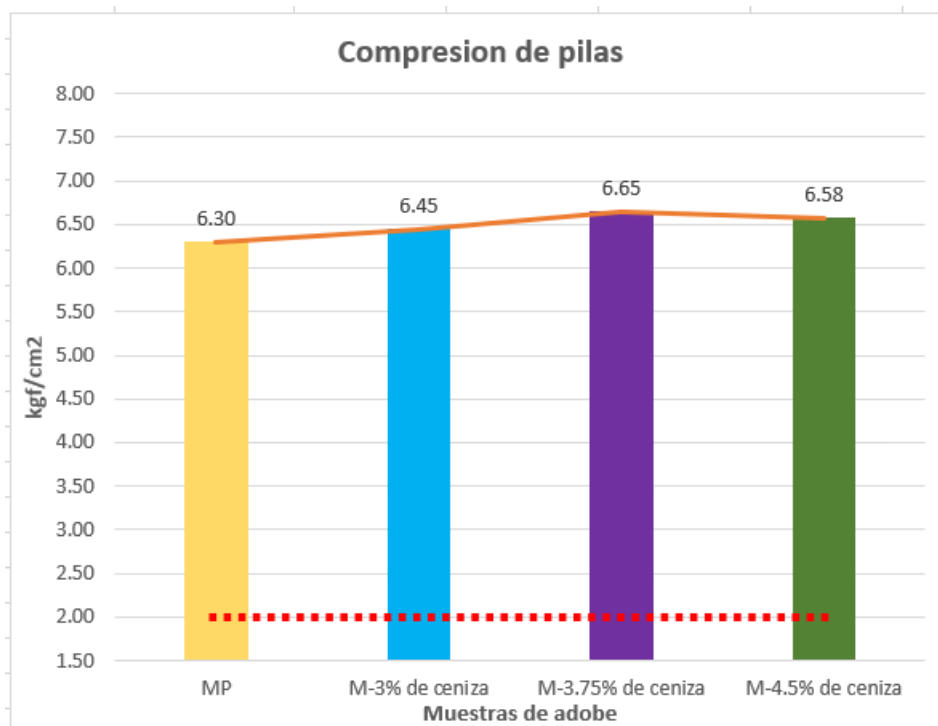
Nota. La tabla muestra los resultados del ensayo de Resistencia a la Compresión en pilas de adobe con adición de ceniza en 4.5%, con un promedio de 6.58 kgf/cm².

La Tabla 34 presentó los resultados del ensayo de Resistencia a la Compresión en pilas de adobe con una adición del 4.5% de ceniza de tallo de habas. Cada muestra se caracterizó por su área de sección transversal en centímetros cuadrados, la carga aplicada en kilogramos y la resistencia a la compresión en kgf/cm². Los valores obtenidos para las muestras individuales oscilan alrededor de 6.5 kgf/cm² y 6.6 kgf/cm² respectivamente. El promedio de resistencia a la compresión para todas las muestras fue de 6.6 kgf/cm², indicando la capacidad de las pilas de adobe con la adición del 4.5% de ceniza de tallo de habas para soportar cargas en condiciones de compresión.

Tabla 35*Resumen de Resistencia de pilas de adobe*

| Muestras | f'm (kgf/cm²) |
|-------------------|---------------------------------|
| MP | 6.30 |
| M-3% de ceniza | 6.45 |
| M-3.75% de ceniza | 6.65 |
| M-4.5% de ceniza | 6.58 |

Nota. La tabla muestra el resumen de resistencia a la Compresión de Pilas de Adobe.

Figura 29.*Compresión de Pilas en Resumen General*

Nota. La figura muestra el resumen de resistencia a la Compresión de Pilas de Adobe y el esfuerzo admisible a compresión mínimo f_m .

La Tabla 35 y Figura 29 ofreció un resumen general de los resultados obtenidos en el ensayo de Resistencia a la Compresión en pilas de adobe con diferentes proporciones de ceniza de tallo de habas. Las muestras se identificaron como “MP” para el adobe control, “M-3% de ceniza” para la adición del 3% de ceniza de tallo de habas, “M-3.75% de ceniza” para la adición del 3.75% de ceniza y “M-4.5% de ceniza” para la adición del 4.5% de ceniza y el esfuerzo admisible a compresión mínimo $f_m=2\text{kgf/cm}^2$. Los valores de resistencia a la compresión (f_m) registrados para cada muestra fueron coherentes, manteniéndose alrededor de 6.30 kgf/cm², 6.45 kgf/cm², 6.65 kgf/cm² y 6.58 kgf/cm² respectivamente. Esto indicó que las pilas de adobe modificadas con

diferentes proporciones de ceniza de tallo de habas presentaron una resistencia a la compresión similar en el rango evaluado .

Ensayo de Compresión Diagonal en Muretes

Tabla 36

Compresión Diagonal de Bloque Control

| Muestra | Fuerza Máxima (Kg) | Área de la Diagonal (mm²) | Esfuerzo vm (kgf/cm²) |
|----------------|-------------------------------|---|---|
| 1 | 389 | 121187.9 | 0.3 |
| 2 | 395 | 121187.9 | 0.3 |
| 3 | 412 | 121187.9 | 0.3 |
| 4 | 477 | 121187.9 | 0.4 |
| 5 | 395 | 121187.9 | 0.3 |
| 6 | 397 | 121283.2 | 0.3 |
| Promedio | | | 0.3 |

Nota. La tabla muestra los resultados del ensayo de Resistencia a la Compresión Diagonal en Muretes Adobe control con un promedio de 0.3 kgf/cm².

La Tabla 36 presentó los resultados del ensayo de Compresión Diagonal en Muretes de adobe control. Los valores registrados mostraron la fuerza máxima aplicada en kilogramos, el área de la diagonal en milímetros cuadrados y el esfuerzo máximo en kgf/cm² experimentado por cada muestra de murete. El promedio de esfuerzo máximo en compresión diagonal para todas las muestras fue de 0.3 kgf/cm². Esto reflejó la capacidad del adobe para resistir cargas diagonales, con una consistencia en la resistencia observada entre las muestras, evidenciada por la uniformidad cercana al valor promedio de 0.3 kgf/cm².

Tabla 37*Compresión Diagonal con 3% de Ceniza*

| Muestra | Fuerza Máxima (Kg) | Área de la Diagonal (mm²) | Esfuerzo Vm (kgf/cm²) |
|----------------|-------------------------------|---|---|
| 1 | 482 | 121187.9 | 0.4 |
| 2 | 445 | 121187.9 | 0.4 |
| 3 | 468 | 121187.9 | 0.4 |
| 4 | 477 | 121187.9 | 0.4 |
| 5 | 495 | 121187.9 | 0.4 |
| 6 | 502 | 121283.2 | 0.4 |
| Promedio | | | 0.4 |

Nota. La tabla muestra los resultados del ensayo de Resistencia a la Compresión Diagonal en Muretes Adobe con adición de ceniza en 3% con un promedio de 0.4 kgf/cm².

La Tabla 37 exhibió los resultados obtenidos en el ensayo de Compresión Diagonal en Muretes de adobe con una adición del 3% de ceniza de tallo de habas. Los datos consignados representaron la fuerza máxima aplicada en kilogramos, el área de la diagonal en milímetros cuadrados y el esfuerzo máximo en kgf/cm² experimentado por cada muestra de murete. El promedio de esfuerzo máximo en compresión diagonal para todas las muestras se situó en 0.4 kgf/cm². Este conjunto de resultados evidenció la influencia de la ceniza de tallo de habas en la mejora de la resistencia a la compresión diagonal de los muretes de adobe, con un nivel uniforme de esfuerzo cercano al valor promedio de 0.4 kgf/cm².

Tabla 38*Compresión Diagonal con 3.75% de Ceniza*

| Muestra | Fuerza Máxima (Kg) | Área de la Diagonal (mm²) | Esfuerzo Vm (kgf/cm²) |
|----------------|-------------------------------|---|---|
| 1 | 675 | 121187.9 | 0.6 |
| 2 | 666 | 121187.9 | 0.5 |
| 3 | 688 | 121187.9 | 0.6 |
| 4 | 671 | 121187.9 | 0.6 |
| 5 | 642 | 121187.9 | 0.5 |
| 6 | 682 | 121283.2 | 0.6 |
| Promedio | | | 0.6 |

Nota. La tabla muestra los resultados del ensayo de Resistencia a la Compresión Diagonal en Muretes Adobe con adición de ceniza en 3.75% con un promedio de 0.6 kgf/cm².

La Tabla 38 presentó los resultados derivados del ensayo de Compresión Diagonal en Muretes de adobe con una adición del 3.75% de ceniza de tallo de habas. Los valores consignados corresponden a la fuerza máxima aplicada en kilogramos, el área de la diagonal en milímetros cuadrados y el esfuerzo máximo en kg/cm² experimentado por cada muestra de murete. El promedio de esfuerzo máximo en compresión diagonal para todas las muestras se estableció en 0.6 kgf/cm². Estos resultados subrayan el notable impacto positivo de la adición de ceniza de tallo de habas al 3.75% en la resistencia a la compresión diagonal de los muretes de adobe, con una consistencia en el esfuerzo cercana al valor promedio de 0.6 kgf/cm².

Tabla 39*Compresión Diagonal con 4.5% de Ceniza*

| Muestra | Fuerza Máxima (Kg) | Área de la Diagonal (mm²) | Esfuerzo vm (kgf/cm²) |
|----------------|-------------------------------|---|---|
| 1 | 605 | 121187.9 | 0.5 |
| 2 | 588 | 121187.9 | 0.5 |
| 3 | 576 | 121187.9 | 0.5 |
| 4 | 600 | 121187.9 | 0.5 |
| 5 | 594 | 121187.9 | 0.5 |
| 6 | 607 | 121283.2 | 0.5 |
| Promedio | | | 0.5 |

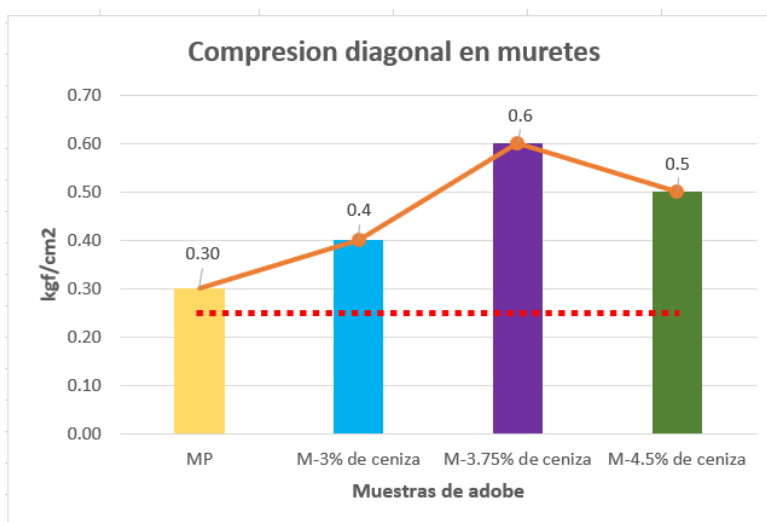
Nota. La tabla muestra los resultados del ensayo de Resistencia a la Compresión Diagonal en Muretes Adobe con adición de ceniza en 4.5% con un promedio de 0.5 kgf/cm².

La Tabla 39 exhibió los resultados obtenidos del ensayo de Compresión Diagonal en Muretes de adobe con una adición del 4.5% de ceniza de tallo de habas. Los valores presentados corresponden a la fuerza máxima aplicada en kilogramos, el área de la diagonal en milímetros cuadrados y el esfuerzo máximo en kg/cm² experimentado por cada muestra de murete. El promedio de esfuerzo máximo en compresión diagonal para todas las muestras se estableció en 0.5 kgf/cm². Estos resultados destacan cómo la incorporación de ceniza de tallo de habas al 4.5% mejora la resistencia a la compresión diagonal de los muretes de adobe, manteniendo un nivel uniforme de esfuerzo cercano al valor promedio de 0.5 kgf/cm².

Tabla 40*Resumen General de Compresión Diagonal*

| Muestras | Compresión Diagonal |
|-------------------|---------------------|
| MP | 0.3 |
| M-3% de ceniza | 0.4 |
| M-3.75% de ceniza | 0.6 |
| M-4.5% de ceniza | 0.5 |

Nota. La tabla muestra el resumen de resistencia a la Compresión Diagonal en Muretes.

Figura 30*Compresión Diagonal en Resumen General*

Nota. La figura muestra el resumen de resistencia a la Compresión Diagonal en Muretes.

La Tabla 40 y Figura 30 condensó los resultados del ensayo de Compresión Diagonal en Muretes de adobe, considerando distintas concentraciones de ceniza de tallo de habas. Los valores registrados para el esfuerzo máximo en compresión diagonal fueron los siguientes: 0.3 kgf/cm² para la muestra patrón, 0.4 kgf/cm² para la muestra con un 3% de ceniza, 0.6 kgf/cm² para el 3.75% de ceniza y 0.5 kgf/cm² para el 4.5% de ceniza y la resistencia al corte mínimo de $V_m=0.25$ kgf/cm². Estos resultados ilustraron un aumento gradual en la resistencia a la compresión diagonal

a medida que se incrementó la proporción de ceniza, lo que resalta el efecto positivo de la adición de ceniza de tallo de habas en esta propiedad crucial de los muretes de adobe.

7.3 **Discusión**

Según los hallazgos en relación a la primera hipótesis acerca de la incorporación de ceniza del tallo de habas influye en la resistencia a la compresión de las unidades de adobe, Jauja, Junín, 2023, se pudo observar que el bloque patrón registró una resistencia de 10.37 kg/cm^2 , en tanto que los bloques que incorporan ceniza lograron valores ligeramente superiores, en el caso del 3% de ceniza se obtuvo 10.42 kg/cm^2 , con 3.75% se obtuvo 10.58 kg/cm^2 y con 4.5% de adición se obtuvo 10.35 kg/cm^2 . Estos resultados indicaron que la adición de ceniza de tallo de habas no solo cumplió con la norma, sino que también mejoró la resistencia en comparación con la muestra patrón, destacando especialmente en la muestra con 3.75% de adición que logra un incremento de 2%. Estos hallazgos coinciden con el estudio de Chavez (2021), quien también incorpora un aditivo natural como la ceniza de tallo de cebada, siendo el 6% de incorporación su óptimo contenido de ceniza, pues consigue 22.17 kg/cm^2 en la resistencia a compresión del adobe frente a un 21.17 kg/cm^2 del bloque control, lo cual representa un 4.72% de incremento. Ambos estudios, realizados en diferentes contextos, muestran que la adición de materiales naturales como la ceniza de tallo de habas puede mejorar significativamente las propiedades mecánicas del adobe. Estos resultados respaldan la viabilidad de utilizar aditivos naturales en la construcción sostenible y promueven la investigación continua en este campo para seguir mejorando las propiedades del adobe.

Por otra parte, los resultados obtenidos con respecto a la segunda hipótesis sobre, la incorporación de ceniza del tallo de habas influye en la resistencia a la flexión de las unidades de adobe, Jauja, Junín, 2023, permitieron observar que la muestra patrón demostró una resistencia de 5.37 kg/cm^2 , en tanto que, al introducir un 3% de ceniza de tallo de habas, se apreció un incremento

del 8.38% en la resistencia, alcanzando 5.82 kg/cm², asimismo al 3.75% de ceniza se obtuvo un incremento del 25.81%, llegando a 6.72 kg/cm² y al utilizar un 4.5% de ceniza, se registró un aumento del 23.25%, llegando a 6.60kg/cm². Estos resultados resaltan que la inclusión de ceniza de tallo de habas en la mezcla de adobe posee una influencia favorable en la resistencia a la flexión, y los incrementos graduales sugieren una relación proporcional entre la cantidad de ceniza y la mejora en la resistencia a la flexión del adobe, superando de manera notable al bloque patrón hasta en 25.75% con la dosificación de 3.75% de ceniza. Lo cual coincide con la investigación de Canaza (2021), quien incorpora ceniza de tallo de quinua, el bloque de adobe patrón alcanzó un 10.35 kg/cm² y al incorporar 5% alcanza un 12.97 kg/cm² lo cual representó una mejora del 25.31%. Ambos estudios, demuestran que la adición de ceniza en el adobe resulta en un aumento significativo en su resistencia a la flexión. Respaldando la idea de que la ceniza de tallo de habas puede ser un material prometedor para mejorar las propiedades mecánicas del adobe.

Del mismo modo, con respecto a la tercera hipótesis sobre, la incorporación de ceniza del tallo de habas influye en la absorción de agua de las unidades de adobe, Jauja, Junín, 2023, se apreció que la muestra patrón obtuvo un valor de absorción de 24.38%, en tanto que la incorporación de ceniza de tallo de al 3% de registró un porcentaje de absorción de 16.98%, observándose una favorable reducción. Esta tendencia prosigue en las muestras posteriores, donde los bloques con un 3.75% y 4.5% de ceniza de tallo de habas presentan porcentajes de absorción de 13.94% y 11.67%, respectivamente. Estos resultados indican claramente que la inclusión de ceniza de tallo de habas en los bloques de adobe conduce a una disminución gradual en la capacidad de absorción de agua. Por su parte el estudio de Ruiz (2019), incorpora con residuos de agave, alcanzando una absorción de 13.25% con la dosificación de 18% frente a un 12.91% del bloque patrón, lo cual evidenció un ligero incremento. Ambos estudios evidencian que la adición de residuos naturales en los bloques de adobe tiene un efecto significativo en su capacidad de

absorción de agua, destacando que la absorción varía dependiendo del tipo y porcentaje de residuos utilizados. Mientras que la ceniza de tallo de habas consigue una reducción positiva, la adición de residuos de agave incrementa la absorción; ello sugiere que la selección cuidadosa de los materiales a utilizar es crucial para lograr los resultados deseados en términos de propiedades físicas del adobe.

7.4 Conclusiones

Con respecto al objetivo general se concluyó, en términos de resistencia a la compresión, que la incorporación de ceniza mejora la resistencia, siendo especialmente notable un aumento del 2% con un 3.75% de ceniza. En cuanto a la resistencia a la flexión, se registran mejoras significativas, superando en un 25.81% al bloque patrón con un 3.75% de ceniza. En relación a la absorción de agua, la ceniza de tallo de habas reduce gradual y significativamente la capacidad de absorción logrando una reducción de 42.9% y 52.2% con las incorporaciones de 3.75% y 4.5% correspondientemente, lo que respalda su utilidad en la mejora de las propiedades físico-mecánicas del adobe.

En relación al primer objetivo específico, se concluyó que los bloques de adobe que incorporaron ceniza superan en resistencia al bloque patrón, con valores de 10.42 kg/cm² para un 3% de ceniza, 10.58 kg/cm² para un 3.75% de ceniza y 10.35 kg/cm² con un 4.5% de adición. Esto indica que la adición de ceniza de tallo de habas influye positivamente en el bloque patrón, mejora la resistencia, destacando especialmente la muestra con un 3.75% de adición que logra un aumento del 2%, respaldando la viabilidad de emplear estos materiales en la construcción sostenible, promoviendo así futuras investigaciones para seguir optimizando las propiedades del adobe.

Con respecto al segundo objetivo específico, se concluyó que la muestra patrón exhibió una resistencia a la flexión de 5.98 kg/cm², mientras que la incorporación de ceniza de tallo de habas mostró mejoras significativas. Con un 3% de ceniza, se logró un aumento del 5.18%, y con un 3.75% de ceniza, se obtuvo un incremento del 25.75%. Asimismo, al utilizar un 4.5% de ceniza, se registró un aumento del 19.40%. Estos resultados permitieron identificar la influencia positiva de la ceniza de tallo de habas en la resistencia a la flexión del adobe, con incrementos graduales que sugieren una relación proporcional entre la cantidad de ceniza y la mejora en la resistencia,

superando de manera notable al bloque patrón hasta en un 25.75% con la dosificación de 3.75% de ceniza.

También, en cuanto al tercer objetivo específico se concluyó que la incorporación de ceniza de tallo de habas en los bloques de adobe tiene una influencia positiva al reducir gradualmente su capacidad de absorción de agua. La muestra patrón presentó un valor de absorción de 24.38%, mientras que la inclusión de un 3% de ceniza de tallo de habas redujo este valor a 16.98%, con 3.75% de ceniza se redujo a 13.94% y el bloque con 4.5% de ceniza obtuvo 11.67%, por lo que queda claro que la adición de ceniza de tallo de habas en los bloques de adobe resulta en una reducción gradual y significativa en la capacidad de absorción de agua, lo que sugiere su utilidad en la mejora de las propiedades físicas de estos materiales de construcción.

Finalmente, con respecto al cuarto objetivo acerca de identificar el porcentaje óptimo de la incorporación de la ceniza del tallo de habas de las unidades de adobe según los resultados los bloques de 3.75% fue el porcentaje óptimo de adición de ceniza de tallo de habas, la resistencia a la compresión se obtuvo 10.58 kg/cm², la resistencia a la flexión la muestra patrón tuvo 5.98 kg/cm², con la adición se obtuvo un incremento del 25.75% y en la absorción de agua redujo un 13.94%.

7.5 Recomendaciones

Se recomienda promover el uso de un 3.75% de ceniza de tallo de habas en la producción de bloques de adobe como una norma dentro de la industria de la construcción sostenible. Asimismo, se recomienda la realización de estudios a largo plazo para evaluar la durabilidad y el comportamiento a largo plazo de los bloques de adobe con esta dosificación de ceniza.

Considerar la incorporación de un 3.75% de ceniza de tallo de habas en los estándares de fabricación de adobes, especialmente en regiones donde las condiciones climáticas o las cargas estructurales exijan una mayor flexibilidad y resistencia. Se sugiere también la creación de guías de construcción que integren esta nueva proporción.

Implementar el uso de ceniza de tallo de habas en la fabricación de adobes en áreas propensas a la humedad o donde se busca mejorar la impermeabilización del material. Se debe promover la educación de constructores y diseñadores sobre los beneficios de esta adición para optimizar la vida útil de las construcciones de adobe.

Establecer el 3.75% de ceniza de tallo de habas como el estándar óptimo para la producción de bloques de adobe, y alentar a los fabricantes a adaptar sus procesos de mezclado para incluir este porcentaje. Además, se recomienda el desarrollo de políticas que fomenten la investigación y adopción de materiales de construcción mejorados con aditivos naturales y sostenibles.

APÉNDICES Y ANEXOS

i. Fuentes de información

- Agüero, J., Cerón, J., Gonzáles, J., Méndez, M. (2015). Análisis estructural de dos muros de adobe con diferente sistema de aparejo. *Tierra, sociedad, comunidad: 15° SIACOT*, 1-11.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6085978>
- Álvarez, D., Salazar, C., Sañudo, B., y Betancourth, C. (2021). Evaluación fenotípica de semillas de haba (*Vicia faba L.*) colectadas en Nariño-Colombia. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 24(2), 1-9.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262021000200010
- Arteaga, F., y Wong, L. (2020). *Propiedades físicas y mecánicas del adobe con adición de fibra de bambú en el centro poblado Cambio Puente de la ciudad de Chimbote, Santa – Ancash-2020* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo].
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/53794>
- Arteaga, T., Medina, H., y Gutiérrez, O. (2011). Bloque de tierra comprimida como material constructo. *Facultad de Ingeniería*, 20(31), 55-68.
<https://www.redalyc.org/pdf/4139/413940770005.pdf>
- Bailón, E., Espinosa, R., y Acevedo, J. (2019). Bloque de suelo estabilizado en pequeño formato y tecnología de colocación en obra en vivienda de interés social. *Ingeniería y desarrollo*, 37(1), 105-127. <https://doi.org/10.14482/inde.37.1.624>
- Brito, J., Santamaría, N., Macas, C., y Tasán, D. (2021). Elaboración de adobe sostenible. *DAYA. Diseño, Arte y Arquitectura*, (11), 59-79.
<https://revistas.uazuay.edu.ec/index.php/daya/article/view/459>
- Camarena, F., Huaranga, A., y Osorio, U. (2014). *Innovación fitotécnica del haba (Vicia faba L.), arveja (Pisum sativum L.) y lenteja (Lens culinaris Medik.)*. Fondo Editorial – UNALM.

<https://www.fondoeditorialunalm.com/wp-content/uploads/2020/09/Habas-Arveja-y-Lenteja.pdf>

Canaza, J. (2021). *Evaluación de las Propiedades Mecánicas del Adobe Convencional Incorporando Ceniza de Tallo de Quinua, Arapa – Azángaro – Puno, 2021* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo].

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/107020>

Catalán, P., Moreno, J., Galván, A., y Arroyo, R. (2019). Obtención de las propiedades mecánicas de la mampostería de adobe mediante ensayos de laboratorio. *Acta Universitaria*, 29, 1-13.

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-62662019000100118

Chavez, S. (2021). *Propiedades Físicas y Mecánicas de Unidades de Adobe Modificados con Incorporación de Cenizas de Tallo de Cebada, Cusco – 2021* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo].

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/102647>

Colbert, D., Ahmat, R., & Bernard, N. (2021). Effect of neem (*Azadirachta Indica*) fibers on mechanical, thermal and durability properties of adobe bricks. *Energy Reports*, 7(5), 686-698.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352484721005503>

Costi de Castrillo, M., Loannou, L., & Philokyrou, M. (2021). Reproduction of traditional adobes using varying percentage contents of straw and sawdust. *Construction and Building Materials*,

294.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061821012769>

Dominguez, D., & Moya, J. (2022). Structural and mechanical performance of Adobe with the addition of high-density polyethylene fibres for the construction of low-rise buildings.

Engineering Failure Analysis, 139, 106461.

<https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2022.106461>

- Dormohamadi, M., & Rahimnia, R. (2020). Combined effect of compaction and clay content on the mechanical properties of adobe brick. *Case Studies in Construction Materials*, 13, 1-15. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509520300747>
- García-León, R., Flórez-Solano, E., y Medina-Cárdenas, Y. (2018). Caracterización física de las arcillas utilizadas en la fabricación de productos de mampostería para la construcción en Ocaña Norte de Santander (Colombia). *Revista espacios*, 39(53), 1-16. <https://www.revistaespacios.com/cited2017/cited2017-06.pdf>
- Ginocchio, C., Quiun, D., y Cadillo, H. (2012). *Inspección de estructuras de adobe construidas en programas de vivienda desarrollados hace más de veinticinco años en el norte de Perú*. XI Conferencia Internacional sobre el Estudio y la Conservación del Patrimonio Arquitectónico de Tierra, Lima, Perú. https://www.researchgate.net/publication/304579274_INSPECCION_DE_ESTRUCTURAS_DE_ADOBE_CONSTRUIDAS_EN_PROGRAMAS_DE_VIVIENDA_DESARROLLADOS_HACE_MAS_DE_VEINTICINCO_ANOS_EN_EL_NORTE_DE_PERU
- Goncalves, C., Freitas, A., y Paula, H. (2021). Caracterización y viabilidad del uso de cenizas de biomasa vegetal en mortero. *Revista ALCONPAT*, 11(2), 1-16. <https://revistaalconpat.org/index.php/RA/article/view/484>
- Guerrero, L. (2014). Potencial ecológico de la edificación con adobe. *Revista Gremium*, 1(1), 23-35. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5217043>
- Horque, R. (2004). *Cultivo del haba*. Instituto nacional de investigación agraria - INIA. <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/740>

- Idrogo S. (2018). *Propiedades mecánicas del adobe coMPactado tradicional y el adobe coMPactado con ceniza de biomasa arbórea* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14096?locale-attribute=en>
- Jerónimo-Vargas, C., Rosales-Chávez, D., Valadéz-Castañeda, A., y Allende, D. (2022). Propuestas de adobe para viviendas vulnerables en el estado de Guerrero. *Pädi Boletín Científico De Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, 10(19), 120-131. <https://doi.org/10.29057/icbi.v10i19.8247>
- Laborel-Préneron, A., Giroudon, M., Aubert, J., Aubert, J., & Faria, P. (2019). Experimental assessment of bio-based earth bricks durability. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 660(1), 1-9. <https://www.proquest.com/docview/2561394323/581C23BB75EE4231PQ/7>
- López, X., y Torbisco, D. (2019). *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 pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/654799>
- Medina, B. (2019). *Propiedades físico mecánicas del adobe coMPactado con la adición de agujas de pino en diferentes porcentajes* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/23569>
- Mendoza, E. (2020). *Análisis coMParativo de las propiedades mecánicas del adobe reforzado con fibra de caña y el adobe convencional, Carabayllo-2019* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/61735>

- Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2017). Norma E.080 Diseño y construcción con tierra reforzada. https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/E_080.pdf
- Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2019). Norma E.070 albañilería. <https://www.cip.org.pe/publicaciones/2021/enero/portal/e.070-alba-ileria-sencico.pdf>
- Montenegro, M. (2019). *Caracterización del adobe reforzado con fibras naturales y artificiales para la recuperación de construcciones tradicionales en la Comuna de Zuleta* [Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/17674>
- Moreno, L., y García, J. (2019). Estabilización de adobes con fibras de bambú. Caso de estudio: proyecto de construcción de viviendas de interés social en el barrio “El pantanal”, Granada, Nicaragua. *Revista de Arquitectura+*, 4(8), 2-18. <https://www.lamjol.info/index.php/arquitectura/article/view/8981>
- Moujoud, Z., Sair, S., Ousaleh, H. A., Ayouch, I., Bouari, A., & Tanane, O. (2023). Geopolymer Composites Reinforced with Natural Fibers: A review of recent advances in processing and properties. *Construction and Building Materials*, 388, 131666. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.131666>
- Muñoz, P., Letelier, V., Muñoz, L., & Zamora, D. (2021). Assessment of technological performance of extruded earth block by adding bottom biomass ashes. *Journal of Building Engineering*, 39, 102278. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.102278>
- Nadia, B., Fatma, K., & Chelouah, N. (2023). Mechanical, thermal and durability investigation of compressed earth bricks stabilized with wood biomass ash. *Construction and Building Materials*, 364, 129874. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.129874>

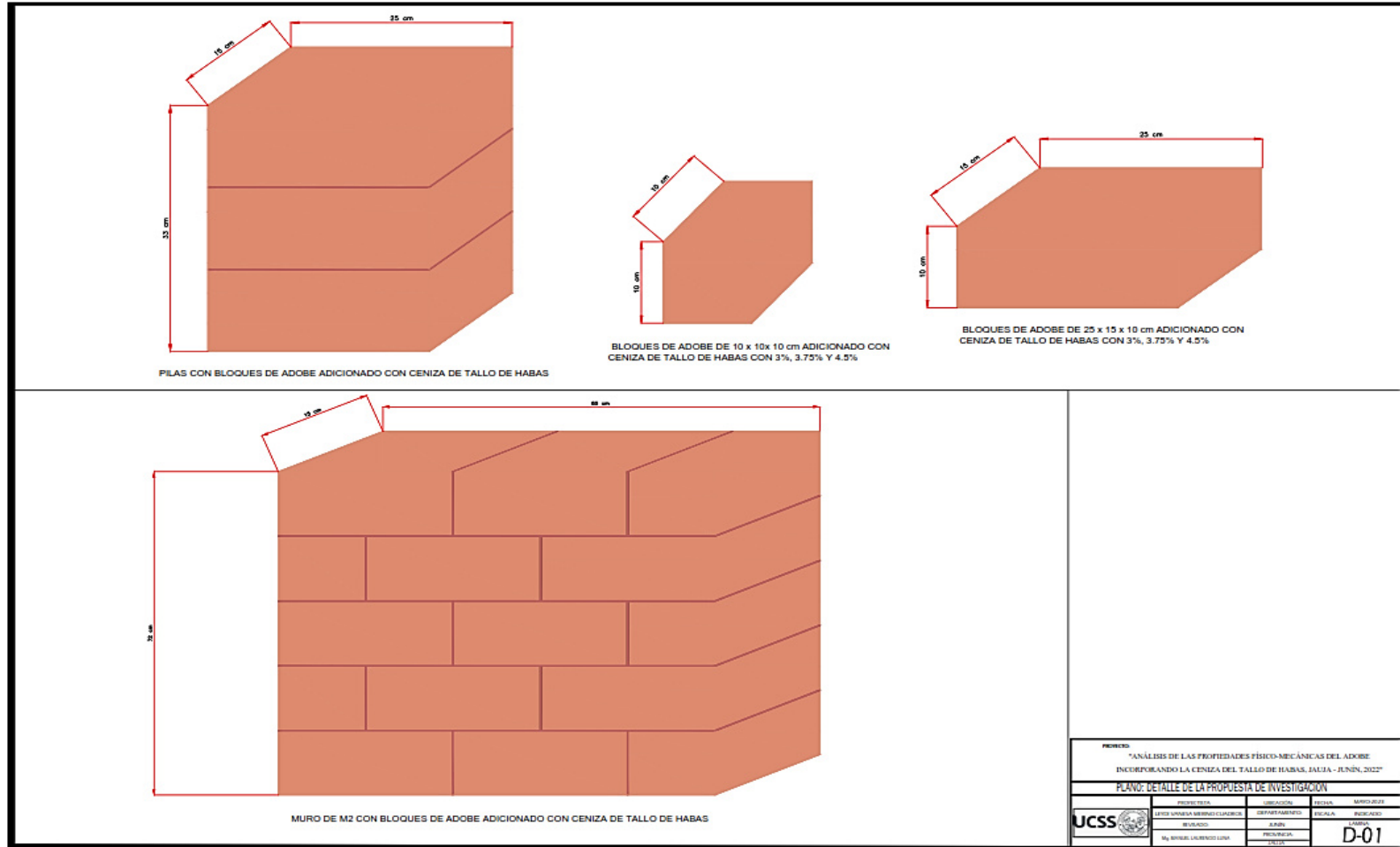
- Ouédraogo, M., Dao, K., Millogo, Y., Aubert, J., Messan, A., Seynou, M., Zerbo, L., & Gomina, M. (2019). Physical, thermal and mechanical properties of adobes stabilized with Fonio (*Digitaria exilis*) straw. *Journal of Building Engineering*, 23, 250-258. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2019.02.005>
- Rivera-Salcedo, H., Valderrama-Gutiérrez, O., Daza-Barrera, A., y Plazas-Jaimes, G. (2021). Adobe como saber ancestral usado en construcciones autóctonas de Pore y Nunchía, Casanare (Colombia). *Revista de Arquitectura*, 23(1), 74-85. <https://www.redalyc.org/journal/1251/125168263007/html/>
- Rivera, J., Coelho, J., Silva, R. A. M., Miranda, T., Castro, F., & Cristelo, N. (2021). Compressed earth blocks stabilized with glass waste and fly ash activated with a recycled alkaline cleaning solution. *Journal of Cleaner Production*, 284, 124783. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124783>
- Rocca, F. (2020). *Evaluación de las propiedades del adobe adicionando ceniza de cáscara de arroz y bagazo de caña de azúcar como estabilizantes, Ferreñafe 2020* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/57669>
- Romero, I. (2020). *Efecto de la aplicación de goma de tuna y viruta, en las propiedades mecánicas del adobe, para viviendas unifamiliares en el Centro Histórico de Cusco, 2019* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/49886>
- Ruiz, M. (2019). *Conformación de bloques de adobe con residuos de agave “Angustifolia Haw”*. *Estrategia para el desarrollo local sustentable en Santa María La Asunción, ZuMPahuacán, Estado de México* [Tesis de posgrado, Universidad Autónoma del Estado de México]. <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/105029>

- San Bartolomé, A. (1994). *Construcciones de albañilería: Comportamiento Sísmico y Diseño Estructural*. Fondo Editorial PUCP.
<https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/72>
- Sánchez, H., Reyes, C., y Mejía, K. (2018). *Manual de términos en investigación científica, tecnología y humanística*. Perú: Universidad Ricardo Palma.
<https://www.urp.edu.pe/pdf/id/13350/n/libro-manual-de-terminos-en-investigacion.pdf>
- Sánchez, M., Fernández, M., y Díaz, J. (2021). Técnicas e instrumentos de recolección de información: análisis y procesamiento realizado por el investigador cualitativo. *Revista Científica UISRAEL*, 8(3), 113-128.
<https://revista.uisrael.edu.ec/index.php/rcui/article/view/400>
- Ttito, G., Y Ttito, Y. (2021). *Estudio del comportamiento físico mecánico del adobe incorporando tallo de cebada y cáscara de habas, distrito de Sicuani – 2021* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/58605>
- Turco, C., Paula, A., Teixeira, E., & Mateus, R. (2021). Optimisation of Compressed Earth Blocks (CEBs) using Natural Origin materials: A Systematic literature review. *Construction and Building Materials*, 309, 125140. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.125140>
- Ureña, M., Llumitasig, S., Siza, A., & Coello, D. (2019). Study of compressive strength in artisanal adobe stabilized with cow manure, nopal sap, straw and bull blood. *Revista técnica de la facultad de ingeniería*, 42(3), 112-117.
<https://www.redalyc.org/journal/6057/605766524002/>
- Vilcas, C. (2020). *Determinación de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de tierra comprimida con adición de mucílago de nopal en la ciudad de Huancayo, año 2019* [Tesis de pregrado, Universidad Continental].
<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/8433>

Zeas, V., y Benalcázar, M. (2021). *Mejoramiento de bloques de adobe con fibras de cabuya y aceite de linaza* [Tesis de pregrado, Universidad e Cuenca].
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/37366>

ii. Anexos

PLANO DE DETALLES TIPICOS DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACION



Certificado de calibración LM22-C-888 balanza clase I 200g

| | | |
|---|--|---|
|  <p>SMC SPECIALIZED METROLOGY CENTER S.A.C.</p> | <p>LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 035</p> |  <p>INACAL DA - Perú Laboratorio de Calibración Acreditado</p> <p>Registro N°LC - 035</p> |
|---|--|---|

Certificado de Calibración

LM22-C-888

Número de OI: 519-2022

CLIENTE

Razón Social : JJ GEOTECNIA S.A.C.
Dirección : CALLE 21 LOS ROSALES DE PRO MZ B LOTE 57 (LIMA - LIMA - LOS OLIVOS)

FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Fecha de Calibración : 2022-10-01
Lugar de Calibración : En las Instalaciones del Cliente
Fecha de Emisión : 2022-10-04

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO (ELECTRÓNICA)

| | | | |
|--------|-------------|----------------|--------------------------------|
| Marca | : NO INDICA | Identificación | : NO INDICA |
| Modelo | : FA2004 | Procedencia | : NO INDICA |
| Serie | : 345027 | Ubicación | : LABORATORIO AREA DE QUIMICOS |

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL OBJETO CALIBRADO

| | | | |
|---------------------------|---------------|--------------------------|------------|
| Capacidad de Indicación | : 200 g | Capacidad Mínima(Min) | : 0,0100 g |
| Resolución (d) | : 0,0001 g | Número de Divisiones (n) | : 200000 |
| Div. de Verificación (e): | : 0,001 g (*) | Clase de Exactitud | : I |

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; siguiendo el procedimiento PC-011 - 4ª Ed. : 2010 - Indecopi "Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II"; este procedimiento cumple con los ensayos realizados a las balanzas de funcionamiento no automático de acuerdo a la NMP 003.2009.

| | | |
|---|---|---|
| Sello | Métrologo | Director Técnico |
|  |  |  |
| | Armando Marin Bernis | Wilfredo Reyes Yzaguirre |

El presente Certificado de Calibración evidencia la trazabilidad a los patrones Nacionales o Internacionales, es coherente con las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

PO-03-F-02/Ed. 03 Página 1 de 4

Certificado de Calibración

LM22-C-888

Número de OT: 519-2022

PATRONES UTILIZADOS

| Patrón / Valor / Clase | Identificación y/o Serie | N° de Certificado | Trazabilidad |
|-----------------------------------|--------------------------|-------------------|--------------|
| Juego de Pesas / 1 mg a 1 kg / E2 | LM-M-147 | LM-C-278-2021 | DM - INACAL |

RESULTADOS**INSPECCIÓN VISUAL**

| | | |
|---------------------|---|----------|
| - Ajuste de cero: | : | Tiene |
| - Oscilación libre: | : | Tiene |
| - Plataforma: | : | Tiene |
| - Escala: | : | No tiene |
| - Display: | : | Tiene |
| - Nivelación: | : | Tiene |
| - Sistema de traba: | : | No tiene |
| - Cursor: | : | No tiene |

| Condiciones Ambientales | Inicial | Final |
|-------------------------|---------|---------|
| Temperatura | 20,1 °C | 20,1 °C |
| Humedad Relativa | 77 % | 77 % |

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

| Carga L1= (aproximadamente 50% Máx) | | | 100,00003 g | | |
|--|----|--------|-------------|----|--------|
| I | ΔL | E | I | ΔL | E |
| g | g | g | g | g | g |
| 100,0004 | -- | 0,0004 | 100,0004 | -- | 0,0004 |
| 100,0004 | -- | 0,0004 | 100,0004 | -- | 0,0004 |
| 100,0004 | -- | 0,0004 | 100,0004 | -- | 0,0004 |
| 100,0004 | -- | 0,0004 | 100,0004 | -- | 0,0004 |
| 100,0004 | -- | 0,0004 | 100,0004 | -- | 0,0004 |
| 100,0004 | -- | 0,0004 | 100,0004 | -- | 0,0004 |
| 100,0004 | -- | 0,0004 | 100,0004 | -- | 0,0004 |
| 100,0004 | -- | 0,0004 | 100,0004 | -- | 0,0004 |
| 100,0004 | -- | 0,0004 | 100,0004 | -- | 0,0004 |
| 100,0004 | -- | 0,0004 | 100,0004 | -- | 0,0004 |
| 100,0004 | -- | 0,0004 | 100,0004 | -- | 0,0004 |
| 100,0004 | -- | 0,0004 | 100,0004 | -- | 0,0004 |
| 100,0004 | -- | 0,0004 | 100,0004 | -- | 0,0004 |
| 100,0004 | -- | 0,0004 | 100,0004 | -- | 0,0004 |
| 100,0004 | -- | 0,0004 | 100,0004 | -- | 0,0004 |
| 100,0004 | -- | 0,0004 | 100,0004 | -- | 0,0004 |
| 100,0004 | -- | 0,0004 | 100,0004 | -- | 0,0004 |
| 100,0004 | -- | 0,0004 | 100,0004 | -- | 0,0004 |
| 100,0004 | -- | 0,0004 | 100,0004 | -- | 0,0004 |
| ΔE = E _{Max} - E _{Min} | | | 0,0000 g | | |
| E.M.P | | | 0,002 g | | |

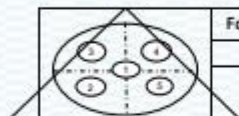
| Carga L2= (aproximadamente 100% Máx) | | | 200,00008 g | | |
|--|----|---------|-------------|----|---------|
| I | ΔL | E | I | ΔL | E |
| g | g | g | g | g | g |
| 200,0001 | -- | 0,0000 | 200,0001 | -- | 0,0000 |
| 200,0001 | -- | 0,0000 | 200,0001 | -- | 0,0000 |
| 200,0000 | -- | -0,0001 | 200,0000 | -- | -0,0001 |
| 200,0000 | -- | -0,0001 | 200,0000 | -- | -0,0001 |
| 200,0000 | -- | -0,0001 | 200,0000 | -- | -0,0001 |
| 200,0001 | -- | 0,0000 | 200,0001 | -- | 0,0000 |
| 200,0001 | -- | 0,0000 | 200,0001 | -- | 0,0000 |
| 200,0001 | -- | 0,0000 | 200,0001 | -- | 0,0000 |
| 200,0000 | -- | -0,0001 | 200,0000 | -- | -0,0001 |
| 200,0000 | -- | -0,0001 | 200,0000 | -- | -0,0001 |
| 200,0000 | -- | -0,0001 | 200,0000 | -- | -0,0001 |
| 200,0001 | -- | 0,0000 | 200,0001 | -- | 0,0000 |
| 200,0001 | -- | 0,0000 | 200,0001 | -- | 0,0000 |
| 200,0001 | -- | 0,0000 | 200,0001 | -- | 0,0000 |
| 200,0000 | -- | -0,0001 | 200,0000 | -- | -0,0001 |
| 200,0000 | -- | -0,0001 | 200,0000 | -- | -0,0001 |
| 200,0000 | -- | -0,0001 | 200,0000 | -- | -0,0001 |
| 200,0000 | -- | -0,0001 | 200,0000 | -- | -0,0001 |
| 200,0000 | -- | -0,0001 | 200,0000 | -- | -0,0001 |
| 200,0000 | -- | -0,0001 | 200,0000 | -- | -0,0001 |
| 200,0000 | -- | -0,0001 | 200,0000 | -- | -0,0001 |
| 200,0000 | -- | -0,0001 | 200,0000 | -- | -0,0001 |
| 200,0000 | -- | -0,0001 | 200,0000 | -- | -0,0001 |
| 200,0000 | -- | -0,0001 | 200,0000 | -- | -0,0001 |
| 200,0000 | -- | -0,0001 | 200,0000 | -- | -0,0001 |
| 200,0000 | -- | -0,0001 | 200,0000 | -- | -0,0001 |
| ΔE = E _{Max} - E _{Min} | | | 0,0001 g | | |
| E.M.P | | | 0,003 g | | |

Certificado de Calibración

LM22-C-888

Número de OE: 519-2022

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



| Forma del Platillo |
|--------------------|
| CIRCULAR |

| Condiciones Ambientales | Inicial | Final |
|-------------------------|---------|---------|
| Temperatura | 20,1 °C | 20,1 °C |
| Humedad Relativa | 77 % | 77 % |

| Posición | Carga Mínima g | I g | ΔL g | E g |
|----------|-------------------|--------|---------|--------|
| 1 | 0,00200 | 0,0022 | -- | 0,000 |
| 2 | | 0,0025 | -- | 0,000 |
| 3 | | 0,0021 | -- | 0,000 |
| 4 | | 0,0018 | -- | 0,000 |
| 5 | | 0,0021 | -- | 0,000 |

| Carga (L) g | I g | ΔL g | E g | Ec g | EMP |
|----------------|---------|---------|--------|---------|---------|
| 70,00005 | 70,0011 | -- | 0,001 | 0,001 | 0,002 g |
| | 70,0007 | -- | 0,001 | 0,000 | 0,002 g |
| | 70,0007 | -- | 0,001 | 0,001 | 0,002 g |
| | 70,0007 | -- | 0,001 | 0,001 | 0,002 g |
| | 70,0004 | -- | 0,000 | 0,000 | 0,002 g |

ENSAYO DE PESAJE

| Condiciones Ambientales | Inicial | Final |
|-------------------------|---------|---------|
| Temperatura | 20,1 °C | 20,0 °C |
| Humedad Relativa | 77 % | 79 % |



| Carga L g | Carga Creciente | | | |
|--------------|-----------------|---------|---------|---------|
| | I g | ΔL g | E g | Ec g |
| 0,0020 | 0,0020 | -- | 0,0000 | |
| 0,0100 | 0,0100 | -- | 0,0000 | 0,0000 |
| 10,0000 | 10,0000 | -- | 0,0000 | 0,0000 |
| 20,0000 | 20,0001 | -- | 0,0001 | 0,0001 |
| 40,0001 | 40,0003 | -- | 0,0003 | 0,0003 |
| 50,0000 | 50,0001 | -- | 0,0001 | 0,0001 |
| 80,0001 | 80,0003 | -- | 0,0002 | 0,0002 |
| 100,0000 | 100,0002 | -- | 0,0002 | 0,0002 |
| 120,0001 | 120,0002 | -- | 0,0001 | 0,0001 |
| 150,0001 | 149,9999 | -- | -0,0001 | -0,0001 |
| 160,0001 | 160,0000 | -- | -0,0001 | -0,0001 |
| 170,0001 | 169,9999 | -- | -0,0002 | -0,0002 |
| 200,0001 | 199,9999 | -- | -0,0002 | -0,0002 |

| Carga L g | Carga decreciente | | | | EMP |
|--------------|-------------------|---------|---------|---------|---------|
| | I g | ΔL g | E g | Ec g | |
| 0,0099 | -- | | -0,0001 | -0,0001 | 0,001 g |
| 10,0001 | -- | | 0,0001 | 0,0001 | 0,001 g |
| 20,0002 | -- | | 0,0002 | 0,0002 | 0,001 g |
| 40,0003 | -- | | 0,0003 | 0,0003 | 0,001 g |
| 50,0003 | -- | | 0,0003 | 0,0003 | 0,002 g |
| 80,0003 | -- | | 0,0002 | 0,0002 | 0,002 g |
| 100,0003 | -- | | 0,0003 | 0,0003 | 0,002 g |
| 120,0002 | -- | | 0,0001 | 0,0001 | 0,002 g |
| 150,0001 | -- | | 0,0001 | 0,0001 | 0,002 g |
| 160,0001 | -- | | 0,0000 | 0,0000 | 0,002 g |
| 169,9999 | -- | | -0,0002 | -0,0002 | 0,002 g |
| 199,9999 | -- | | -0,0002 | -0,0002 | 0,003 g |

Certificado de Calibración

LM22-C-888

Número de OT: 519-2022

LEYENDA

| | |
|-------------------------------------|--------------------------------|
| L : Carga colocada sobre la balanza | Ec : Error corregido |
| I : Indicación de la balanza | ΔL : Carga Agregada |
| E : Error encontrado | EMP : Error Máximo Permisible. |

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN Y LECTURA CORREGIDAIncertidumbre expandida de medición

$$U_R = 2^* \sqrt{7,78 \times 10^{-4} \text{ g}^2 + 2,17 \times 10^{-10} \text{ R}^2}$$

Lectura Corregida

$$R_{\text{corregida}} = R - 3,15 \times 10^{-7} \text{ R}$$

R : Indicación de lectura de la balanza (g)

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre de medición calculada (U), ha sido determinada a partir de la Incertidumbre estándar de medición combinada, multiplicada por el factor de cobertura k=2. Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza del 95%.

OBSERVACIONES

Los resultados contenidos en el presente documento son válidos única y exclusivamente para las condiciones del instrumento durante la calibración. SMC S.A.C. no se responsabiliza de ningún perjuicio que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento calibrado.

Los resultados de las calibraciones 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.

El certificado de calibración carece de validez sin las firmas de los responsables.

Una copia de este documento será mantenida en archivo electrónico en el laboratorio por un periodo de por lo menos 4 años.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "Servicio de Calibración".

Como no se cuenta con el manual o este no brinda información del coeficiente de deriva de la balanza por variación de temperatura, se ha considerado como ΔT: 0,00001°C-1, según el PC-011-4^{ta} Ed.: 2010 - Indecopi "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II".

(*) El Valor de "e", capacidad mínima y clase de exactitud lo indica la balanza

El presente Certificado de Calibración sustituye al Certificado de Calibración

Se ajustó la balanza antes de su calibración: Si

Previo al ajuste del instrumento se encontraron los siguientes resultados para dos valores de carga.



| Valor Nominal (g) | Carga (g) | Indicación (g) |
|---------------------------------|--------------|-------------------|
| Aprox. al 50 % de la cap. máx. | 100,0000 | 99,9289 |
| Aprox. al 100 % de la cap. máx. | 200,0001 | 199,8546 |

Certificado de calibración LT22-660 Horno

| | |
|---|--|
|  <small>SPECIALIZED METROLOGY CENTER S.A.C.</small> | <small>CENTRO ESPECIALIZADO DE METROLOGÍA</small> <small>EXPERIENCIA Y SERVICIO</small> |
|---|--|

Certificado de Calibración

LT22-660

Número de OT: 519-2022

CLIENTE

Razón Social : JJ GEOTECNIA S.A.C.
 Dirección : CALLE 21 LOS ROSALES DE PRO MZ. B LT. 57 (LIMA - LIMA - LOS OLIVOS)

FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Fecha de Calibración : 2022-10-01 al 2022-10-01
 Lugar de Calibración : INSTALACIONES DEL CLIENTE
 Fecha de Emisión : 2022-10-05

EQUIPO A CALIBRAR : Horno


| | | | |
|--------|-------------|----------------|--------------------|
| Marca | : No Indica | Identificación | : 560 |
| Modelo | : MS-H3 | Procedencia | : No Indica |
| Serie | : No Indica | Ubicación | : Área de Químicos |

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL OBJETO CALIBRADO

| | | | |
|-------------------------|-------------|-----------------------------|------------------|
| Tipo de Indicador | : Digital | Tipo de Selector | : Digital |
| Alcance de Escala | : No Indica | Alcance de Escala | : No Indica |
| División mínima | : 1 °C | División mínima | : 1 °C |
| Tipo de ventilación | : Natural | Carga utilizada (%) | : 100 % |
| Superficies internas | : 2 | Temperaturas de calibración | : 300 °C ± 30 °C |
| Posición de ventilación | : No Aplica | | |

MÉTODO PARA EL MAPEO TÉRMICO

La Calibración se ha realizado mediante la determinación de la temperatura, por comparación directa siguiendo el procedimiento, PC-018- "Procedimiento de Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con aire como medio termostático"- SNM-INDECOPI (Segunda Edición)

| | | |
|---|---|--|
| Sello | Metrólogo | Director Técnico |
|  |  |  |
| | Armando Marín Berrios | Wilfredo Reyes Yzaquirre |

El presente Certificado de Calibración evidencia la trazabilidad a los patrones Nacionales o Internacionales, es coherente con las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
 SMC S.A.C. - como organismo de evaluación de la conformidad de tercera parte ejecuta servicios de calibración a su vez mantiene y calibra sus patrones de referencia para garantizar la trazabilidad de las mediciones que realiza, con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario debería recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

PO-03-F-02 Ed. 03 - Página 1 de 8 Jr. Thomas Cochrane N° 3914 - Urb. Condesville Señor - San Martín de Porres
 Telf: 569-0989 | Cel: 990-080-435 | E-mail: ventas@smc-peru.com - metrologia@smc-peru.com
 Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de SMC S.A.C. Carece de validez sin sello correspondiente.
www.smc-peru.com

Certificado de Calibración

LT22-660

Número de OT: 519-2022

PATRONES UTILIZADOS

| Nombre del patrón | Identificación y/o Serie | Nº de Certificado | Trazabilidad |
|-----------------------|--------------------------|-------------------|---------------|
| Termómetro Multicanal | LT-IM-30 | LT22-131 | SMC S.A.C. |
| Termohigrómetro | LT-IM-48 | TH22-0588 | TSG |
| Cinta métrica | LD-IM-02 | L-1509-2021 | METROIL |
| Cronómetro | LO-IM-16 | LTF-C-031-2022 | INACAL - DM |
| Volímetro | LE-IM-01 | M24732 | JLI METROLOGY |

NOMENCLATURA

- Indicación Equipo** = Lecturas en el dispositivo de indicación del equipo calibrado.
T.prom. = Temperatura promedio de los sensores por cada intervalo
 ΔT = Diferencia entre máxima y mínima temperatura en cada intervalo de registro
T. PRO = Promedio de indicaciones corregidas para cada sensor durante el tiempo total.
T. MÁX = La máxima de las indicaciones para cada sensor durante el tiempo total.
T. MIN = La mínima de las indicaciones para cada sensor durante el tiempo total.
DTT = Desviación de Temperatura en el Tiempo



RESUMEN DE RESULTADOS DE TEMPERATURA

300,0 °C ± 30 °C

| PARÁMETROS | Valor | Incertidumbre Expandida |
|--|----------|-------------------------|
| Máxima temperatura registrada durante la calibración | 306,5 °C | 1,8 °C |
| Mínima temperatura registrada durante la calibración | 219,9 °C | 0,3 °C |
| Desviación de Temperatura en el Tiempo (DTT) | 14,0 °C | 0,1 °C |
| Desviación de Temperatura en el Espacio (DTE) | 77,2 °C | 1,5 °C |
| Estabilidad (\pm) | 7,01 °C | 0,05 °C |
| Uniformidad | 85,8 °C | 1,6 °C |

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

Las incertidumbres de medición calculadas (U), han sido determinadas a partir de sus incertidumbres estándares de medición combinadas, multiplicadas por el factor de cobertura $k=2$. Estos valores han sido calculados para un nivel de confianza del 95%.

OBSERVACIONES

La temperatura de trabajo esperada de 300 °C, el selector de temperatura del equipo ha sido programado a 300 °C

El servicio de calibración se realizó a 100 % de su carga.

La tolerancia encontrada para la temperatura de 300 °C, es de 30 °C

NOTAS

Los resultados contenidos en el presente documento son válidos únicamente para las condiciones del equipo durante la calibración. SMC S.A.C. no se responsabiliza de ningún perjuicio que puedan derivarse del uso inadecuado del objeto calibrado.

Una copia de este documento será mantenida en archivo electrónico en el laboratorio por un periodo de por lo menos 4 años.

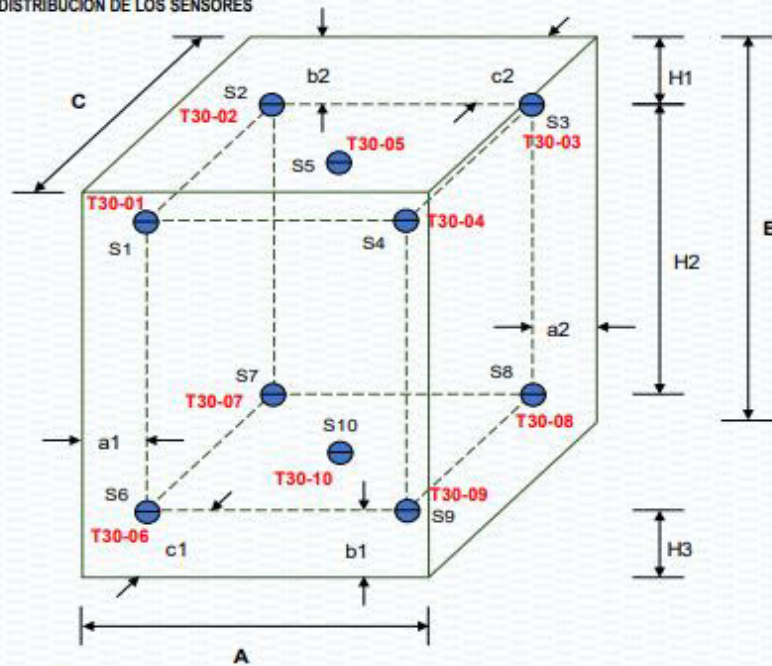

Los datos de los sensores registrados, han sido obtenidos luego de haber aproximado y estabilizado a la temperatura de trabajo dentro de la cámara durante : 3,5 horas

Certificado de Calibración

LT22-660

Número de OT: 519-2022

DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES


 = Sensor de Temperatura

A, B, C = Dimensiones del Volumen Interno

Los sensores T30-05 y T30-10 están ubicados en los centros de sus respectivos niveles aproximadamente.



| Dimensiones internas | | |
|----------------------|------|----|
| A | 45,0 | cm |
| B | 60,0 | cm |
| C | 45,0 | cm |

| Ubicación de los sensores | | | | | |
|---------------------------|------|----|----|------|----|
| a1 | 7,0 | cm | a2 | 7,0 | cm |
| b1 | 10,0 | cm | b2 | 10,0 | cm |
| c1 | 7,0 | cm | c2 | 7,0 | cm |

Certificado de Calibración

LT22-660

Número de OT: 519-2022

RESULTADOS DE MEDICIÓN

PARA LA TEMPERATURA DE 300,0 °C ± 30,0 °C

| Tiempo | Equipo | Indicaciones corregidas de los 10 sensores expresados en °C | | | | | | | | | | T. prom. | ΔT. |
|-----------------|--------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|----------------------|
| | | °C | T30-01 | T30-02 | T30-03 | T30-04 | T30-05 | T30-06 | T30-07 | T30-08 | T30-09 | | |
| 1-10 14h 05m | 300 | 222,5 | 227,0 | 232,4 | 219,9 | 221,6 | 251,8 | 292,5 | 293,5 | 250,6 | 278,8 | 249,1 | 73,6 |
| 1-10 14h 07m | 300 | 222,8 | 226,3 | 232,1 | 220,6 | 222,0 | 254,7 | 302,1 | 306,5 | 253,6 | 285,9 | 252,7 | 85,8 |
| 1-10 14h 09m | 300 | 222,7 | 227,1 | 231,8 | 220,2 | 221,9 | 252,4 | 294,0 | 297,9 | 251,4 | 279,7 | 249,9 | 77,7 |
| 1-10 14h 11m | 300 | 222,7 | 227,1 | 232,8 | 221,2 | 222,0 | 253,5 | 299,4 | 300,6 | 253,4 | 283,3 | 251,6 | 79,4 |
| 1-10 14h 13m | 300 | 222,2 | 226,8 | 232,5 | 220,9 | 221,7 | 252,5 | 296,9 | 302,2 | 252,3 | 280,8 | 250,9 | 81,3 |
| 1-10 14h 15m | 300 | 222,6 | 227,7 | 233,6 | 220,7 | 221,6 | 253,1 | 293,8 | 295,7 | 251,0 | 279,5 | 249,9 | 75,0 |
| 1-10 14h 17m | 300 | 222,2 | 226,9 | 232,5 | 220,8 | 221,6 | 253,3 | 300,3 | 305,1 | 252,4 | 282,4 | 251,8 | 84,2 |
| 1-10 14h 19m | 300 | 222,9 | 226,8 | 233,1 | 221,1 | 222,2 | 251,9 | 292,7 | 292,4 | 251,7 | 280,0 | 249,5 | 71,6 |
| 1-10 14h 21m | 300 | 223,3 | 227,6 | 233,2 | 220,8 | 222,1 | 254,1 | 302,3 | 305,1 | 253,3 | 285,0 | 252,7 | 84,2 |
| 1-10 14h 23m | 300 | 222,9 | 227,3 | 232,5 | 220,7 | 222,2 | 251,7 | 294,1 | 294,0 | 251,3 | 279,8 | 249,7 | 73,4 |
| 1-10 14h 25m | 300 | 223,8 | 226,9 | 233,2 | 221,5 | 222,4 | 253,6 | 299,5 | 298,6 | 253,5 | 283,9 | 251,7 | 78,0 |
| 1-10 14h 27m | 300 | 223,0 | 227,7 | 233,1 | 220,5 | 222,0 | 252,4 | 296,8 | 298,5 | 252,1 | 281,0 | 250,7 | 78,0 |
| 1-10 14h 29m | 300 | 223,1 | 227,9 | 234,4 | 220,9 | 222,1 | 252,4 | 294,3 | 293,4 | 252,8 | 281,0 | 250,2 | 73,4 |
| 1-10 14h 31m | 300 | 223,1 | 227,6 | 233,8 | 220,6 | 222,4 | 252,5 | 298,3 | 296,5 | 252,8 | 281,7 | 250,9 | 77,7 |
| 1-10 14h 33m | 300 | 222,9 | 227,2 | 234,0 | 221,4 | 222,3 | 251,7 | 292,8 | 292,6 | 252,4 | 279,8 | 249,7 | 71,4 |
| 1-10 14h 35m | 300 | 222,7 | 226,8 | 233,0 | 221,0 | 222,4 | 253,7 | 299,2 | 304,3 | 253,5 | 283,6 | 252,0 | 83,2 |
| 1-10 14h 37m | 300 | 222,4 | 227,6 | 233,8 | 221,1 | 221,8 | 252,5 | 293,0 | 295,7 | 251,4 | 279,2 | 249,9 | 74,6 |
| 1-10 14h 39m | 300 | 223,4 | 227,2 | 232,7 | 221,3 | 222,8 | 254,3 | 302,9 | 303,6 | 254,8 | 285,8 | 252,9 | 82,2 |
| 1-10 14h 41m | 300 | 222,8 | 227,9 | 233,7 | 220,9 | 222,0 | 252,4 | 295,5 | 294,3 | 252,3 | 280,1 | 250,2 | 74,6 |
| 1-10 14h 43m | 300 | 222,9 | 227,0 | 233,5 | 221,7 | 222,7 | 253,0 | 297,5 | 299,6 | 253,6 | 282,9 | 251,4 | 77,9 |
| 1-10 14h 45m | 300 | 222,4 | 227,0 | 232,9 | 221,5 | 222,4 | 251,8 | 298,2 | 299,1 | 253,3 | 282,1 | 251,1 | 77,6 |
| 1-10 14h 47m | 300 | 222,6 | 227,4 | 233,8 | 221,7 | 222,2 | 252,5 | 293,0 | 294,2 | 252,1 | 280,1 | 250,0 | 72,5 |
| 1-10 14h 49m | 300 | 222,7 | 227,0 | 232,5 | 221,3 | 222,6 | 253,9 | 301,1 | 305,4 | 254,8 | 285,0 | 252,6 | 84,0 |
| 1-10 14h 51m | 300 | 222,3 | 227,4 | 234,0 | 221,5 | 222,2 | 251,9 | 292,6 | 295,3 | 252,1 | 279,1 | 249,8 | 73,8 |
| 1-10 14h 53m | 300 | 223,4 | 228,0 | 233,7 | 221,2 | 222,3 | 254,9 | 302,1 | 304,1 | 254,0 | 285,3 | 252,9 | 82,8 |
| 1-10 14h 55m | 300 | 222,6 | 227,3 | 233,9 | 221,3 | 222,3 | 251,0 | 293,6 | 295,5 | 252,2 | 279,2 | 249,9 | 74,2 |
| 1-10 14h 57m | 300 | 223,2 | 227,2 | 234,1 | 221,7 | 222,5 | 253,4 | 299,4 | 299,6 | 254,6 | 283,8 | 252,0 | 77,9 |
| 1-10 14h 59m | 300 | 222,7 | 227,0 | 233,6 | 221,1 | 222,7 | 252,5 | 297,2 | 297,3 | 252,8 | 281,2 | 250,8 | 76,2 |
| 1-10 15h 01m | 300 | 223,6 | 227,8 | 233,5 | 221,3 | 222,9 | 253,1 | 293,8 | 293,1 | 253,4 | 281,4 | 250,4 | 72,5 |
| 1-10 15h 03m | 300 | 222,6 | 227,1 | 234,0 | 221,6 | 222,3 | 252,8 | 299,6 | 301,2 | 253,8 | 281,7 | 251,7 | 79,6 |
| 1-10 15h 05m | 300 | 223,6 | 227,9 | 233,6 | 221,3 | 223,1 | 253,5 | 293,6 | 292,7 | 251,9 | 279,9 | 250,1 | 72,3 |
| T. PROM. | 300 | 222,9 | 227,3 | 233,2 | 221,1 | 222,2 | 252,9 | 296,9 | 298,3 | 252,7 | 281,7 | | Temperatura promedio |
| T. MAX | 300 | 223,8 | 228,0 | 234,4 | 221,7 | 223,1 | 254,9 | 302,9 | 306,5 | 254,8 | 285,9 | | general |
| T. MÍN | 300 | 222,2 | 226,3 | 231,8 | 219,9 | 221,6 | 251,0 | 292,5 | 292,4 | 250,6 | 278,8 | | |
| DTT | 0 | 1,6 | 1,7 | 2,6 | 1,8 | 1,5 | 3,9 | 10,3 | 14,0 | 4,2 | 7,0 | | 250,9 |

CONCLUSIÓN

EL RESULTADO ES NO CONFORME



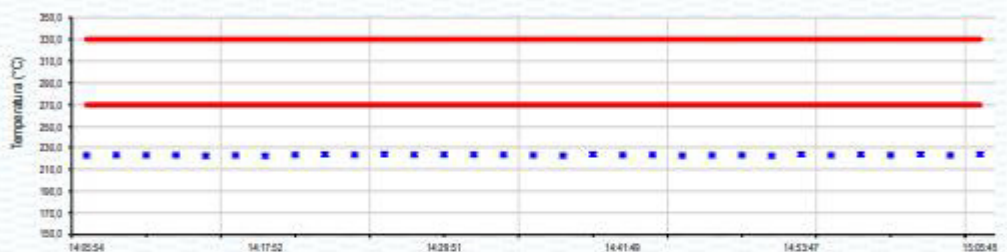
Certificado de Calibración

LT22-660

Número de OT: 519-2022

GRÁFICO DE ESTABILIDAD DE TEMPERATURAS

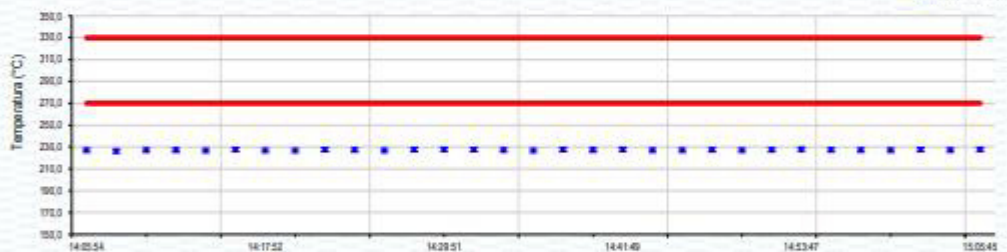
PARA LA TEMPERATURA DE 270,0 °C a 330,0 °C
NIVEL SUPERIOR



• T30-01

Tiempo (h:mm:ss) Límite Superior e Inferior

Incertidumbre



• T30-02

Tiempo (h:mm:ss) Límite Superior e Inferior

Incertidumbre



• T30-03

Tiempo (h:mm:ss) Límite Superior e Inferior

Incertidumbre



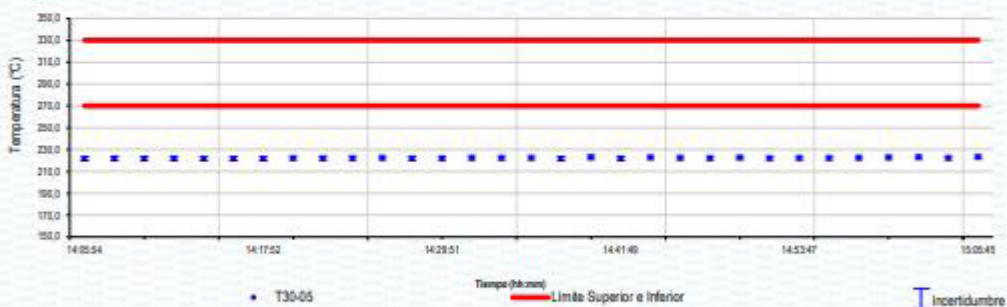
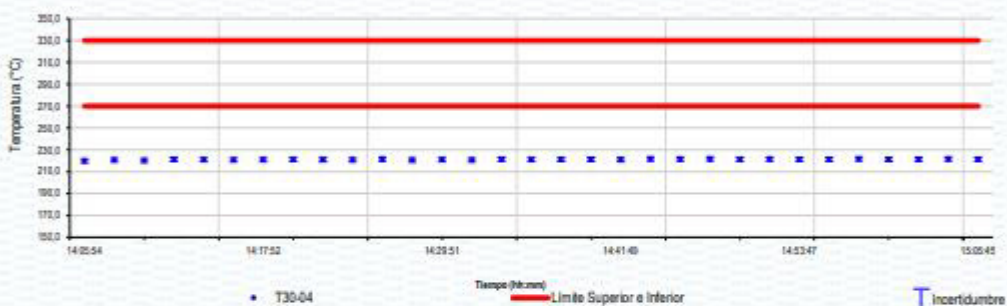
Certificado de Calibración

LT22-660

Número de OT: 519-2022

GRÁFICO DE ESTABILIDAD DE TEMPERATURAS

PARA LA TEMPERATURA DE 270,0 °C a 330,0 °C
NIVEL SUPERIOR



Certificado de Calibración

LT22-660

Número de OT: 519-2022

GRÁFICO DE ESTABILIDAD DE TEMPERATURAS

PARA LA TEMPERATURA DE 270,0 °C a 330,0 °C
NIVEL INFERIOR



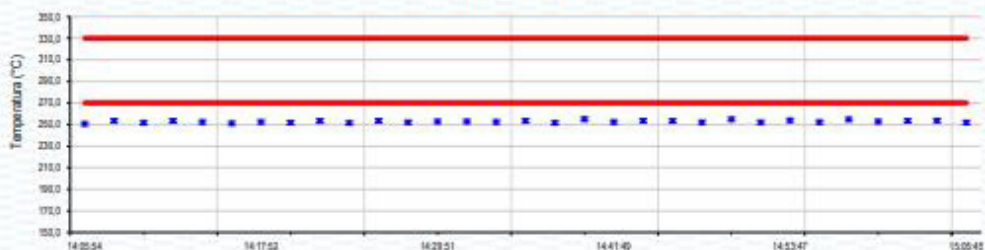
Certificado de Calibración

LT22-660

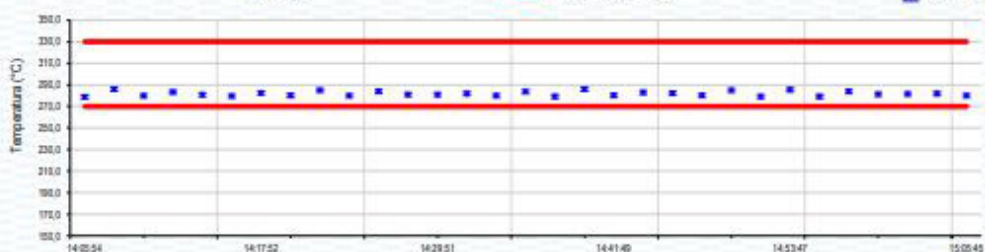
Número de OT: 519-2022

GRÁFICO DE ESTABILIDAD DE TEMPERATURAS

PARA LA TEMPERATURA DE 270,0 °C a 330,0 °C
NIVEL INFERIOR



• T30-09 Tiempo (hh:mm) Límite Superior e Inferior Incertidumbre



• T30-10 Tiempo (hh:mm) Límite Superior e Inferior Incertidumbre



Certificado de calibración LM22-155 Prensa de concreto

| | | | |
|--|---|---|---------------|
|  <p>SPECIALIZED METROLOGY CENTER S.A.C.</p> | <p>CENTRO ESPECIALIZADO DE METROLOGÍA EXPERIENCIA A SU SERVICIO</p> | | |
| <h1 style="margin: 0;">Certificado de Calibración</h1> <h2 style="margin: 0;">LM22-155</h2> | | | |
| <p>Número de OT: 519-2022</p> | | | |
| CLIENTE | | | |
| Razón Social | : JJ GEOTECNIA S.A.C. | | |
| Dirección | : CALLE 21 LOS ROSALES DE PRO MZ B LOTE 57 (LIMA - LIMA - LOS OLIVOS) | | |
| FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN | | | |
| Fecha de Calibración | : 2022-10-01 | | |
| Lugar de Calibración | : En las instalaciones del cliente | | |
| Fecha de Emisión | : 2022-10-05 | | |
| INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRENSA DE CONCRETO | | | |
| Marca | : ELE INTERNACIONAL | Identificación | : NO INDICA |
| Modelo | : ADR TOUCH HEAD | Procedencia | : NO INDICA |
| Serie | : 1887-1-00074 | Ubicación | : Laboratorio |
| <hr/> | | | |
| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL OBJETO CALIBRADO | | | |
| Capacidad | : 2000 | KN | |
| Resolución | : 0,01 | KN | |
| <hr/> | | | |
| MÉTODO DE CALIBRACIÓN | | | |
| <p>Método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI PUCP, tomando como referencia la Norma UNE EN ISO 7500-1 "Verificación de Maquinas de ensayo uniaxiales estáticos. Parte 1: Maquinas de ensayo de tracción / compresión, verificación y calibración del sistema de fuerza"</p> | | | |
| Sello | Metrólogo | Director Técnico | |
|  |  |  | |
| | Amando Marin Berrios | Wilfredo Reyes Yzaquirre | |
| <p>El presente Certificado de Calibración evidencia la trazabilidad a los patrones Nacionales o Internacionales, es coherente con las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). SMC S.A.C. - como organismo de evaluación de la conformidad de tercera parte ejecuta servicios de calibración a su vez mantiene y calibra sus patrones de referencia para garantizar la trazabilidad de las mediciones que realiza, con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario debería recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.</p> | | | |
| Edición 02 - Rev. Julio 2019 | Página 1 de 2 | | |
| <p>Jr. Thomas Cochrane N° 3914 - Urb. Condevilla Señor - San Martín de Porres Telf.: 969-0989 / Cel.: 990-080-435 / E-mail: ventas@smc-peru.com - metrologia@smc-peru.com Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de SMC S.A.C. Carece de validez sin sello correspondiente. www.smc-peru.com</p> | | | |

Certificado de Calibración

LM22-155

Número de OT: 519-2022

PATRONES UTILIZADOS

| Descripción del Instrumento | Identificación y/o Serie |
|-------------------------------|--------------------------|
| Celda de Carga Patrón (40 tn) | LO-IM-18 |

CONDICIONES AMBIENTALES

| | Inicial | Final |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura | 18,9 °C | 16,5 °C |
| Humedad Relativa | 79 % | 80 % |

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

| Indicación del Patrón | Indicación de Fuerza (Ascenso) | | | |
|-----------------------|--------------------------------|----------|----------|-------------------------|
| | Valor de Indicación | | | |
| F _i (kgf) | F1 (kgf) | F2 (kgf) | F3 (kgf) | F _{prom} (kgf) |
| 1660 | 1519,7 | 1519,5 | 1519,6 | 1519,6 |
| 3990 | 3757,0 | 3757,1 | 3756,8 | 3757,0 |
| 6340 | 5939,8 | 5940,0 | 5939,9 | 5939,9 |
| 8665 | 8099,6 | 8099,6 | 8099,8 | 8099,7 |
| 10985 | 10560,5 | 10560,7 | 10560,7 | 10560,6 |
| 13010 | 12449,2 | 12449,3 | 12449,0 | 12449,2 |
| 15310 | 14220,1 | 14220,3 | 14220,2 | 14220,2 |
| 17655 | 16977,2 | 16977,4 | 16977,4 | 16977,3 |
| 20075 | 19394,0 | 19394,2 | 19393,8 | 19394,0 |
| 22540 | 21661,3 | 21661,5 | 21661,3 | 21661,4 |
| 24875 | 23993,8 | 23993,7 | 23993,9 | 23993,8 |
| 27036 | 26109,6 | 26109,8 | 26109,6 | 26109,7 |
| 29145 | 28138,2 | 28138,3 | 28138,3 | 28138,3 |
| 32006 | 31191,7 | 31191,6 | 31191,9 | 31191,7 |
| 35101 | 34703,0 | 34702,8 | 34703,1 | 34703,0 |
| RETORNO A CERO | 0 | 0 | 0 | |

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre de medición calculada (U), ha sido determinada a partir de la incertidumbre estándar de medición combinada, multiplicada por el factor de cobertura $k=2$. Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza del 95%.

OBSERVACIONES

Los resultados contenidos en el presente documento son válidos únicamente para las condiciones del instrumento durante la calibración. SMC S.A.C. no se responsabiliza de ningún perjuicio que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento calibrado.

Una copia de este documento será mantenida en archivo electrónico en el laboratorio por un período de por lo menos 4 años.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "Servicio de Calibración".

Análisis granulométrico



Tel: (01) 480-8019
 Cel: 980703014 / 933846839
 Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, It 57, Los Olivos
 Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

| | | | |
|-------------------------------------|--|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | INFORME DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS | Código | FOR-LSR-MS-001 |
| | | Revisión | 3 |
| | | Aprobado | CC-GC |
| | | Fecha | 15/05/2023 |

TESIS : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE INCORPORANDO LA CENIZA DE TALLO DE HABAS, JAUJA-JUNIN, 2022

SOLICITANTE : LEYDI VANESA MERINO CUADROS
 UBICACIÓN : Lima

FECHA: 19/06/2023

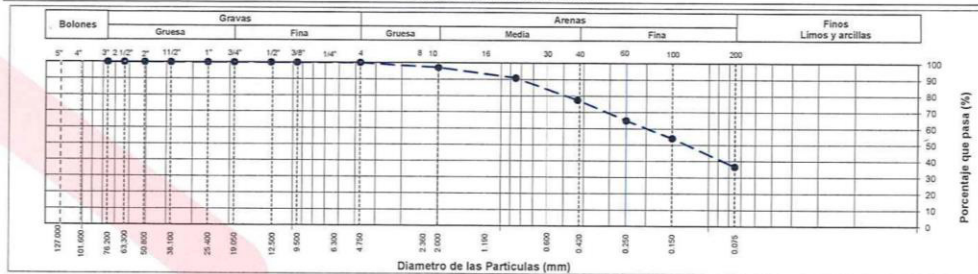
| TAMIZ | AASHTO T-27 (mm) | PORCENTAJE QUE PASA | ESPECIFICACIÓN | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
|--------|------------------|---------------------|----------------|---|
| 3" | 76.200 | 100.00 | / | CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216) Contenido Humedad (%) 9.1 |
| 2 1/2" | 63.500 | 100.00 | | |
| 2" | 50.800 | 100.00 | | LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318) Límite Líquido (LL) 24 Límite Plástico (LP) 10 Índice Plástico (IP) 14 |
| 1 1/2" | 38.100 | 100.00 | | |
| 1" | 25.400 | 100.00 | | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422) Grava (%) 0.0 Arena (%) 63.4 Finos (%) 36.6 |
| 3/4" | 19.050 | 100.00 | | |
| 1/2" | 12.700 | 100.00 | | CLASIFICACION DE SUELOS Clasificación SUCS (ASTM D2487) SC Clasificación AASHTO (ASTM D3282) A-6 (1) |
| 3/8" | 9.530 | 100.00 | | |
| Nº 4 | 4.750 | 100.00 | | Nombre del Grupo Arena arcillosa |
| Nº 10 | 2.000 | 97.20 | | |
| Nº 20 | 0.850 | 90.87 | | |
| Nº 40 | 0.430 | 77.44 | | |
| Nº 60 | 0.250 | 64.91 | | |
| Nº 100 | 0.150 | 54.15 | | |
| Nº 200 | 0.075 | 36.59 | | |

DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA: ASTM 2488 SC Arena arcillosa

INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:

- El método de ensayo para contenido de humedad es el B y para el secado de la muestra se empleó Horno a 110 ± 5 °C.
- El procedimiento de obtención de muestra para el análisis granulométrico fue Secada al horno a 110 ± 5°C. Se realizó un tamizado Manual. Además se identificó un tipo de suelo inorgánico.
- El método de ensayo empleado para el Límite Líquido es el Multipunto. El método de preparación es el húmedo, mientras que el método de secado es a horno a 110±5 °C

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

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

Certificado de ensayo diseño de la mezcla de adobe patrón.



Tel: (01) 480-8019
 Cel: 980703014 / 933846839
 Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, It 57, Los Olivos
 Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

| | | | |
|-------------------------------------|--|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA PARA ELABORAR ADOBES | Código | FOR-LAB-CO-090 |
| | | Revisión | 2 |
| | | Aprobado | CC-JJG |
| | | Fecha | 20/06/2023 |

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y AGREGADOS

| | | | |
|-------------|--|-------------------|------------|
| REFERENCIA | : Datos de laboratorio | Fecha de emisión: | 20/06/2023 |
| SOLICITANTE | : LEYDI VANESA MERINO CUADROS | | |
| PROYECTO | : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE INCORPORANDO LA CENIZA DE TALLO DE HABAS, JAUJA-JUNIN, 2022 | | |
| UBICACIÓN | : JUNIN | | |

| | |
|---|-------|
| HUMEDAD INICIAL (registrada a la llegada de la muestra) | 9.10% |
|---|-------|

| | |
|--|--------------------|
| LÍMITES DE CONSISTENCIA (Se tomó como referencia estos valores para calcular la humedad a usar en el diseño) | |
| LÍMITE LÍQUIDO | 24 % TRABAJABLE |
| LÍMITE PLÁSTICO | 10 % NO TRABAJABLE |
| OBSERVACIÓN: La muestra es más trabajable cuando se acerca al límite líquido y menos trabajable cuando se acerca al límite plástico debido a que es muy seco y genera vacíos al momento del llenado en los moldes. | |

| | |
|---|------|
| CÁLCULO DE LA HUMEDAD TOTAL (Tomando como humedad inicial la que se registro a la llegada de la muestra) | |
| HUMEDAD AÑADIDA + HUMEDAD INICIAL = HUMEDAD TOTAL | |
| HUMEDAD AÑADIDA (%) | 22.9 |
| HUMEDAD INICIAL (%) | 9.1 |
| HUMEDAD TOTAL (%) | 32 |

| | | | |
|------------------------------|---------------------------------|------|--------|
| CANTIDADES USADAS POR DISEÑO | | | |
| TOTAL (arcilla) | 10 kg | | |
| ARCILLA | 100% del total | 10.0 | kg |
| PAJA | 1 % del peso de la arcilla | 0.1 | kg |
| AGUA | 32% de la mezcla (arcilla+Paja) | 3.2 | Libros |

OBSERVACIONES: LA HUMEDAD IDEAL PARA TRABAJAR SE ENCUENTRA EN 32 % SIEMPRE Y CUANDO LA MUESTRA ESTÉ TOTALMENTE SECA, CASO CONTRARIO SI LA MUESTRA YA REGISTRA HUMEDAD INICIAL SOLO ES NECESARIO AÑADIR LA HUMEDAD FALTANTE HASTA LLEGAR A 32%

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA SAC

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

Certificado de ensayo diseño de la mezcla de adobe 3% de ceniza de tallo de habas.



Tel: (01) 480-8019
 Cel: 980703014 / 933846839
 Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, It 57, Los Olivos
 Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

| | | | |
|-------------------------------------|--|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA PARA ELABORAR ADOBES | Código | FOR-LAB-CO-090 |
| | | Revisión | 2 |
| | | Aprobado | CC-JJG |
| | | Fecha | 20/06/2023 |

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y AGREGADOS

| | |
|-------------|--|
| REFERENCIA | : Datos de laboratorio |
| SOLICITANTE | : LEYDI VANESA MERINO CUADROS |
| PROYECTO | : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE INCORPORANDO LA CENIZA DE TALLO DE HABAS, JAUJA-JUNIN, 2022 |
| UBICACIÓN | : JUNIN |
| | Fecha de emisión: 20/06/2023 |

| |
|---|
| HUMEDAD INICIAL (registrada a la llegada de la muestra) |
| 9.10% |

| | | |
|--|------|---------------|
| LÍMITES DE CONSISTENCIA (Se tomó como referencia estos valores para calcular la humedad a usar en el diseño) | | |
| LÍMITE LÍQUIDO | 24 % | TRABAJABLE |
| LÍMITE PLÁSTICO | 10 % | NO TRABAJABLE |
| OBSERVACIÓN: La muestra es más trabajable cuando se acerca al límite líquido y menos trabajable cuando se acerca al límite plástico debido a que es muy seco y genera vacíos al momento del llenado en los moldes. | | |

| | |
|---|------|
| CÁLCULO DE LA HUMEDAD TOTAL (Tomando como humedad inicial la que se registro a la llegada de la muestra) | |
| HUMEDAD AÑADIDA + HUMEDAD INICIAL = HUMEDAD TOTAL | |
| HUMEDAD AÑADIDA (%) | 22.9 |
| HUMEDAD INICIAL (%) | 9.1 |
| HUMEDAD TOTAL (%) | 32 |

| | | | |
|------------------------------|---------------------------------|------|--------|
| CANTIDADES USADAS POR DISEÑO | | | |
| TOTAL (arcilla) | 10 kg | | |
| ARCILLA | 100% del total | 10.0 | kg |
| CENIZA DE HABAS | 3% del peso total | 0.3 | kg |
| PAJA | 1 % del peso de la arcilla | 0.1 | kg |
| AGUA | 32% de la mezcla (arcilla+Paja) | 3.3 | Litros |

OBSERVACIONES: LA HUMEDAD IDEAL PARA TRABAJAR SE ENCUENTRA EN 32 % SIEMPRE Y CUANDO LA MUESTRA ESTÉ TOTALMENTE SECA, CASO CONTRARIO SI LA MUESTRA YA REGISTRA HUMEDAD INICIAL SOLO ES NECESARIO AÑADIR LA HUMEDAD FALTANTE HASTA LLEGAR A 32%

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA SAC

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

Certificado de ensayo diseño de la mezcla de adobe 3.75% de ceniza de tallo de habas.



Tel: (01) 480-8019
 Cel: 980703014 / 933846839
 Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, It 57, Los Olivos
 Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

| | | | |
|-------------------------------------|--|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA PARA ELABORAR ADOBES | Código | FOR-LAB-CO-090 |
| | | Revisión | 2 |
| | | Aprobado | CC-JJG |
| | | Fecha | 20/06/2023 |

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y AGREGADOS

| | |
|-------------|--|
| REFERENCIA | : Datos de laboratorio |
| SOLICITANTE | : LEYDI VANESA MERINO CUADROS |
| PROYECTO | : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE INCORPORANDO LA CENIZA DE TALLO DE HABAS, JAUJA-JUNIN, 2022 |
| UBICACIÓN | : JUNIN |
| | Fecha de emisión: 20/06/2023 |

| | |
|---|-------|
| HUMEDAD INICIAL (registrada a la llegada de la muestra) | 9.10% |
|---|-------|

| | |
|--|--------------------|
| LÍMITES DE CONSISTENCIA (Se tomó como referencia estos valores para calcular la humedad a usar en el diseño) | |
| LÍMITE LÍQUIDO | 24 % TRABAJABLE |
| LÍMITE PLÁSTICO | 10 % NO TRABAJABLE |
| OBSERVACIÓN: La muestra es más trabajable cuando se acerca al límite líquido y menos trabajable cuando se acerca al límite plástico debido a que es muy seco y genera vacíos al momento del llenado en los moldes. | |

| | |
|---|------|
| CÁLCULO DE LA HUMEDAD TOTAL (Tomando como humedad inicial la que se registro a la llegada de la muestra) | |
| HUMEDAD AÑADIDA + HUMEDAD INICIAL = HUMEDAD TOTAL | |
| HUMEDAD AÑADIDA (%) | 22.9 |
| HUMEDAD INICIAL (%) | 9.1 |
| HUMEDAD TOTAL (%) | 32 |

| | | | |
|------------------------------|---------------------------------|-------|--------|
| CANTIDADES USADAS POR DISEÑO | | | |
| TOTAL (arcilla) | 10 kg | | |
| ARCILLA | 100% del total | 10.0 | kg |
| CENIZA DE HABAS | 3.75 % del peso total | 0.375 | kg |
| PAJA | 1 % del peso de la arcilla | 0.1 | kg |
| AGUA | 32% de la mezcla (arcilla+Paja) | 3.352 | Litros |

OBSERVACIONES: LA HUMEDAD IDEAL PARA TRABAJAR SE ENCUENTRA EN 32 % SIEMPRE Y CUANDO LA MUESTRA ESTÉ TOTALMENTE SECA, CASO CONTRARIO SI LA MUESTRA YA REGISTRA HUMEDAD INICIAL SOLO ES NECESARIO AÑADIR LA HUMEDAD FALTANTE HASTA LLEGAR A 32%

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA SAC

| | | |
|---------------------|---|---------------------------------|
| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
| | | |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 29874 | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

Certificado de ensayo diseño de la mezcla de adobe 4.5% de ceniza de tallo de habas.



Tel: (01) 480-8019
 Cel: 980703014 / 933846839
 Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, It 57, Los Olivios
 Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

| | | | |
|-------------------------------------|--|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA PARA ELABORAR ADOBES | Código | FOR-LAB-CO-090 |
| | | Revisión | 2 |
| | | Aprobado | CC-JJG |
| | | Fecha | 20/06/2023 |

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y AGREGADOS

| | |
|-------------|--|
| REFERENCIA | : Datos de laboratorio |
| SOLICITANTE | : LEYDI VANESA MERINO CUADROS |
| PROYECTO | : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL ADOBE INCORPORANDO LA CENIZA DE TALLO DE HABAS, JAUJA-JUNIN, 2022 |
| UBICACION | : JUNIN |
| | Fecha de emisión: 20/06/2023 |

| | |
|---|-------|
| HUMEDAD INICIAL (registrada a la llegada de la muestra) | 9.10% |
|---|-------|

| | |
|--|--------------------|
| LIMITE DE CONSISTENCIA (Se tomó como referencia estos valores para calcular la humedad a usar en el diseño) | |
| LÍMITE LÍQUIDO | 24 % TRABAJABLE |
| LÍMITE PLÁSTICO | 10 % NO TRABAJABLE |
| OBSERVACIÓN: La muestra es más trabajable cuando se acerca al límite líquido y menos trabajable cuando se acerca al límite plástico debido a que es muy seco y genera vacíos al momento del llenado en los moldes. | |

| | |
|---|------|
| CÁLCULO DE LA HUMEDAD TOTAL (Tomando como humedad inicial la que se registro a la llegada de la muestra) | |
| HUMEDAD AÑADIDA + HUMEDAD INICIAL = HUMEDAD TOTAL | |
| HUMEDAD AÑADIDA (%) | 22.9 |
| HUMEDAD INICIAL (%) | 9.1 |
| HUMEDAD TOTAL (%) | 32 |

| | | | |
|------------------------------|---------------------------------|------|--------|
| CANTIDADES USADAS POR DISEÑO | | | |
| TOTAL (arcilla) | 10 kg | | |
| ARCILLA | 100% del total | 10.0 | kg |
| CENIZA DE HABAS | 4.5 % del peso total | 0.45 | kg |
| PAJA | 1 % del peso de la arcilla | 0.1 | kg |
| AGUA | 32% de la mezcla (arcilla+Paja) | 3.38 | litros |

OBSERVACIONES: LA HUMEDAD IDEAL PARA TRABAJAR SE ENCUENTRA EN 32 % SIEMPRE Y CUANDO LA MUESTRA ESTÉ TOTALMENTE SECA, CASO CONTRARIO SI LA MUESTRA YA REGISTRA HUMEDAD INICIAL SOLO ES NECESARIO AÑADIR LA HUMEDAD FALTANTE HASTA LLEGAR A 32%

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA SAC

| | | |
|---------------------|--|---|
| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
| | Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 29974-1 | JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

Certificado del ensayo de resistencia a la compresión de abobe patrón



Tel: (01) 480-8019
 Cel: 980703014 / 933846839
 Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, It 57, Los Olivos
 Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

| | |
|-------------------------------------|---|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA |
|-------------------------------------|---|

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO E.080

| | |
|------------------|--|
| REFERENCIA | : Datos de laboratorio |
| SOLICITANTE | : LEYDI VANESA MERINO CUADROS |
| TESIS | : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE INCORPORANDO LA CENIZA DE TALLO DE HABAS, JAUJA JUNIN, 2022 |
| UBICACIÓN | : JUNIN |
| FECHA DE ENSAYO: | 16/07/2023 |

FECHA DE ELABORACIÓN: 17/06/2023

TIPO: ADOBE PATRÓN

| IDENTIFICACIÓN | LARGO (cm) | ANCHO (cm) | A (cm ²) | W (kg) | C (kg/cm ²) |
|------------------|---------------|---------------|-------------------------|-----------|----------------------------|
| P-1 | 9.60 | 9.70 | 93.1 | 949.5 | 10.2 |
| P-2 | 9.60 | 9.70 | 93.1 | 946.5 | 10.2 |
| P-3 | 9.60 | 9.70 | 93.1 | 967.8 | 10.4 |
| P-4 | 9.60 | 9.70 | 93.1 | 964.8 | 10.4 |
| P-5 | 9.60 | 9.60 | 92.2 | 881.5 | 9.6 |
| P-6 | 9.70 | 9.70 | 94.1 | 990.1 | 10.5 |
| Promedio: | | | | | 10.2 |

CÁLCULO:

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

DONDE:

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

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

Certificado del ensayo de resistencia a la compresión de abobe con 3% de ceniza de tallo de habas



Tel: (01) 480-8019
 Cel: 980703014 / 933846839
 Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, It 57, Los Olivos
 Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

| | |
|-------------------------------------|---|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA |
|-------------------------------------|---|

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO

E.080

| | |
|------------------|--|
| REFERENCIA | : Datos de laboratorio |
| SOLICITANTE | : LEYDI VANESA MERINO CUADROS |
| TESIS | : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE INCORPORANDO LA CENIZA DE TALLO DE HABAS, JAUJA JUNIN, 2022 |
| UBICACIÓN | : JUNIN |
| FECHA DE ENSAYO: | 16/07/2023 |

FECHA DE ELABORACIÓN: 17/06/2023

TIPO: ADOBE MEJORADO CON 3% CENIZA DE TALLO DE HABAS

| IDENTIFICACIÓN | LARGO (cm) | ANCHO (cm) | A (cm ²) | W (kg) | C (kg/cm ²) |
|-----------------------------|---------------|---------------|-------------------------|-----------|----------------------------|
| 3% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 9.70 | 9.70 | 94.1 | 988.1 | 10.5 |
| 3% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 9.70 | 9.70 | 94.1 | 975.9 | 10.4 |
| 3% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 9.70 | 9.80 | 95.1 | 978.9 | 10.3 |
| 3% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 9.70 | 9.60 | 93.1 | 977.7 | 10.5 |
| 3% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 9.70 | 9.80 | 95.1 | 972.3 | 10.2 |
| 3% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 9.80 | 9.70 | 95.1 | 980.3 | 10.3 |
| Promedio: | | | | | 10.4 |

CÁLCULO:

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

DONDE:

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

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

Certificado del ensayo de resistencia a la compresión de abobe con 3.75% de ceniza de tallo de habas



Tel: (01) 480-8019
 Cel: 980703014 / 933846839
 Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, It 57, Los Olivos
 Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

| | |
|-------------------------------------|---|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA |
|-------------------------------------|---|

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO E.080

| | |
|------------------|--|
| REFERENCIA | : Datos de laboratorio |
| SOLICITANTE | : LEYDI VANESA MERINO CUADROS |
| TESIS | : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE INCORPORANDO LA CENIZA DE TALLO DE HABAS, JAUJA JUNIN, 2022 |
| UBICACIÓN | : JUNIN |
| FECHA DE ENSAYO: | 16/07/2023 |

FECHA DE ELABORACIÓN: 17/06/2023

TIPO: ADOBE MEJORADO CON 3.75% DE CENIZA DE TALLO DE HABAS

| IDENTIFICACIÓN | LARGO (cm) | ANCHO (cm) | A (cm ²) | W (kg) | C (kg/cm ²) |
|--------------------------------|---------------|---------------|-------------------------|-----------|----------------------------|
| 3.75% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 9.80 | 9.80 | 96.0 | 993.5 | 10.3 |
| 3.75% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 9.80 | 9.80 | 96.0 | 999.6 | 10.4 |
| 3.75% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 9.80 | 9.70 | 95.1 | 1001.8 | 10.5 |
| 3.75% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 9.80 | 9.80 | 94.1 | 1002.5 | 10.7 |
| 3.75% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 9.70 | 9.80 | 95.1 | 1006.9 | 10.6 |
| 3.75% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 9.80 | 9.70 | 95.1 | 1004.6 | 10.6 |
| Promedio: | | | | | 10.5 |

CÁLCULO:

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

DONDE:


C = Resistencia compresión del espécimen, kg/cm².

W = Máxima carga en kg-f, indicada por la máquina de ensayo.

A = Promedio del área bruta en cm².

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

Certificado del ensayo de resistencia a la compresión de abobe con 4.5% de ceniza de tallo de habas.



JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Tel: (01) 480-8019
Cel: 980703014 / 933846839
Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, It 57, Los Olivos
Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
E.080

REFERENCIA : Datos de laboratorio
SOLICITANTE : LEYDI VANESA MERINO CUADROS
TESIS : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE INCORPORANDO LA CENIZA DE TALLO DE HABAS, JAUJA JUNIN, 2022
UBICACIÓN : JUNIN **FECHA DE ENSAYO:** 16/07/2023




FECHA DE ELABORACIÓN: 17/06/2023

TIPO: ADOBE MEJORADO CON 4.5% CENIZA DE TALLO DE HABAS

| IDENTIFICACIÓN | LARGO (cm) | ANCHO (cm) | A (cm ²) | W (kg) | C (kg/cm ²) |
|-------------------------------|---------------|---------------|-------------------------|-----------|----------------------------|
| 4.5% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 9.80 | 9.80 | 96.0 | 986.6 | 10.3 |
| 4.5% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 9.70 | 9.80 | 95.1 | 981.6 | 10.3 |
| 4.5% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 9.70 | 9.80 | 95.1 | 983.2 | 10.3 |
| 4.5% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 9.70 | 9.80 | 95.1 | 980.7 | 10.3 |
| 4.5% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 9.80 | 9.70 | 95.1 | 989.3 | 10.4 |
| 4.5% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 9.80 | 9.70 | 95.1 | 984.5 | 10.4 |
| Promedio: | | | | | 10.3 |

CÁLCULO:
$$C = \frac{W}{A}$$

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

| | | |
|---|---|---|
| <p>Elaborado por:</p> <div style="text-align: center;">  VºBº LABORATORIO DE MATERIALES </div> <p>Jefe de Laboratorio</p> | <p>Revisado por:</p> <div style="text-align: center;">  JJ GEOTECNIA SAC Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 </div> <p>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</p> | <p>Aprobado por:</p> <div style="text-align: center;">  JJ GEOTECNIA S.A.C CONTROL DE CALIDAD </div> <p>Control de Calidad JJ GEOTECNIA</p> |
|---|---|---|

Certificado del ensayo de resistencia a flexión del adobe patrón



Tel: (01) 480-8019
 Cel: 980703014 / 933846839
 Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, It 57, Los Olivos
 Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

| | | | |
|-------------------------------------|---|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO MÓDULO DE ROTURA (ENSAYO A FLEXIÓN) | Código | FOR-LTC-AL-049 |
| | | Revisión | 2 |
| | | Aprobado | CC-JJG |
| | | Fecha | 16/07/2023 |

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
 NTP 399.613

| | | | |
|-------------|--|------------------|------------|
| REFERENCIA | : Datos de laboratorio | Fecha de ensayo: | 16/07/2023 |
| SOLICITANTE | : LEYDI VANESA MERINO CUADROS | | |
| TESIS | : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE INCORPORANDO LA CENIZA DE TALLO DE HABAS, JAUJA JUNIN, 2022 | | |
| UBICACIÓN | : JUNIN | | |

TIPO: ADOBE PATRÓN

Fecha de elaboración : 17/06/2023

| IDENTIFICACIÓN | l (cm) | b (cm) | d (cm) | W (kg) | S (kg/cm ²) |
|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------------------|
| P-1 | 25.2 | 15.10 | 9.80 | 211 | 5.49 |
| P-2 | 24.7 | 14.70 | 10.10 | 140 | 3.46 |
| P-3 | 25.1 | 15.00 | 10.00 | 195 | 4.89 |
| P-4 | 25.3 | 14.80 | 9.80 | 186 | 4.97 |
| P-5 | 25.0 | 15.00 | 9.90 | 240 | 6.13 |
| P-6 | 25.0 | 15.00 | 10.00 | 141 | 3.52 |
| Promedio | | | | | 4.74 |

CÁLCULO

$$S = 3W(l/2 - x) / bd^2$$

- S = Módulo de rotura del espécimen en el plano de falla.
 W = Máxima carga aplicada en la máquina de ensayo.
 l = Distancia entre apoyos.
 b = Ancho neto (restando los huecos) del espécimen en el plano de falla.
 d = Espesor del espécimen en el plano de falla.
 x = Distancia promedio desde el centro del espécimen hasta el plano de falla.

OBSERVACIONES:

- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA
 * El ensayo a la flexión se realizó sobre unidad de adobe entero.

| | | |
|-------------------------|---|---|
| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
| Jefe de Laboratorio | Glider García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos | JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

Certificado del ensayo de resistencia a flexión del adobe con 3% de ceniza de tallo de habas



Tel: (01) 480-8019
 Cel: 980703014 / 933846839
 Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, It 57, Los Olivos
 Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

| | | | |
|-------------------------------------|---|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO MÓDULO DE ROTURA (ENSAYO A FLEXIÓN) | Código | FOR-LTC-AL-049 |
| | | Revisión | 2 |
| | | Aprobado | CC-JJG |
| | | Fecha | 16/07/2023 |

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
 NTP 399.613

| | | | |
|-------------|--|------------------|------------|
| REFERENCIA | : Datos de laboratorio | Fecha de ensayo: | 16/07/2023 |
| SOLICITANTE | : LEYDI VANESA MERINO CUADROS | | |
| TESIS | : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL ADOBE INCORPORANDO LA CENIZA DE TALLO DE HABAS, JAUJA JUNIN, 2022 | | |
| UBICACIÓN | : JUNIN | | |

TIPO: ADOBE MEJORADO CON 3% DE CENIZA DE TALLO DE HABAS

Fecha de elaboración: 17/06/2023

| IDENTIFICACIÓN | l (cm) | b (cm) | d (cm) | W (kg) | S (kg/cm ²) |
|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------------------|
| 3% DE CENIZA DE TALLO DE HABAS | 25.3 | 14.90 | 9.90 | 209 | 5.43 |
| 3% DE CENIZA DE TALLO DE HABAS | 25.3 | 15.10 | 10.00 | 194 | 4.88 |
| 3% DE CENIZA DE TALLO DE HABAS | 25.3 | 15.20 | 10.20 | 204 | 4.90 |
| 3% DE CENIZA DE TALLO DE HABAS | 24.6 | 15.00 | 9.70 | 209 | 5.46 |
| 3% DE CENIZA DE TALLO DE HABAS | 24.8 | 14.80 | 9.70 | 234 | 6.26 |
| 3% DE CENIZA DE TALLO DE HABAS | 25.1 | 14.70 | 9.80 | 230 | 6.14 |
| Promedio | | | | | 5.51 |

CÁLCULO

$$S = 3W(l/2 - x) / bd^2$$

- S = Módulo de rotura del espécimen en el plano de falla.
 W = Máxima carga aplicada en la máquina de ensayo.
 l = Distancia entre apoyos.
 b = Ancho neto (restando los huecos) del espécimen en el plano de falla.
 d = Espesor del espécimen en el plano de falla.
 x = Distancia promedio desde el centro del espécimen hasta el plano de falla.

OBSERVACIONES:

- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA
 * El ensayo a la flexión se realizó sobre unidad de adobe entero.

| | | |
|---|--|---|
| Elaborado por:  VºBº | Revisado por:  Glider García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 | Aprobado por:  JJ GEOTECNIA S.A.C CONTROL DE CALIDAD |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

Certificado del ensayo de resistencia a flexión del adobe con 3.75% de ceniza de tallo de habas



Tel: (01) 480-8019
 Cel: 980703014 / 933846839
 Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, It 57, Los Olivos
 Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

| | | | |
|-------------------------------------|---|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO MÓDULO DE ROTURA (ENSAYO A FLEXIÓN) | Código | FOR-LTC-AL-049 |
| | | Revisión | 2 |
| | | Aprobado | CC-JJG |
| | | Fecha | 16/07/2023 |

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
 NTP 399.613

| | |
|-------------|--|
| REFERENCIA | : Datos de laboratorio |
| SOLICITANTE | : LEYDI VANESA MERINO CUADROS |
| TESIS | : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL ADOBE INCORPORANDO LA CENIZA DE TALLO DE HABAS, JAUJA JUNIN, 2022 |
| UBICACIÓN | : JUNIN |
| | Fecha de ensayo: 16/07/2023 |

TIPO: ADOBE MEJORADO CON 3.75% CENIZA DE TALLO DE HABAS

Fecha de elaboración : 17/06/2023

| IDENTIFICACION | l (cm) | b (cm) | d (cm) | W (kg) | S (kg/cm ²) |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------------------|
| 3.75% DE CENIZA DE TALLO DE HABAS | 25.3 | 14.90 | 9.90 | 234 | 6.09 |
| 3.75% DE CENIZA DE TALLO DE HABAS | 25.3 | 15.10 | 10.00 | 260 | 6.52 |
| 3.75% DE CENIZA DE TALLO DE HABAS | 25.3 | 15.20 | 10.20 | 269 | 6.44 |
| 3.75% DE CENIZA DE TALLO DE HABAS | 24.6 | 15.00 | 9.70 | 248 | 6.48 |
| 3.75% DE CENIZA DE TALLO DE HABAS | 24.8 | 14.80 | 9.70 | 263 | 7.04 |
| 3.75% DE CENIZA DE TALLO DE HABAS | 25.1 | 14.70 | 9.80 | 256 | 6.82 |
| | | | | Promedio | 6.57 |

CÁLCULO

$$S = 3W(l/2 - x) / bd^2$$

- S = Módulo de rotura del espécimen en el plano de falla.
 W = Máxima carga aplicada en la máquina de ensayo.
 l = Distancia entre apoyos.
 b = Ancho neto (restando los huecos) del espécimen en el plano de falla.
 d = Espesor del espécimen en el plano de falla.
 x = Distancia promedio desde el centro del espécimen hasta el plano de falla.

OBSERVACIONES:

- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA
- * El ensayo a la flexión se realizó sobre unidad de adobe entero.

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

Certificado del ensayo de resistencia a flexión del adobe con 4.5% de ceniza de tallo de habas



Tel: (01) 480-8019
 Cel: 980703014 / 933846839
 Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, It 57, Los Olivos
 Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

| | | | |
|-------------------------------------|---|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO MÓDULO DE ROTURA (ENSAYO A FLEXIÓN) | Código | FOR-LTC-AL-049 |
| | | Revisión | 2 |
| | | Aprobado | CC-JJG |
| | | Fecha | 16/03/2020 |

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
 NTP 399.613

| | | | |
|-------------|--|------------------|------------|
| REFERENCIA | : Datos de laboratorio | | |
| SOLICITANTE | : LEYDI VANESA MERINO CUADROS | | |
| TESIS | : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECANICAS DEL ADOBE INCORPORANDO LA CENIZA DE TALLO DE HABAS, JAUJA JUNIN, 2022 | | |
| UBICACIÓN | : JUNIN | Fecha de ensayo: | 16/07/2023 |

TIPO: ADOBE MEJORADO CON 4.5% CENIZA DE TALLO DE HABAS

Fecha de elaboración : 17/06/2023

| IDENTIFICACIÓN | l (cm) | b (cm) | d (cm) | W (kg) | S (kg/cm ²) |
|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------------------|
| 4.5% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 25.3 | 14.90 | 9.90 | 258 | 6.72 |
| 4.5% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 25.3 | 15.10 | 10.00 | 222 | 5.58 |
| 4.5% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 25.3 | 15.20 | 10.20 | 226 | 5.42 |
| 4.5% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 24.6 | 15.00 | 9.70 | 249 | 6.51 |
| 4.5% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 24.8 | 14.80 | 9.70 | 261 | 6.96 |
| 4.5% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 25.1 | 14.70 | 9.80 | 233 | 6.22 |
| | | | | Promedio | 6.23 |

CÁLCULO

$$S = 3W(l/2 - x) / bd^2$$

- S = Módulo de rotura del espécimen en el plano de falla.
- W = Máxima carga aplicada en la máquina de ensayo.
- l = Distancia entre apoyos.
- b = Ancho neto (restando los huecos) del espécimen en el plano de falla.
- d = Espesor del espécimen en el plano de falla.
- x = Distancia promedio desde el centro del espécimen hasta el plano de falla.

OBSERVACIONES:

- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA
- * El ensayo a la flexión se realizó sobre unidad de adobe entero.

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

Certificado del ensayo de absorción de abobe patrón



Tel: (01) 480-8019
 Cel: 980703014 / 933846839
 Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, It 57, Los Olivos
 Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

| | | | |
|-------------------------------------|------------------------------------|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO ABSORCIÓN | Código | FOR-LAB-CO-009 |
| | | Revisión | 2 |
| | | Aprobado | CC-JJG |
| | | Fecha | 15/08/2023 |

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS

NTP 339.613 / NTP 339.604

| | |
|--------------|--|
| REFERENCIA | : Datos de laboratorio |
| SOLICITANTES | : LEYDI VANESA MERINO CUADROS |
| TESIS | : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE INCORPORANDO LA CENIZA DE TALLO DE HABAS, JAUJA JUNIN, 2022 |
| UBICACIÓN | : JUNIN Fecha de ensayo: 15/08/2023 |
| TIPO | : ADOBE |

| ESPÉCIMEN | PESO SECO (g) | PESO SATURADO (g) 24 hrs | ABSORCIÓN (%) |
|-----------|---------------|-----------------------------|---------------|
| PATRON-1 | 1463.5 | 1815.7 | 24.07 |
| PATRON-2 | 1448.8 | 1812.7 | 25.12 |
| PATRON-3 | 1452.2 | 1817.7 | 25.17 |
| PATRON-4 | 1439.7 | 1798.6 | 24.93 |
| PATRON-5 | 1425.4 | 1748.2 | 22.65 |
| PATRON-6 | 1436.7 | 1786.8 | 24.37 |
| PROMEDIO | | | 24.38 |

OBSERVACIONES:

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

| | | |
|---|---|--|
| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|  |  JJ GEOTECNIA SAC Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 | JJ GEOTECNIA S.A.C.  |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

Certificado del ensayo de absorción de abobe con 3% de ceniza de tallo de habas



Tel: (01) 480-8019
 Cel: 980703014 / 933846839
 Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, It 57, Los Olivos
 Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

| | | | |
|-------------------------------------|---------------------------------|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO ABSORCIÓN | Código | FOR-LAB-CO-009 |
| | | Revisión | 2 |
| | | Aprobado | CC-JJG |
| | | Fecha | 15/08/2023 |

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS

NTP 339.613 / NTP 339.604

| | |
|--------------|--|
| REFERENCIA | : Datos de laboratorio |
| SOLICITANTES | : LEYDI VANESA MERINO CUADROS |
| TESIS | : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE INCORPORANDO LA CENIZA DE TALLO DE HABAS, JAUJA JUNIN, 2022 |
| UBICACIÓN | : JUNIN Fecha de ensayo: 15/08/2023 |
| TIPO | : ADOBE |

| ESPÉCIMEN | PESO SECO (g) | PESO SATURADO (g) 24 hrs | ABSORCIÓN (%) |
|---------------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|
| 3% CENIZA DE TALLO DE HABAS - 1 | 1552.4 | 1826.5 | 17.66 |
| 3% CENIZA DE TALLO DE HABAS - 2 | 1548.7 | 1817.8 | 17.38 |
| 3% CENIZA DE TALLO DE HABAS - 3 | 1558.6 | 1828.5 | 17.32 |
| 3% CENIZA DE TALLO DE HABAS - 4 | 1567.2 | 1815.9 | 15.87 |
| 3% CENIZA DE TALLO DE HABAS - 5 | 1568.4 | 1822.7 | 16.21 |
| 3% CENIZA DE TALLO DE HABAS - 6 | 1560.3 | 1832.4 | 17.44 |
| PROMEDIO | | | 16.98 |

OBSERVACIONES:

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

| | | |
|---------------------|---|--|
| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
| VºBº | Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 | JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

Certificado del ensayo de absorción de abobe con 3.75% de ceniza de tallo de habas



Tel: (01) 480-8019
 Cel: 980703014 / 933846839
 Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, It 57, Los Olivos
 Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

| | | | |
|-------------------------------------|------------------------------------|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO ABSORCIÓN | Código | FOR-LAB-CO-009 |
| | | Revisión | 2 |
| | | Aprobado | CC-JJG |
| | | Fecha | 15/08/2023 |

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS




NTP 339.613 / NTP 339.604

| | |
|--------------|--|
| REFERENCIA | : Datos de laboratorio |
| SOLICITANTES | : LEYDI VANESA MERINO CUADROS |
| TESIS | : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE INCORPORANDO LA CENIZA DE TALLO DE HABAS, JAUJA JUNIN, 2022 |
| UBICACIÓN | : JUNIN Fecha de ensayo: 15/08/2023 |
| TIPO | : ADOBE |

| ESPÉCIMEN | PESO SECO (g) | PESO SATURADO (g) 24 hrs | ABSORCIÓN (%) |
|------------------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|
| 3.75% CENIZA DE TALLO DE HABAS - 1 | 1598.8 | 1815.8 | 13.57 |
| 3.75% CENIZA DE TALLO DE HABAS - 2 | 1588.7 | 1816.9 | 14.36 |
| 3.75% CENIZA DE TALLO DE HABAS - 3 | 1590.3 | 1819.4 | 14.41 |
| 3.75% CENIZA DE TALLO DE HABAS - 4 | 1595.6 | 1817.6 | 13.91 |
| 3.75% CENIZA DE TALLO DE HABAS - 5 | 1601.8 | 1820.1 | 13.63 |
| 3.75% CENIZA DE TALLO DE HABAS - 6 | 1599.6 | 1819.9 | 13.77 |
| PROMEDIO | | | 13.94 |

OBSERVACIONES:

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

| | | |
|---|--|---|
| Elaborado por:  VºBº | Revisado por:  JJ GEOTECNIA SAC Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 | Aprobado por:  JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

Certificado del ensayo de absorción de abobe con 4.5% de ceniza de tallo de habas



Tel: (01) 480-8019
 Cel: 980703014 / 933846839
 Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, It 57, Los Olivos
 Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

| | | | |
|-------------------------------------|---------------------------------|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO ABSORCIÓN | Código | FOR-LAB-CO-009 |
| | | Revisión | 2 |
| | | Aprobado | CC-JJG |
| | | Fecha | 15/08/2023 |

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS

NTP 339.613 / NTP 339.604

| | |
|--------------|--|
| REFERENCIA | : Datos de laboratorio |
| SOLICITANTES | : LEYDI VANESA MERINO CUADROS |
| TESIS | : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE INCORPORANDO LA CENIZA DE TALLO DE HABAS, JAUJA JUNIN, 2022 |
| UBICACIÓN | : JUNIN Fecha de ensayo: 15/08/2023 |
| TIPO | : ADOBE |

| ESPÉCIMEN | PESO SECO (g) | PESO SATURADO (g) 24 hrs | ABSORCIÓN (%) |
|-----------------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|
| 4.5% CENIZA DE TALLO DE HABAS - 1 | 1622.8 | 1815.2 | 11.86 |
| 4.5% CENIZA DE TALLO DE HABAS - 2 | 1625.7 | 1812.7 | 11.50 |
| 4.5% CENIZA DE TALLO DE HABAS - 3 | 1621.3 | 1811.5 | 11.73 |
| 4.5% CENIZA DE TALLO DE HABAS - 4 | 1629.8 | 1815.4 | 11.39 |
| 4.5% CENIZA DE TALLO DE HABAS - 5 | 1620.8 | 1816.9 | 12.10 |
| 4.5% CENIZA DE TALLO DE HABAS - 6 | 1630.7 | 1817.4 | 11.45 |
| PROMEDIO | | | 11.67 |

OBSERVACIONES:

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

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

Certificado del ensayo de resistencia a la compresión de pilas de abobe patrón.



Tel: (01) 480-8019
 Cel: 980703014 / 933846839
 Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, It 57, Los Olivos
 Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

| | | | |
|-------------------------------------|--|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PRISMAS DE ALBAÑILERIA | Código | FOR-LTC-AL-054 |
| | | Revisión | 2 |
| | | Aprobado | CC-MTL |
| | | Fecha | 5/11/2019 |

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
 NTP 399.805 / E.070

| | |
|-------------|---|
| REFERENCIA | : DATOS DE LABORATORIO |
| SOLICITANTE | : LEYDI VANESA MERINO CUADROS |
| TESIS | : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE INCORPORANDO LA CENIZA DE TALLO DE HABAS, JAUJA JUNIUN, 2022 |
| UBICACIÓN | : JUNIN |
| | Fecha de ensayo: 15/08/2023 |

PRESENTACION PILAS TIPO: UNIDADES DE ADORES

| IDENTIFICACION | h (mm) | b (mm) | RELACION h/b | A _h (mm ²) | P Nf | f _h | f _h corregido (kg/cm ²) |
|----------------|-----------|-----------|-----------------|--------------------------------------|---------|----------------|---|
| PATRON | 33.0 | 15.0 | 2.20 | 375 | 3132.4 | 8.4 | 6.3 |
| PATRON | 33.0 | 15.0 | 2.20 | 375 | 3103.8 | 8.3 | 6.2 |
| PATRON | 33.0 | 15.0 | 2.20 | 375 | 3115.6 | 8.3 | 6.2 |
| PATRON | 33.0 | 15.0 | 2.20 | 375 | 3187.8 | 8.5 | 6.4 |
| PATRON | 33.0 | 15.0 | 2.20 | 375 | 3158.9 | 8.4 | 6.3 |
| PATRON | 33.0 | 15.0 | 2.20 | 375 | 3114.3 | 8.3 | 6.2 |
| PROMEDIO | | | | | | | 6.3 |

DONDE:

f_h = Resistencia a la compresión de cada prisma (kg/cm²)

NOTA ILUSTRATIVA: 1 b = 4 448 N

1 Pa = 1 N/m²

1 Kg/cm² = 98 066 sPa

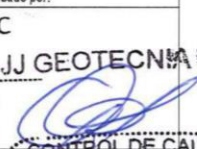
| Esbeltez | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 4,0 | 4,5 | 5,0 |
|----------|------|------|------|------|------|------|
| Factor | 0,73 | 0,80 | 0,91 | 0,95 | 0,98 | 1,00 |

Fuente: Norma E.070

OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

* Número de unidades que conforman cada prisma: 04 unidades.

| | | |
|---|--|--|
| Elaborado por:  JJ GEOTECNIA SAC | Revisado por:  JJ GEOTECNIA SAC Gilder Garcia Guzman INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 | Aprobado por:  JJ GEOTECNIA S.A.C. |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

Certificado del ensayo de resistencia a la compresión de pilas de abobe con 3% de ceniza de tallo de habas.



Tel: (01) 480-8019
 Cel: 980703014 / 933846839
 Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, It 57, Los Olivos
 Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

| | | | | |
|-------------------------------------|---|--|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO | | Código | FOR-LYC-AL-654 |
| | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA | | Revisión | 2 |
| | | | Aprobado | CC-07FL |
| | | | Fecha | 3/11/2019 |

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
 NTP 399.805 / E.070

| | |
|-------------|---|
| REFERENCIA | : DATOS DE LABORATORIO |
| SOLICITANTE | : LEYDI VANESA MERINO CUADROS |
| TEMA | : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE INCORPORANDO LA CENIZA DE TALLO DE HABAS, JUNIO JUNIO 2012 |
| UBICACIÓN | : JUNIN |
| | Fecha de ensayo: 15/06/2013 |

PRESENTACION: PILAS TIPO: UNIDADES DE ADOBES REFORZADO CON 3% CENIZA DE TALLO DE HABAS

| IDENTIFICACION | h (mm) | b (mm) | RELACION | A_n (mm ²) | P (kg) | F_n | F_n corregido (kg/cm ²) |
|-----------------------------|--------|--------|----------|--------------------------|--------|-------|---------------------------------------|
| 3% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 330 | 150 | 2.20 | 375 | 3218.3 | 8.6 | 6.4 |
| 3% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 330 | 150 | 2.20 | 375 | 3245.7 | 8.7 | 6.5 |
| 3% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 330 | 150 | 2.20 | 375 | 3205.1 | 8.7 | 6.5 |
| 3% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 330 | 150 | 2.20 | 375 | 3188.6 | 8.5 | 6.4 |
| 3% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 330 | 150 | 2.20 | 375 | 3158.4 | 8.5 | 6.4 |
| 3% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 330 | 150 | 2.20 | 375 | 3158.4 | 8.4 | 6.3 |
| PROMEDIO | | | | | | | 6.4 |

DONDE:
 f_n = Resistencia a la compresión de cada prisma (kg/cm²)

NOTA ILUSTRATIVA: 1 D = 4.418 N 1 Pa = 1 N/m² 1 Kg/cm² = 98.066 kPa

| Esbeltez | 2.0 | 2.5 | 3.0 | 4.0 | 4.5 | 5.0 |
|----------|------|------|------|------|------|------|
| Factor | 0.73 | 0.80 | 0.91 | 0.95 | 0.98 | 1.00 |

Fuente: Norma E. 070

OBSERVACIONES:
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.
 * Número de unidades que conforman cada prisma: 04 unidades.

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

Certificado del ensayo de resistencia a la compresión de pilas de abobe con 3.75% de ceniza de tallo de habas.



Tel: (01) 480-8019
 Cel: 980703014 / 933846839
 Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, It 57, Los Olivos
 Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

| | | | |
|-------------------------------------|---|-----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO | Código | FOR-LTC-JL-054 |
| | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA | Ejecución | 3 |
| | | Aprobado | CC-MFL |
| | | Fecha | 8/11/2022 |

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
 NTP 209.605 / E.070

REFERENCIA : DATOS DE LABORATORIO
 SOLICITANTE : LEYDI VANESA MERINO CUADROS
 TESIS : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE INCORPORANDO LA CENIZA DE TALLO DE HABAS, JAUJA JUNIO, 2022
 UBICACIÓN : JAUJA
 Fecha de ensayo: 15/08/2022

PRESENTACION : PILAS TIPO: UNIDADES DE ADOBE REFORZADO CON 3.75% CENIZA DE TALLO DE HABAS

| IDENTIFICACION | h (mm) | b (mm) | RELACION h/b | A ₀ (mm ²) | F (kg) | f _m | f _m corregido (kg/cm ²) |
|--------------------------------|--------|--------|--------------|-----------------------------------|--------|----------------|--|
| 3.75% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 33.0 | 15.0 | 2.20 | 375 | 3095.6 | 8.8 | 6.8 |
| 3.75% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 33.0 | 15.0 | 2.20 | 375 | 3207.4 | 8.8 | 6.6 |
| 3.75% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 33.0 | 15.0 | 2.20 | 375 | 3315.2 | 8.8 | 6.6 |
| 3.75% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 33.0 | 15.0 | 2.20 | 375 | 3221.5 | 8.9 | 6.6 |
| 3.75% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 33.0 | 15.0 | 2.20 | 375 | 3345.1 | 8.9 | 6.7 |
| 3.75% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 33.0 | 15.0 | 2.20 | 375 | 3244.9 | 8.9 | 6.7 |
| PROMEDIO | | | | | | | 6.8 |

NOTA: f_m = Resistencia a la compresión de cada prisma (kg/cm²)

NOTA ILUSTRATIVA: 1 b = 4.448" 1 Pa = 1 Nm² 1 Kg/cm² = 98.066 kPa

| Esblez | 2.0 | 2.5 | 3.0 | 4.0 | 4.5 | 5.0 |
|--------|------|------|------|------|------|------|
| Factor | 0.73 | 0.80 | 0.91 | 0.95 | 0.98 | 1.00 |

Fuente: Norma E.070

OBSERVACIONES:
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.
 * Número de unidades que conforman cada prisma: 04 unidades.

| | | |
|--|-------------------|---|
| Elaborado por: Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP Nº 299741 | Revisado por: | Aprobado por: GILDER GARCÍA GUZMÁN CONTROL DE CALIDAD |
|--|-------------------|---|

Certificado del ensayo de resistencia a la compresión de pilas de abobe con 4.5% de ceniza de tallo de habas.



Tel: (01) 480-8019
 Cel: 980703014 / 933846839
 Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, It 57, Los Olivos
 Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

| | | | |
|-------------------------------------|---|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO | Código | FOR-LTC-AL-654 |
| | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA | Revisión | 2 |
| | | Aprobado | CC-MYL |
| | | Fecha | 8/11/2019 |

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
 NTP 399.605 / E.070

| | |
|-------------|--|
| REFERENCIA | : DATOS DE LABORATORIO |
| SOLICITANTE | : LEYDI VANESA MERINO CUADROS |
| TESIS | : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE INCORPORANDO LA CENIZA DE TALLO DE HABAS, JULIA JUNIO, 2022 |
| UBICACIÓN | : JUNIN <small>Fecha de ensayo: 15/08/2023</small> |

PRESENTACION: PILAS TIPO: LINEAJES DE ADOBES REFORZADO CON 4.5% CENIZA DE TALLO DE HABAS

| IDENTIFICACION | n (mm) | * (mm) | RELACION n/n* | A ₀ (mm ²) | P (kg) | f _m | f _m corregido (kg/cm ²) |
|-------------------------------|--------|--------|------------------|-----------------------------------|--------|----------------|--|
| 4.5% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 30.0 | 15.0 | 2.20 | 375 | 3285.0 | 8.8 | 6.6 |
| 4.5% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 30.0 | 15.0 | 2.20 | 375 | 3280.7 | 8.7 | 6.6 |
| 4.5% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 30.0 | 15.0 | 2.20 | 375 | 3045.1 | 8.7 | 6.5 |
| 4.5% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 30.0 | 15.0 | 2.20 | 375 | 3277.4 | 8.7 | 6.6 |
| 4.5% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 30.0 | 15.0 | 2.20 | 375 | 3225.4 | 8.7 | 6.5 |
| 4.5% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 30.0 | 15.0 | 2.20 | 375 | 3221.3 | 8.6 | 6.5 |
| PROMEDIO | | | | | | | 6.5 |

DONDE:

f_m = Resistencia a la compresión de cada prisma (kg/cm²)

NOTA ILUSTRATIVA: 1 b = 4 48 N

1 P₂ = 11802

1 Kg/cm² = 98.066 kPa

| Esbeltez | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 4,0 | 4,5 | 5,0 |
|----------|------|------|------|------|------|------|
| Factor | 0,73 | 0,80 | 0,91 | 0,95 | 0,98 | 1,00 |

Fuente: Norma E 070

OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

* Número de unidades que conforman cada prisma: 04 unidades.

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

Certificado del ensayo de resistencia a la compresión de muretes del adobe patrón.



Tel: (01) 480-8019
 Cel: 980703014 / 933846639
 Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, It 57, Los Olivos
 Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

| | |
|-------------------------------------|--|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES ELABORADOS CON UNIDADES DE ALBANILERÍA |
|-------------------------------------|--|

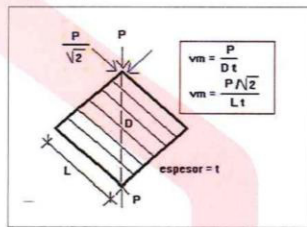
TESIS : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE INCORPORANDO LA CENIZA DE TALLO DE HABAS, JAUJA JUNIN, 2022
 SOLICITANTE : LEYDI VANESA MERINO CUADROS
 UBICACIÓN DE PROYECTO : JUNIN
 FECHA DE ENSAYO : 16/07/2023

Tipo de muestra : Unidades de bloques de adobes
 Presentación : Muretes

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES
 ASTM E519 / NTP 399.621

| IDENTIFICACIÓN | FECHA DE ELABORACIÓN | FECHA DE ROTURA | EDAD (Días) | LARGO DE MURETE (mm) | ALTURA DE MURETE (mm) | ESPESOR DE MURETE (mm) | FUERZA MÁXIMA (kg) | FUERZA MÁXIMA (N) | ÁREA DE LA DIAGONAL (mm ²) | ESFUERZO v_m | |
|-------------------|----------------------|-----------------|-------------|----------------------|-----------------------|------------------------|--------------------|-------------------|--|------------------------|------------------------|
| BLOQUE PATRON M-1 | 17/06/2023 | 15/07/2023 | 28 | 651.0 | 724.2 | 155.0 | 389 | 3813.8 | 150937.4 | 0.03 MPa | 0.3 kg/cm ² |
| BLOQUE PATRON M-2 | 17/06/2023 | 15/07/2023 | 28 | 651.0 | 724.2 | 155.0 | 395 | 3877.5 | 150937.4 | 0.03 MPa | 0.3 kg/cm ² |
| BLOQUE PATRON M-3 | 17/06/2023 | 15/07/2023 | 28 | 651.0 | 724.2 | 155.0 | 412 | 4040.3 | 150937.4 | 0.03 MPa | 0.3 kg/cm ² |
| BLOQUE PATRON M-4 | 17/06/2023 | 15/07/2023 | 28 | 651.0 | 726.2 | 155.0 | 477 | 4677.7 | 151168.1 | 0.03 MPa | 0.3 kg/cm ² |
| BLOQUE PATRON M-5 | 17/06/2023 | 15/07/2023 | 28 | 651.0 | 724.3 | 155.0 | 395 | 3873.6 | 150949.0 | 0.03 MPa | 0.3 kg/cm ² |
| BLOQUE PATRON M-6 | 17/06/2023 | 15/07/2023 | 28 | 651.0 | 724.3 | 155.0 | 397 | 3893.2 | 150949.0 | 0.03 MPa | 0.3 kg/cm ² |
| PROMEDIO | | | | | | | | | | 0.3 kg/cm ² | |

CÁLCULO:



OBSERVACIONES:

- * Muestras realizadas en el laboratorio de JJ GEOTECNIA
- * Los insumos para la elaboración de los bloques fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de JJ GEOTECNIA
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA

| | | |
|-------------------------|---|--|
| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
| Jefe de Laboratorio | Gider Garcia Guzman INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 | JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

Certificado del ensayo de resistencia a la compresión de muretes de abobe con 3% de ceniza de tallo de habas.



Tel: (01) 480-8019
 Cel: 980703014 / 933846839
 Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, It 57, Los Olivos
 Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

| | |
|-------------------------------------|--|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES ELABORADOS CON UNIDADES DE ALBAÑILERÍA |
|-------------------------------------|--|

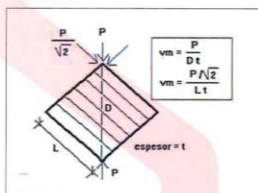
TESIS : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE INCORPORANDO LA CENIZA DE TALLO DE HABAS, JULIA JUNIN,2022
 SOLICITANTE : LEYDI VANESA MERINO CUADROS
 UBICACIÓN DE PROYECTO : JUNIN
 FECHA DE ENSAYO : 16/07/2023

Tipo de muestra : Unidades de bloques de adobes con 3% ceniza de tallo de habas
 Presentación : Muretes

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES
 ASTM E519 / NTP 399.621

| IDENTIFICACIÓN | FECHA DE ELABORACIÓN | FECHA DE ROTURA | EDAD (Días) | LARGO DE MURETE (mm) | ALTURA DE MURETE (mm) | ESPESOR DE MURETE (mm) | FUERZA MÁXIMA (kg) | FUERZA MÁXIMA (N) | ÁREA DE LA DIAGONAL (mm ²) | ESFUERZO σ_m |
|--|----------------------|-----------------|-------------|----------------------|-----------------------|------------------------|--------------------|-------------------|--|------------------------|
| BLOQUE CON 3% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 17/06/2023 | 15/07/2023 | 28 | 651.0 | 724.2 | 155.0 | 582 | 5707.4 | 150937.4 | 0.04 MPa |
| BLOQUE CON 3% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 17/06/2023 | 15/07/2023 | 28 | 651.0 | 724.2 | 155.0 | 545 | 5344.6 | 150937.4 | 0.04 MPa |
| BLOQUE CON 3% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 17/06/2023 | 15/07/2023 | 28 | 651.0 | 724.2 | 155.0 | 568 | 5570.1 | 150937.4 | 0.04 MPa |
| BLOQUE CON 3% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 17/06/2023 | 15/07/2023 | 28 | 651.0 | 726.2 | 155.0 | 577 | 5658.4 | 151168.1 | 0.04 MPa |
| BLOQUE CON 3% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 17/06/2023 | 15/07/2023 | 28 | 651.0 | 724.3 | 155.0 | 595 | 5834.9 | 150949.0 | 0.04 MPa |
| BLOQUE CON 3% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 17/06/2023 | 15/07/2023 | 28 | 651.0 | 724.3 | 155.0 | 602 | 5903.6 | 150949.0 | 0.04 MPa |
| PROMEDIO | | | | | | | | | | 0.4 kg/cm ² |

CÁLCULO:



OBSERVACIONES:
 * Muestras realizadas en el laboratorio de JJ GEOTECNIA
 * Los insumos para la elaboración de los bloques fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de JJ GEOTECNIA
 * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA.

| | | |
|---------------------|---|---|
| Elaborado por: | Revisado por: JJ GEOTECNIA SAC Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 | Aprobado por: JJ GEOTECNIA S.A.C CONTROL DE CALIDAD |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

Certificado del ensayo de resistencia a la compresión de muretes de abobe con 3.75% de ceniza de tallo de habas.



Tel: (01) 480-8019
 Cel: 980703014 / 933846839
 Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, It 57, Los Olivos
 Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

| | |
|-------------------------------------|--|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES ELABORADOS CON UNIDADES DE ALBAÑILERÍA |
|-------------------------------------|--|

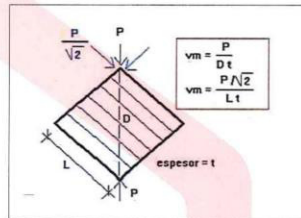
TESIS : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE INCORPORANDO LA CENIZA DE TALLO DE HABAS, JALUJA JUNIN, 2022
 SOLICITANTE : LEYDI VANESA MERINO CUADROS
 UBICACIÓN DE PROYECTO : JUNIN
 FECHA DE ENSAYO : 16/07/2023

Tipo de muestra : Unidades de bloques de adobes con 3.75% ceniza de tallo de habas
 Presentación : Muretes

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES
 ASTM E519 / NTP 399.621

| IDENTIFICACIÓN | FECHA DE ELABORACIÓN | FECHA DE ROTURA | EDAD (Días) | LARGO DE MURETE (mm) | ALTURA DE MURETE (mm) | ESPESOR DE MURETE (mm) | FUERZA MÁXIMA (kg) | FUERZA MÁXIMA (N) | ÁREA DE LA DIAGONAL (mm ²) | ESFUERZO V _m |
|---|----------------------|-----------------|-------------|----------------------|-----------------------|------------------------|--------------------|-------------------|--|------------------------------------|
| BLOQUE CON 3.75% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 17/06/2023 | 15/07/2023 | 28 | 651.0 | 724.2 | 155.0 | 875 | 8580.8 | 150937.4 | 0.06 MPa 0.6 kg/cm ² |
| BLOQUE CON 3.75% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 17/06/2023 | 15/07/2023 | 28 | 651.0 | 724.2 | 155.0 | 866 | 8492.5 | 150937.4 | 0.06 MPa 0.6 kg/cm ² |
| BLOQUE CON 3.75% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 17/06/2023 | 15/07/2023 | 28 | 651.0 | 724.2 | 155.0 | 888 | 8708.3 | 150937.4 | 0.06 MPa 0.6 kg/cm ² |
| BLOQUE CON 3.75% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 17/06/2023 | 15/07/2023 | 28 | 651.0 | 726.2 | 155.0 | 871 | 8541.5 | 151168.1 | 0.06 MPa 0.6 kg/cm ² |
| BLOQUE CON 3.75% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 17/06/2023 | 15/07/2023 | 28 | 651.0 | 724.3 | 155.0 | 842 | 8257.2 | 150949.0 | 0.05 MPa 0.6 kg/cm ² |
| BLOQUE CON 3.75% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 17/06/2023 | 15/07/2023 | 28 | 651.0 | 724.3 | 155.0 | 882 | 8649.4 | 150949.0 | 0.06 MPa 0.6 kg/cm ² |
| PROMEDIO | | | | | | | | | | 0.6 kg/cm ² |

CÁLCULO:



- OBSERVACIONES:
- Muestras realizadas en el laboratorio de JJ GEOTECNIA
 - Los insumos para la elaboración de los bloques fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de JJ GEOTECNIA
 - Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA

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

Certificado del ensayo de resistencia a la compresión de muretes de abobe con 4.5% de ceniza de tallo de habas.



Tel: (01) 480-8019
 Cel: 980703014 / 933846839
 Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, It 57, Los Olivos
 Email: informes@jjgeotecniasac.com

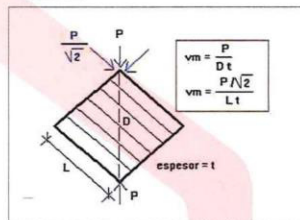
www.jjgeotecniasac.com

| | |
|--|--|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES ELABORADOS CON UNIDADES DE ALBAÑILERÍA |
| TESIS : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE INCORPORANDO LA CENIZA DE TALLO DE HABAS, JAUJA JUNIN, 2022 SOLICITANTE : LEYDI VANESA MERINO CUADROS UBICACIÓN DE PROYECTO : JUNIN FECHA DE ENSAYO : 16/07/2023 | |
| Tipo de muestra : Unidades de bloques de adobes con 4.5% ceniza de tallo de habas Presentación : Muretes | |

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES ASTM E519 / NTP 399.621

| IDENTIFICACIÓN | FECHA DE ELABORACIÓN | FECHA DE ROTURA | EDAD (Días) | LARGO DE MURETE (mm) | ALTURA DE MURETE (mm) | ESPESOR DE MURETE (mm) | FUERZA MÁXIMA (kg) | FUERZA MÁXIMA (N) | ÁREA DE LA DIAGONAL (mm ²) | ESFUERZO v_m | |
|--|----------------------|-----------------|-------------|----------------------|-----------------------|------------------------|--------------------|-------------------|--|----------------|------------------------|
| BLOQUE CON 4.5% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 17/06/2023 | 15/07/2023 | 28 | 651.0 | 724.2 | 155.0 | 705 | 6913.7 | 150937.4 | 0.05 MPa | 0.5 kg/cm ² |
| BLOQUE CON 4.5% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 17/06/2023 | 15/07/2023 | 28 | 651.0 | 724.2 | 155.0 | 788 | 7727.6 | 150937.4 | 0.05 MPa | 0.5 kg/cm ² |
| BLOQUE CON 4.5% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 17/06/2023 | 15/07/2023 | 28 | 651.0 | 724.2 | 155.0 | 776 | 7609.9 | 150937.4 | 0.05 MPa | 0.5 kg/cm ² |
| BLOQUE CON 4.5% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 17/06/2023 | 15/07/2023 | 28 | 651.0 | 726.2 | 155.0 | 700 | 6864.6 | 151168.1 | 0.05 MPa | 0.5 kg/cm ² |
| BLOQUE CON 4.5% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 17/06/2023 | 15/07/2023 | 28 | 651.0 | 724.3 | 155.0 | 794 | 7786.4 | 150949.0 | 0.05 MPa | 0.5 kg/cm ² |
| BLOQUE CON 4.5% CENIZA DE TALLO DE HABAS | 17/06/2023 | 15/07/2023 | 28 | 651.0 | 724.3 | 155.0 | 707 | 6933.3 | 150949.0 | 0.05 MPa | 0.5 kg/cm ² |
| PROMEDIO | | | | | | | | | | | 0.5 kg/cm ² |

CÁLCULO:



OBSERVACIONES:

- Muestras realizadas en el laboratorio de JJ GEOTECNIA
- Los insumos para la elaboración de los bloques fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de JJ GEOTECNIA
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA

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

Anexo. Panel fotográfico

Obtención de la tierra



Obtención de la ceniza



Preparación del material para análisis granulométrico



Elaboración de abobes



Ensayo de resistencia a compresión



Ensayo de resistencia a flexión



Ensayo de absorción de agua



Elaboración de muretes de adobe



Elaboración de Pilas de abobe



Ensayo de resistencia a compresión de muretes



Ensayo de compresión de pilas



FICHAS DE PRESUPUESTO CON EL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Ficha 1

Análisis de precios unitarios y presupuesto del bloque de adobe patrón

Análisis de precios unitarios

| Presupuesto | 1302002 "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE INCORPORANDO LA CENIZA DEL TALLO DE HABA | | | | |
|----------------|--|---|--------------|----------------------------------|----------|
| Subpresupuesto | 001 BLOQUE DE ADOBE PATRON | | | | |
| Partida | 01.01 | BLOQUE DE ADOBE PATRON DE 25 cm x 15 cm x 10 cm | | | |
| Rendimiento | und/DIA | 150.0000 | EQ. 150.0000 | Costo unitario directo por : und | |
| Código | Descripción Recurso | | Unidad | Cuadrilla | Cantidad |
| | | Mano de Obra | | | |
| 0101010003 | OPERARIO | | hh | 1.0000 | 0.0533 |
| 0101010005 | PEON | | hh | 1.0000 | 0.0533 |
| | | Materiales | | | |
| 2311000010005 | TIERRA | | kg | | 10.0000 |
| 2311000010006 | AGUA | | l | | 3.2000 |
| 02311000010007 | PAJA | | kg | | 0.1000 |
| | | Equipos | | | |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | | %mo | | 5.0000 |

Ficha 2

Análisis de precios unitarios y presupuesto del bloque de adobe con 3% de ceniza de tallo de habas

Análisis de precios unitarios

| Presupuesto | 1302002 "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE INCORPORANDO LA CENIZA DEL TALLO DE HABA | | | | |
|----------------|--|---|--------------|----------------------------------|----------|
| Subpresupuesto | 002 BLOQUE DE ADOBE CON 3% DE CENIZA DE TALLO DE HABAS | | | | |
| Partida | 02.01 | BLOQUE DE ADOBE CON 3% DE CENIZA DE TALLO DE HABAS DE 25 cm x 15 cm x 10 cm | | | |
| Rendimiento | und/DIA | 150.0000 | EQ. 150.0000 | Costo unitario directo por : und | |
| Código | Descripción Recurso | | Unidad | Cuadrilla | Cantidad |
| | | Mano de Obra | | | |
| 0101010003 | OPERARIO | | hh | 1.0000 | 0.0533 |
| 0101010005 | PEON | | hh | 1.0000 | 0.0533 |
| | | Materiales | | | |
| 2311000010005 | TIERRA | | kg | | 10.0000 |
| 2311000010006 | AGUA | | l | | 3.2000 |
| 02311000010007 | PAJA | | kg | | 0.1000 |
| 0271040051 | CENIZA DE TALLO DE HABAS | | kg | | 0.3000 |
| | | Equipos | | | |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | | %mo | | 5.0000 |

Ficha 3

Análisis de precios unitarios y presupuesto del bloque de adobe con 3.75% de ceniza de tallo de habas

Análisis de precios unitarios

| Presupuesto | 1302002 "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE INCORPORANDO LA CENIZA DEL TALLO DE HABA | | | |
|----------------|--|--|--------------|----------------------------------|
| Subpresupuesto | 003 BLOQUE DE ADOBE CON 3.75% DE CENIZA DE TALLO DE HABAS | | | |
| Partida | 03.01 | BLOQUE DE ADOBE CON 3.75% DE CENIZA DE TALLO DE HABAS DE 25 cm x 15 cm x 10 cm | | |
| Rendimiento | und/DIA | 150.0000 | EQ. 150.0000 | Costo unitario directo por : und |
| Código | Descripción Recurso | | Unidad | Cuadrilla Cantidad |
| | Mano de Obra | | | |
| 0101010003 | OPERARIO | | hh | 1.0000 0.0533 |
| 0101010005 | PEON | | hh | 1.0000 0.0533 |
| | Materiales | | | |
| 2311000010005 | TIERRA | | kg | 10.0000 |
| 2311000010006 | AGUA | | l | 3.2000 |
| 02311000010007 | PAJA | | kg | 0.1000 |
| 0271040051 | CENIZA DE TALLO DE HABAS | | kg | 0.3750 |
| | Equipos | | | |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | | %mo | 5.0000 |

Ficha 4

Análisis de precios unitarios y presupuesto del bloque de adobe con 4.5% de ceniza de tallo de habas

Análisis de precios unitarios

| Presupuesto | 1302002 "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE INCORPORANDO LA CENIZA DEL TALLO DE HABA | | | | |
|----------------|--|---|--------------|----------------------------------|----------|
| Subpresupuesto | 004 BLOQUE DE ADOBE CON 4.5% DE CENIZA DE TALLO DE HABAS | | | | |
| Partida | 04.01 | BLOQUE DE ADOBE CON 4.5% DE CENIZA DE TALLO DE HABAS DE 25 cm x 15 cm x 10 cm | | | |
| Rendimiento | und/DIA | 150.0000 | EQ. 150.0000 | Costo unitario directo por : und | |
| Código | Descripción Recurso | | Unidad | Cuadrilla | Cantidad |
| | Mano de Obra | | | | |
| 0101010003 | OPERARIO | | hh | 1.0000 | 0.0533 |
| 0101010005 | PEON | | hh | 1.0000 | 0.0533 |
| | Materiales | | | | |
| 2311000010005 | TIERRA | | kg | | 10.0000 |
| 2311000010006 | AGUA | | l | | 3.2000 |
| 02311000010007 | PAJA | | kg | | 0.1000 |
| 0271040051 | CENIZA DE TALLO DE HABAS | | kg | | 0.4500 |
| | Equipos | | | | |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | | %mo | | 5.0000 |