



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Evaluación de las propiedades mecánicas del adobe incorporando  
estiércol de vaca y cáscara de arveja en Morropón - Piura, 2023

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

**Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Barco Cordova, Marisel ([orcid.org/0000-0002-7625-5515](https://orcid.org/0000-0002-7625-5515))

Montenegro Rojas, Pedro Daniel ([orcid.org/0000-0003-0825-7380](https://orcid.org/0000-0003-0825-7380))

**ASESOR:**

Mg. Medina Carbajal, Lucio Sigifredo ([orcid.org/0000-0001-5207-4421](https://orcid.org/0000-0001-5207-4421))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

PIURA – PERÚ

2023

## **Dedicatoria**

*Dedicamos nuestra tesis principalmente a Dios, por concedernos la fuerza necesaria para alcanzar esta meta.*

*A nuestros queridos padres, les agradecemos por su inmenso amor y por ser nuestra constante motivación para seguir adelante.*

*Asimismo, a nuestros queridos hermanos, les agradecemos por brindarnos su apoyo moral durante esas largas noches de investigación.*

*Y, por último, a aquellos que no creyeron en nosotros, su actitud nos impulsó a esforzarnos aún más.*

*Marisel Barco y Pedro Montenegro*

## **Agradecimiento**

*A nuestro estimado docente Medina Carbajal, Lucio Sigifredo por los conocimientos y orientaciones brindadas en clases que permitieron la realización de esta tesis con mucha más facilidad.*

*Marisel Barco y Pedro Montenegro*



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, MEDINA CARBAJAL LUCIO SIGIFREDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis titulada: "Evaluación de las propiedades mecánicas del adobe incorporando estiércol de vaca y cáscara de arveja en Morropón - Piura, 2023", cuyos autores son MONTENEGRO ROJAS PEDRO DANIEL, BARCO CORDOVA MARISEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

PIURA, 26 de Diciembre del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
MEDINA CARBAJAL LUCIO SIGIFREDO <b>DNI:</b> 40534510 <b>ORCID:</b> 0000-0001-5207-4421	Firmado electrónicamente por: LMEDINAC el 26-12- 2023 18:57:15

Código documento Trilce: TRI - 0709134



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Nosotros, BARCO CORDOVA MARISEL, MONTENEGRO ROJAS PEDRO DANIEL estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Evaluación de las propiedades mecánicas del adobe incorporando estiércol de vaca y cáscara de arveja en Morropón - Piura, 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

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

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

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
MONTENEGRO ROJAS PEDRO DANIEL <b>DNI:</b> 70034884 <b>ORCID:</b> 0000-0003-0825-7380	Firmado electrónicamente por: PDMONTENEGROM el 12-04-2024 12:53:23
BARCO CORDOVA MARISEL <b>DNI:</b> 72414118 <b>ORCID:</b> 0000-0002-7625-5515	Firmado electrónicamente por: BBARCOCO5 el 12-04-2024 12:59:26

Código documento Trilce: INV - 1573038

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Declaratoria de Autenticidad del Asesor .....	iv
Declaratoria de Originalidad del Autor / Autores .....	v
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT .....	xii
I. INTRODUCCIÓN .....	13
II. MARCO TEÓRICO .....	16
III. METODOLOGÍA .....	28
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	28
3.2. Variables y operacionalización.....	29
3.3. Población, muestra y muestreo.....	30
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	30
3.5. Procedimiento .....	31
3.6. Método de análisis de datos: .....	33
3.7. Aspectos éticos.....	33
IV. RESULTADOS .....	34
4.1. Características de la composición del suelo .....	34
4.2. Influencia del estiércol de vaca y la cáscara de arveja en la resistencia a la compresión del adobe.....	36
4.3. Influencia del estiércol de vaca y la cáscara de arveja en la resistencia a la compresión a flexión del adobe y porcentaje de absorción.....	48
4.4. Influencia del estiércol de vaca y la cáscara de arveja en el porcentaje de absorción de agua del adobe.....	58
V. DISCUSIÓN.....	70
V. CONCLUSIONES .....	74

VI. RECOMENDACIONES.....	76
REFERENCIAS.....	77

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Cantidad de Materiales .....	31
<b>Tabla 2</b> Ensayo de especímenes.....	32
<b>Tabla 3</b> Prueba de cinta de barro en situ .....	34
<b>Tabla 4</b> Prueba de presencia de arcilla o resistencia seca .....	34
<b>Tabla 5</b> Resultados del ensayo de límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad. ....	35
<b>Tabla 6</b> Resultados del ensayo de granulometría.....	36
<b>Tabla 7</b> Resultados obtenidos al someter la muestra patrón a ensayo de resistencia a la compresión .....	37
<b>Tabla 8</b> Resultados obtenidos al someter a la muestra estabilizada a ensayo de compresión.....	37
<b>Tabla 9</b> Resultados obtenidos al someter a la muestra estabilizada a ensayo de compresión.....	38
<b>Tabla 10</b> Resultados obtenidos al someter a la muestra estabilizada a ensayo de compresión.....	38
<b>Tabla 11</b> Resultados promedios obtenidos al someter a la muestra estabilizada a ensayo de compresión .....	39
<b>Tabla 12</b> Resultados de prueba de normalidad. ....	41
<b>Tabla 13</b> Resultados de test de homogeneidad de varianza de Levene.....	43
<b>Tabla 14</b> Resultados de la prueba de análisis de varianza (ANOVA) para resistencia a la compresión. ....	44
<b>Tabla 15</b> Prueba Post Hoc- Tuckey. ....	45
<b>Tabla 16</b> Prueba Post Hoc- Tuckey (Sub conjuntos) .....	47
<b>Tabla 17</b> Resultados obtenidos al someter a la muestra patrón a ensayo de flexión. ....	48
<b>Tabla 18</b> Resultados obtenidos al someter a la muestra estabilizada a ensayo de flexión.....	49
<b>Tabla 19</b> Resultados obtenidos al someter a la muestra estabilizada a ensayo de flexión .....	49

<b>Tabla 20</b> Resultados obtenidos al someter a la muestra estabilizada a ensayo de flexión .....	50
<b>Tabla 21</b> Resultados obtenidos al someter a la muestra estabilizada a ensayo de flexión .....	50
<b>Tabla 22</b> Resultados de prueba de normalidad. ....	53
<b>Tabla 23</b> Resultados de test de homogeneidad de varianza de Levene.....	54
<b>Tabla 24</b> Resultados de la prueba de igualdad de medias de Welch .....	55
<b>Tabla 25</b> Prueba Post Hoc- Games Howell.....	56
<b>Tabla 26</b> Resultados del ensayo de absorción de la muestra patrón.....	59
<b>Tabla 27</b> Resultados del ensayo de absorción de la muestra estabilizada.....	59
<b>Tabla 28</b> Resultados del ensayo de absorción de la muestra estabilizada.....	60
<b>Tabla 29</b> Resultados del ensayo de absorción de la muestra estabilizada.....	60
<b>Tabla 30</b> Resultados de promedios del ensayo de absorción.....	61
<b>Tabla 31</b> Resultados de prueba de normalidad. ....	64
<b>Tabla 32</b> Resultados de test de homogeneidad de varianza de Levene.....	66
<b>Tabla 33</b> Resultados de la prueba de análisis de varianza (ANOVA) para porcentaje de absorción.....	67
<b>Tabla 34</b> Prueba Post Hoc- Tuckey. ....	68
<b>Tabla 35</b> Prueba Post Hoc- Tuckey (Sub conjuntos). ....	69
<b>Tabla 36</b> Operacionalización de variables .....	83

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Variación de resultados.....	40
<b>Figura 2</b>	Variación de resultados.....	51
<b>Figura 3</b>	Comparativo de resultados de porcentaje de absorción.....	62
<b>Figura 4</b>	Prueba de cinta de barro.....	103
<b>Figura 5</b>	Prueba de resistencia seca.....	103
<b>Figura 6</b>	Cernir la tierra con una malla, para eliminar impurezas y piedritas. ...	104
<b>Figura 7</b>	Preparación de la tierra.....	104
<b>Figura 8</b>	Identificación de la mezcla por proporción.....	105
<b>Figura 9</b>	Adobera de madera de 19 cm x 9cm x 9cm, para los adobes.....	105
<b>Figura 10</b>	Ensayo de granulometría.....	106
<b>Figura 11</b>	Secado de adobes por 28 días bajo sombra.....	106
<b>Figura 12</b>	Ensayo de resistencia a la compresión.....	107
<b>Figura 13</b>	Falla de la muestra al ensayo de resistencia a compresión.....	107
<b>Figura 14</b>	Ensayo de resistencia a flexión.....	108
<b>Figura 15</b>	Falla de la muestra al ensayo de resistencia a flexión.....	108
<b>Figura 16</b>	Ensayo de absorción de agua, pesado de muestra saturada.....	109
<b>Figura 17</b>	Ensayo de absorción de agua, pesado de muestra seca.....	109
<b>Figura 18</b>	Secado en horno de muestras saturadas.....	110

## RESUMEN

Esta tesis tuvo como objetivo evaluar la influencia del uso de estiércol de vaca y cáscara de arveja en las propiedades mecánicas del adobe en Morropón - Piura. El adobe simple en esta región plantea preocupaciones de seguridad debido a su baja resistencia y limitada ductilidad frente a fuerzas sísmicas, lo que ha resultado en daños en viviendas en eventos sísmicos pasados. La investigación, de tipo aplicada con diseño experimental, utilizó como muestra 60 bloques de adobe, los cuales presentan dosificaciones para el estiércol de vaca de 0%, 4%, 9%, 13% y cáscara de arveja 0%, 4% 6%, 11%.

Del ensayo de granulometría y límites de atterberg se obtuvo un suelo CL/arcilla de baja plasticidad según SUCS y A-6(6) según AASHTO. En los ensayos de flexión y compresión, la muestra M4, con un 13% de estiércol de vaca + 11% de cáscara de arveja, mostraron los valores más altos con 2.4 kgf/cm<sup>2</sup> y 25.0 kgf/cm<sup>2</sup>, respectivamente, lo que representa un incremento significativo en comparación con la muestra patrón M1, que no contenían estos insumos. Además, en el ensayo de absorción de agua, la muestra M4 demostró una absorción un 19.58% menor que la M1. Estos resultados indican que la Integración de estiércol de vaca y cáscara de arveja mejora la resistencia mecánica y reduce la absorción de agua del adobe.

Palabras clave: Adobe, estiércol de vaca, cáscara de arveja, propiedades mecánicas, absorción.

## ABSTRACT

This thesis aimed to evaluate the influence of the use of cow manure and pea shell on the mechanical properties of adobe in Morropón - Piura. Simple adobe in this region raises safety concerns due to its low strength and limited ductility against seismic forces, which has resulted in damage to homes in past seismic events. The research, of an applied type with an experimental design, used 60 adobe blocks as a sample, which have dosages for cow manure of 0%, 4%, 9%, 13% and pea shells 0%, 4% 6% , eleven%.

From the granulometry and Atterberg limits tests, a CL/clay soil with low plasticity was obtained according to SUCS and A-6(6) according to AASHTO. In the bending and compression tests, sample M4, with 13% cow dung and 11% pea shells, exhibited the highest values with 2.4 kgf/cm<sup>2</sup> and 25.0 kgf/cm<sup>2</sup>, respectively, representing a significant increase compared to the standard sample M1, which did not contain these inputs. Furthermore, in the water absorption test, sample M4 demonstrated 19.58% lower absorption than M1. These results indicate that the incorporation of cow manure and pea shells improves the mechanical resistance and reduces water absorption of the adobe.

**Keywords:** Adobe, cow dung, pea shell, mechanical properties, absorption.

## I. INTRODUCCIÓN

Una considerable parte de la población global reside en edificios construidos principalmente con tierra, sin seguir necesariamente normas o técnicas especializadas de construcción, especialmente en áreas propensas a terremotos. A lo largo de la historia, varios sismos de considerable intensidad han ocasionado consecuencias devastadoras en estas estructuras, evidenciando su alta vulnerabilidad sísmica debido a factores, como las propiedades mecánicas deficientes del adobe y detalles constructivos inadecuados. (Cassese et al., 2021)

Las deficiencias en las propiedades mecánicas de las estructuras de adobe se han evidenciado a lo largo del tiempo a través de una serie de eventos sísmicos significativos. Según Ahmadi et al. (2022), los fuertes eventos sísmicos ocurridos en Perú entre 1900 y 2011 dejaron graves daños a las construcciones de mampostería de tierra y escombros, resultando aproximadamente un 38% de víctimas por desastres naturales. Perú ha sido uno de los países que ha sufrido pérdidas sociales y económicas importantes debido a estos eventos sísmicos como los ocurridos en 1970, 1996, 2001 y 2007, se registraron daños significativos en las construcciones de adobe y el más devastador terremoto de Pisco en 2007, afectó al centro de Perú y tuvo un impacto severo en las construcciones de adobe. Alrededor del 80% de estas construcciones sufrieron daños significativos, y aproximadamente el 32% de las estructuras históricas y monumentales en el área de Pisco colapsaron por completo.

Según Mohammadi y Morshed (2022), el adobe se destaca por ser más respetuoso con el medio ambiente y rentable. Sin embargo, en terremotos pasados, los edificios de adobe han demostrado un rendimiento deficiente, ocasionando pérdidas económicas y víctimas. Esto se debe a que presenta una resistencia a la tracción bastante reducida y a la poca ductilidad del adobe ante fuerzas sísmicas. Por ello es necesario llevar a cabo estudios adicionales para potenciar las características mecánicas.

El Instituto Nacional de Estadística e Informática (2017), en el censo nacional de poblaciones y viviendas 2017, registraron 14 511 viviendas con material noble, 26 073 de adobe y 4 052 precarios. Se aprecia que el material predominante usado en las viviendas de la provincia de Morropón es el adobe. Según Dawood et al. (2021), la preferencia por el uso de adobe se atribuye a su simplicidad, económico costo, excelente capacidad de aislamiento térmico y acústico, facilidad de trabajo y larga durabilidad en la construcción. Además, la arcilla utilizada en este material puede ser reciclada o devuelta al suelo sin causar ningún impacto negativo.

Durante las últimas décadas, el impacto ambiental del sector de la construcción ha experimentado un marcado aumento, afectando tanto al calentamiento global como al agotamiento de los recursos naturales. Por ello, resulta imprescindible transformar nuestras prácticas constructivas, enfocándonos especialmente en la utilización de materiales que generen un menor impacto ambiental y sean renovables (Ouedraogo et al., 2023)

La problemática principal radica en que el adobe simple utilizado en la provincia de Morropón presenta deficiencias significativas en sus propiedades mecánicas, lo que representa una preocupación considerable para la seguridad, estabilidad y durabilidad de las edificaciones construidas con este material. Las propiedades mecánicas deficientes del adobe simple, como la baja resistencia a la compresión, tracción y flexión, así como su limitada ductilidad ante fuerzas sísmicas, han ocasionado la formación de fisuras y grietas en las paredes de las viviendas en eventos sísmicos pasados, poniendo en riesgo a sus ocupantes. Además, la falta de propiedades mecánicas adecuadas del adobe simple también limita sus posibilidades de empleo en la construcción de infraestructuras más sólidas y resistentes. Esto representó un desafío significativo para avanzar hacia prácticas constructivas más seguras y sostenibles en la provincia de Morropón.

Esta tesis se justificó por su contribución a la ingeniería civil en Perú al proponer la Integración de insumos agrícolas como estiércol de vaca y cáscara de arveja que mejoraría sustancialmente las propiedades del adobe como material de construcción.

Esta innovación permitió abordar de manera efectiva la necesidad de seguridad frente a fenómenos sísmicos y continuará siendo renovable. Además, esta investigación ofrece un significativo aporte a la sociedad al mejorar un material de construcción mientras se mantiene su carácter económico y accesible para su uso generalizado.

La presente investigación se centró en evaluar la influencia del uso del estiércol de vaca y la cáscara de arveja en la optimización de las propiedades del adobe en Morropón, Piura. En este contexto, surgió la siguiente cuestión de investigación: ¿Cómo influye la Integración del estiércol de vaca y la cáscara de arveja en las propiedades mecánicas del adobe en Morropón, Piura?, y específicas como ,¿Cuáles son las características del suelo para la elaboración de adobe?,¿Cómo influye la Integración de estiércol de vaca y cáscara de arveja en la mezcla de adobe en relación a la resistencia a la compresión del material en comparación con una mezcla no estabilizada?, ¿Cómo influye la Integración de cáscara de arveja y estiércol de vaca en la mezcla de adobe en relación con la resistencia a la flexión del material en comparación con una mezcla no estabilizada? y ¿Cómo influye la Integración de estiércol de vaca y cáscara de arveja en relación al porcentaje de absorción de agua, en comparación con una mezcla no estabilizada?

La presente tesis tuvo como objetivo general evaluar la influencia del uso de estiércol de vaca y cáscara de arveja en las propiedades mecánicas del adobe en Morropón - Piura. Con el propósito de alcanzar el objetivo principal, se planteó los siguientes objetivos específicos: 1. Determinar las características de la composición del suelo. 2. Determinar la influencia del estiércol de vaca y la cáscara de arveja en la resistencia a la flexión. 3. Determinar la influencia del estiércol de vaca y la cáscara de arveja en la resistencia a la compresión. 4. Determinar la influencia del estiércol de vaca y la cáscara de arveja en el porcentaje de absorción de agua.

Se tuvo como hipótesis general que la integración de estiércol de vaca y cáscara de arveja mejora significativamente las propiedades mecánicas del adobe en Morropón, Piura. Asimismo, se planteó como hipótesis específicas 1. La integración del estiércol de vaca y cáscara de arveja mejoran significativamente la resistencia a la compresión del adobe. 2. La integración del estiércol de vaca y cáscara de arveja mejoran

significativamente la resistencia a la flexión del adobe. 3. La integración del estiércol de vaca y cáscara de arveja reduce el porcentaje de absorción de agua en el adobe.

## **II. MARCO TEÓRICO**

La presente tesis tiene como antecedentes los siguientes:

Brito et al (2023) en su investigación titulada “Evaluación de las Propiedades de Bloques de Adobe con Arcilla y Estiércol”, tuvieron como objetivo principal examinar el impacto del uso de arcilla y estiércol en la producción de bloques de adobe, analizando aspectos como la resistencia a la compresión, la capacidad de absorción de agua y durabilidad. Inicialmente, las materias primas se caracterizaron mediante composición química por XRF, composición mineralógica por XRD, granulometría y límites de Atterberg. Posteriormente se produjeron manualmente bloques de adobe de 20 × 10 × 8 cm<sup>3</sup>, utilizando tres técnicas de dosificación: bloques con arcilla y estiércol; bloques con arcilla, arena y estiércol; y bloques estabilizados con cemento Portland y cal hidratada. Las pruebas evaluadas fueron resistencia a la compresión, absorción de agua y durabilidad. Los resultados de la caracterización de las materias primas muestran que los materiales empleados en la investigación son adecuados para la elaboración de unidades de adobe. Los parámetros biomecánicos demuestran una desventaja de los bloques de adobe: su baja resistencia. Aun así, los resultados con el uso del adobe mejoran la resistencia del material, debido a la solidificación de la estructura de adobe.

Los hallazgos que obtuvieron en relación a la resistencia a la compresión de las muestras de adobe que contienen solo arcilla y estiércol. Para la composición con 5% de estiércol rondaron los 130 kPa, superiores a los de la composición sin estiércol, alrededor de 115 kPa. El aumento de resistencia con el uso de estiércol está relacionado con la densificación de la matriz del material. Estos bloques se endurecen secando la arcilla utilizada en la producción de bloques. La presencia de material fibroso ayuda a ganar resistencia mecánica. No obstante, la presencia de niveles superiores al 10% resulta perjudicial para el rendimiento del adobe, ya que se debe a la elevada cantidad de materia orgánica en el material. Así, los investigadores concluyen que el uso de estiércol contribuye a mejora la resistencia a la compresión.

Esto sucede porque el material densifica las muestras de adobe, mejorando su comportamiento al ser sometidos a cargas.

Sanusi et al (2020) en su artículo titulado "Propiedades mecánicas del adobe estabilizado con estiércol de vaca y Residuos de Gamba-Paja", plantearon como objetivo principal la evaluación de las propiedades mecánicas del adobe estabilizado con estiércol de vaca y paja Gamba, con la intención de potenciar sus características mecánicas. Los investigadores llevaron a cabo ensayos con el propósito de analizar las propiedades de permeabilidad de los componentes del adobe, así como del estiércol de vaca y la paja de Gamba. Posteriormente, confeccionaron tres conjuntos de muestras de adobe estabilizado, utilizando estiércol de vaca y paja de Gamba respectivamente; cada conjunto consistía en cuatro cubos. Estos cubos fueron sometidos a pruebas de resistencia a la compresión y flexión según las normas EN 196-1 y ASTM C-305(1, 41). Los resultados revelaron que el adobe estabilizado con estiércol de vaca y un 4% de paja de Gamba (proporción de mezcla: 6:90) (con un 6% de estiércol de vaca) exhibió la mayor resistencia a la compresión, alcanzando 1,75 N/mm<sup>2</sup> a los 28 días, en comparación con el adobe estabilizado solo con estiércol de vaca (0,52 N/mm<sup>2</sup>) y solo con paja de Gamba (0,49 N/mm<sup>2</sup>). De manera similar, el adobe estabilizado con estiércol de vaca y un 4% de paja de Gamba (proporción de mezcla: 11:85) (con un 11% de estiércol de vaca) demostró la mayor resistencia a la flexión, registrando 0,05 Mpa a los 28 días. Este resultado superó la resistencia a la flexión de 0,043 Mpa y 0,03 Mpa observada para el adobe estabilizado con paja de Gamba y estiércol de vaca, respectivamente. Los investigadores concluyeron que la estabilización del adobe mediante el uso de estiércol de vaca y paja de Gamba mejora su resistencia mecánica. Asimismo, señalaron que las propiedades intrínsecas del adobe son respetuosas con el medio ambiente, y que los componentes del adobe, el estiércol de vaca y la paja de Gamba, poseen propiedades que pueden mejorar la plasticidad, reducir la permeabilidad, aumentar la resistencia a la compresión y flexión, asegurando al mismo tiempo el respeto al medio ambiente.

Ige y Danso (2021), llevaron a cabo una investigación titulada "Caracterización Experimental de Ladrillos de Adobe Estabilizados con Cáscara de Arroz y Cal para Construcción Sostenible". Su objetivo principal consistió en analizar las propiedades

de los ladrillos de adobe estabilizados mediante el uso de residuos de cascarilla de arroz y cal. Se efectuó una evaluación exhaustiva del material compuesto utilizando ladrillos de adobe con dimensiones de  $140 \times 100 \times 100 \text{ mm}^3$  como muestra. Estos ladrillos fueron elaborados con tierra, incorporando un porcentaje de residuos de cascarilla de arroz que variaba entre el 0,25% y el 1%, así como un 10% de cal.

Los resultados obtenidos revelaron mejoras significativas en los ladrillos de adobe estabilizados con cascarilla de arroz y cal. A los 28 días, se registró un aumento del 62% y del 95% en las resistencias a la compresión y a la tracción, respectivamente, en comparación con los ladrillos de adobe no estabilizados, teniendo un contenido de cascarilla de arroz del 0,75%. Además, se observó que el coeficiente de absorción de los ladrillos de adobe estabilizados con cascarilla de arroz y cal era entre un 13% y un 60% mejor que el de los ladrillos de adobe no estabilizados. Además, observaron una notable mejora en el rendimiento de los ladrillos al utilizar adobes de cascarilla de arroz con adición de cal ante la erosión. Asimismo, constataron una reducción significativa de aproximadamente el 71% en los costos de producción de estos ladrillos en comparación con los fabricados con arena y cemento.

Ukiwazagira y Mbereyaho (2023). En su artículo científico titulado “Evaluación de la resistencia de ladrillos de adobe mejorados utilizando estabilizadores naturales”, su investigación tuvo como objetivo general evaluar la resistencia de ladrillos de adobe elaborados a partir de suelos naturales y estabilizados con laterita, arena fina y pasto fibroso. En su estudio primero verificaron la calidad de todos los componentes de los materiales usados y luego, con referencia al USCS, determinaron la clasificación y la calidad de esos materiales. Posteriormente fabricaron la muestra de ladrillo de control de tierra natural y el ladrillo estabilizado de tierra natural con estabilizadores utilizando la relación de mezcla 50% tierra natural, 30% laterita, 15% arena fina y 5% pasto fibroso. Después de realizar el curado de los ladrillos, los investigadores realizaron la prueba de resistencia a la compresión. y observaron que la resistencia del adobe mejoró de  $1,04 \text{ N/mm}^2$  a  $2,128 \text{ N/mm}^2$ . Concluyeron que la estabilización descrita en el estudio mejoró mucho la resistencia del adobe.

Vega R. (2021) en su proyecto de tesis con nombre “Estabilización del adobe con estiércol de vaca para mejorar el comportamiento mecánico y termodinámico del barro Jecuan, Huaral 2020” planteó como propósito principal examinar cómo el uso de estiércol de vaca impacta positivamente en las propiedades físicas y térmicas del adobe. Esta investigación de tipo aplicada utilizó un diseño experimental y tuvo una muestra de 72 bloques de adobe, con tres dosificaciones de estiércol (6%, 8.5% y 11%). Los resultados obtenidos fueron los siguientes: al categorizar el suelo según la clasificación SUCS (CL - Arcilla con baja capacidad plástica), el ensayo de resistencia a la compresión mostró valores de 18.37 kg/cm<sup>2</sup> al incorporar un 6% de estiércol, un promedio de 21.22 kg/cm<sup>2</sup> con un 8.5%, y alcanzó 24.47 kg/cm<sup>2</sup> con un 11%. En cuanto al ensayo de resistencia a la flexión, al incorporar un 6%, 8.5% y 11% de estiércol, se obtuvieron valores de 7.86%, 8.04 kg/cm<sup>2</sup> y 8.99 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. El investigador concluyó que un mayor contenido de estiércol de vaca resulta en una mejora significativa en la resistencia a la compresión y flexión del adobe, según los resultados obtenidos en los ensayos realizados.

Ortiz D. (2019) en su proyecto de tesis con nombre “Efectos de la Integración de cuatro porcentajes (2.5%, 5%, 7.5% y 10%) de estiércol de caballo en la resistencia a la compresión y flexión del adobe” planteó como propósito principal determinar los efectos de la Integración de cuatro porcentajes (10%; 7.5%; 5%; 2.5%), de estiércol de caballo en la resistencia a la compresión y flexión del adobe, su investigación fue de tipo aplicada, correlacional, experimental y cuantitativa; su muestra estuvo conformada por 100 bloques de adobe, como resultados obtenidos a la resistencia a la compresión de la muestra estándar a comparar, el valor promedio de 36.80kg/cm<sup>2</sup>, con integración de 2.5% de estiércol de caballo, obtuvo un promedio de 32.61 kg/cm<sup>2</sup>, con adición de 5% obtuvo 27.57kg/cm<sup>2</sup>, con adición de 7.5% obtuvo 23.44kg/cm<sup>2</sup>, mientras que con 10% de Integración de estiércol de caballo, obtuvo una resistencia de 19.57 kg/cm<sup>2</sup>. Del ensayo de resistencia a la flexión obtuvo los siguientes resultados para la adición de estiércol de caballo de 2.5%, 5%, 7.5% y 10%, obtuvo una resistencia promedio de 19.02 kg/cm<sup>2</sup>, 17.82 kg/cm<sup>2</sup>, 16.13 kg/cm<sup>2</sup>, 14.72 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. La investigadora concluye que, al incrementar los niveles de estiércol de caballo, el adobe experimenta una disminución en su resistencia a la compresión y a la flexión.

Ñaupá D. (2022), en su tesis que lleva como título “ Influencia de la ceniza de estiércol de vaca para mejorar la resistencia a compresión del adobe – Pisacoma, Puno - 2022 ”, siendo una investigación cuantitativa , orientación aplicada, con un diseño cuasiexperimental y un enfoque explicativo correlacional, se planteó como objetivo principal analizar el impacto de la ceniza derivada del estiércol bovino en la capacidad de resistencia a la compresión axial de unidades, pilas y muretes, así como en la compresión diagonal de pilas y muretes de los ladrillos Pisacoma, ubicados en Puno durante el año 2022. Los resultados revelaron que la inclusión de un 2% de ceniza de estiércol bovino proporcionó una resistencia de 14.74 kgf/cm<sup>2</sup>, mientras que con un 5% alcanzó los 15.06 kgf/cm<sup>2</sup>, y con un 9% registró una resistencia de 10.74 kgf/cm<sup>2</sup>.

En el caso de los ladrillos dispuestos en pilas, los ensayos de resistencia a la compresión demostraron que la adición del 2% de ceniza de estiércol bovino generó una resistencia de 6.17 kg/cm<sup>2</sup>, con un 5% alcanzó los 7.30 kg/cm<sup>2</sup>, y con un 9% logró una resistencia de 5.72 kg/cm<sup>2</sup>. Respecto a los ladrillos en muretes, las pruebas de compresión revelaron que con un 2% de ceniza de estiércol bovino se obtuvo una resistencia de 5.28 kgf/cm<sup>2</sup>, con un 5% se alcanzó una resistencia de 6.67 kgf/cm<sup>2</sup>, y con un 9% se registró una resistencia de 5.13 kgf/cm<sup>2</sup>.

Adicionalmente, en las muestras sometidas a ensayos de compresión diagonal en pilas de ladrillos, la inclusión del 2% de ceniza de estiércol bovino resultó en una resistencia de 0.46 kgf/cm<sup>2</sup>, mientras que con un 5% se logró una resistencia de 0.55 kgf/cm<sup>2</sup>, y con un 9% se obtuvo una resistencia de 0.28 kgf/cm<sup>2</sup>. Por último, en las pruebas de compresión diagonal en muretes de ladrillos, la incorporación del 2% de ceniza de estiércol bovino proporcionó una resistencia de 0.66 kgf/cm<sup>2</sup>, con un 5% se alcanzó una resistencia de 0.70 kgf/cm<sup>2</sup>, y con un 9% se obtuvo una resistencia de 0.36 kgf/cm<sup>2</sup>.

Bendezú & García, (2019) en su proyecto de tesis con nombre “Evaluación de la Resistencia del Adobe Reforzado con paja de trigo para viviendas en el distrito de Chalaco-Piura, 2019”, siendo una investigación de diseño cuasiexperimental, de tipo aplicada, descriptivo y cuantitativa. Propusieron como objetivo general analizar la

resistencia de adobe reforzado mediante la incorporación de paja de trigo para la construcción de viviendas en el distrito de Chalaco-Piura en 2019. Asimismo, se plantearon como objetivos específicos evaluar diferentes porcentajes de paja de trigo (1%; 3% y 5%) en la fabricación de adobes más sólidos, determinar la resistencia a la compresión y flexión de estos adobes reforzados con los distintos porcentajes de paja de trigo, y analizar la capacidad de absorción de agua en estas unidades de adobe reforzado con los mencionados porcentajes de paja de trigo. Obtuvieron como resultados a esfuerzo a la compresión para el 1% una resistencia de 13.65kgf/cm<sup>2</sup>, el 3% una resistencia de 19.35% kgf/cm<sup>2</sup>, el 5% una resistencia de 27.35kgf/cm<sup>2</sup>, superando a la muestra patrón que llegó a una resistencia de 10.38kgf/cm<sup>2</sup>. Y los resultados a resistencia a esfuerzo a flexión obtuvieron para 1% una resistencia a flexión de 1.7kg/cm<sup>2</sup>, para 3% una resistencia de 1.8 kg/cm<sup>2</sup> y 5% una resistencia de 2.5kg/cm<sup>2</sup>. Finalmente sus resultados de porcentaje absorción de agua en muestras de 1% es de 21.5% , de 3% absorbió un 19.5% de agua y la muestra de 5% obtuvo un porcentaje de 22.4% de absorción de agua, siendo una mejora con respecto a la muestra patrón que absorbió más contenido de agua en 30%.

Briceño & Carrasco, (2019) en su tesis titulada “Mejoramiento de bloque de adobe, incorporando Garbancillo para incrementar su resistencia, Los Ejidos del Norte, Piura 2019”, plantearon como propósito principal determinar el mejoramiento del bloque de adobe, en consecuencia, de la Integración de garbancillo para incrementar su resistencia, siendo una investigación de naturaleza exploratoria y descriptiva, con un diseño experimental. Usaron una muestra total de 6 unidades de bloque de tierra de dimensiones de 0.37m x 0.36m x 0.07m, 2 de ellas sin adición de garbancillo, 2 con 10% y 2 con 20%, muestreo no probabilístico. Obtuvieron como resultado que el suelo usado es de limo arcilloso en un 78.30% además presenta una mediana plasticidad de 11.32% de índice de plasticidad , el suelo presenta un límite de contracción de 8.51% de un volumen de 43.51 cm<sup>3</sup>, por otra parte los bloques con sin determinar la mejora del bloque de adobe mediante la incorporación de garbancillo para aumentar su resistencia, en el contexto de un estudio de carácter exploratorio y descriptivo, con un diseño experimental. Se empleó una muestra total de 6 unidades de bloque de tierra con dimensiones de 0.37m x 0.36m x 0.07m, distribuidas en 2 sin adición de garbancillo, 2 con un 10%, y 2 con un 20%, utilizando un muestreo no probabilístico.

Los resultados indicaron que el suelo utilizado presenta una composición de limo arcilloso en un 78.30%, con una mediana plasticidad de 11.32% de índice de plasticidad y un límite de contracción del 8.51% con un volumen de 43.51 cm<sup>3</sup>. En relación a la resistencia a la compresión uniaxial, los bloques sin garbancillo exhibieron una resistencia promedio de 18.85 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que aquellos con un 10% alcanzaron los 23.59 kg/cm<sup>2</sup>, y los con un 20% lograron una resistencia de 32.49 kg/cm<sup>2</sup>.

Huarancca y Quito (2020). Realizaron la tesis de nombre "Mejoramiento del adobe mediante la adición de cascarilla de arroz para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel, Piura". El objetivo principal de la investigación llevada a cabo por los investigadores fue determinar la viabilidad de mejorar las propiedades del adobe en el diseño de viviendas unifamiliares en la localidad de San Miguel, Piura, mediante la integración de cascarilla de arroz. Para llevar a cabo el estudio, emplearon un enfoque de diseño experimental, centrándose en una población de 64 unidades de adobe con diferentes proporciones de cascarilla de arroz (3%, 6% y 9%), junto con una muestra de referencia que contenía un 1% de cascarilla de arroz. Fabricaron seis unidades de adobe para cada proporción y seleccionaron las cuatro con mejores resultados para realizar ensayos.

Los resultados de los ensayos mostraron variaciones significativas. La muestra de referencia obtuvo una resistencia de 12.6 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que las muestras con 3%, 6% y 9% de cascarilla de arroz alcanzaron resistencias de 14.5 kg/cm<sup>2</sup>, 15.1 kg/cm<sup>2</sup> y 17.5 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. En cuanto a la resistencia a la flexión, las muestras con 1%, 3%, 6% y 9% de cascarilla de arroz presentaron valores de 5.10 kg/cm<sup>2</sup>, 7.02 kg/cm<sup>2</sup>, 8.78 kg/cm<sup>2</sup> y 10.37 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. En la prueba de absorción de agua, se observó un aumento en la absorción a medida que se incrementaba la proporción de cascarilla de arroz (1%, 3%, 6%, 9%), alcanzando un máximo del 19.1%, en comparación con el 16.4% de la muestra de referencia.

En conclusión, los investigadores determinaron que la adición de cascarilla de arroz en proporciones del 3%, 6% y 9% mejoró significativamente las características físicas del adobe, con un incremento de hasta un 39% en la resistencia a la compresión y más del doble en la resistencia a la flexión en comparación con la muestra estándar. No obstante, en términos de las propiedades físicas del adobe, la absorción de agua

aumentó con la incorporación de más cascarilla de arroz, lo que podría requerir consideraciones adicionales en futuros diseños de viviendas.

Para la fundamentación de la presente investigación es necesario mencionar algunas bases teóricas desde, Bredenoord y Kulshreshtha (2023) mencionan que la tierra o suelo es un recurso ampliamente disponible, constituido por una mezcla de agregados sólidos como arcilla, limo, arena y grava, cuyo tamaño varía. La distinción entre estos agregados radica en su tamaño, y las arcillas, siendo las más pequeñas, actúan como aglomerantes. Los suelos también pueden contener agua, sales y otros minerales orgánicos. Para la construcción de elementos como paredes, la tierra se mezcla adecuadamente con agua en la cantidad deseada y se moldea. Este proceso de dar forma a la tierra húmeda es conocido como técnicas de construcción. Entre las técnicas tradicionales más frecuentes de construcción con tierra se encuentra el uso del adobe, el tapial, la tierra apisonada y el adobe.

Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2017), el término "adobe" se utiliza para describir tanto una unidad de tierra cruda con aditivos como paja o arena gruesa, utilizada para construir muros, como una técnica de construcción que emplea estos bloques de adobe secos unidos con mortero de barro. Asimismo, Mariscal et al. (2020) añade que "los bloques de ladrillo se elaboran manualmente introduciendo el barro fresco en moldes. A continuación, se retiran los moldes y los bloques se secan al sol".

Fages et al. (2022) mencionan que, a pesar de mostrar una resistencia adecuada a la compresión, la mampostería de adobe se considera un material cuasi-frágil, principalmente debido a su baja resistencia a la tracción y su tendencia a ablandarse después de alcanzar su punto máximo de resistencia a la tracción.

Brito et al. en 2023, identificaron beneficios económicos al emplear bloques de adobe en lugar de materiales cerámicos. La razón radica en que al evitar el proceso de cocción y utilizar materiales en su estado natural, con un mínimo procesamiento, se logra reducir significativamente los costos asociados a la producción de adobe.

Asimismo, Lakshmi et al. (2020) señala que el empleo de tierra como material de construcción cumple frecuentemente con los fundamentos de sostenibilidad gracias

a sus características inherentes. Se trata de un material natural, no tóxico y respetuoso con el medio ambiente, con un bajo consumo energético y emisiones de carbono reducidas. Además, resulta reutilizable y reciclable, especialmente cuando no está estabilizado, y en la mayoría de los casos, se encuentra disponible en las proximidades del sitio de construcción.

Asimismo, Lekshmi et al. (2020) señala que el empleo de tierra como material de construcción cumple frecuentemente con los fundamentos de sostenibilidad gracias a sus características inherentes. Se trata de un material natural, no tóxico y respetuoso con el medio ambiente, con un bajo consumo energético y emisiones de carbono reducidas. Además, resulta reutilizable y reciclable, especialmente cuando no está estabilizado, y en la mayoría de los casos, se encuentra disponible en las proximidades del sitio de construcción.

Según Kassahun et al. (2019) El adobe es un material de construcción sostenible utilizado en viviendas, pero tiene ciertas limitaciones, como la construcción de habitaciones más pequeñas y la necesidad de un mantenimiento frecuente, lo que no es ideal para viviendas modernas. Para abordar estos problemas, el aumento de la resistencia a la compresión de las estructuras de adobe permitiría reducir el grosor de las paredes tradicionales, lo que a su vez permitiría ampliar el tamaño de las habitaciones internas y utilizar el adobe como muro de carga. Estos ajustes se adaptarán a los requisitos del estilo de vida moderno y proporcionarán una opción más viable para la construcción de viviendas contemporáneas utilizando este material sostenible.

Según Díaz et al. (2019), la fabricación del adobe requiere una selección cuidadosa de la tierra utilizada, ya que no cualquier tipo es adecuado para este propósito. Unas pruebas previas son necesarias para determinar el porcentaje de los elementos y así elegir las tierras apropiadas para elaborar estos bloques. Además, el adobe tiene la ventaja de ser un material térmico que proporciona frescura en climas cálidos y calidez en climas fríos, su sensibilidad a la humedad se presenta como una desventaja. Sin embargo, es un material aislante y, además, la simplicidad de estas construcciones facilita la obtención de los materiales necesarios.

Además, según Quijano A. (2022), La composición de la tierra utilizada para estos bloques varía dependiendo de la ubicación de obtención, presentando distintas proporciones de limo, arcilla y agregados.

Adobe mejorado o estabilizado según Sotomayor L. (2018), se trata de un método clásico de construcción con adobe, pero mejorado con un aditivo natural. Existen varias opciones para estabilizar la tierra que se usará en el revestimiento: una de ellas es mediante aditivos convencionales, y la otra opción es emplear estabilizadores de origen vegetal para reducir los gastos.

(2016, en Brito et al. 2023) mencionan que el estiércol de vaca consiste en material vegetal no digerido proveniente del sistema digestivo de los rumiantes, como el rumen, retículo, omaso y abomaso. Este material se forma cuando las materias primas alimenticias son ingeridas sin una adecuada masticación y luego se mueven desde las cámaras digestivas hacia la cavidad oral para ser nuevamente masticadas y tragadas. Finalmente, los materiales semi-digeridos son excretados como residuos a través del omaso y el abomaso.

Según Checa et al. (2022) la arveja (*Pisum sativum* L) es una planta anual y herbácea, con tallos huecos de longitud variable y forma cilíndrica o angulosa, que presenta de 6 a 20 nudos vegetativos y puede exhibir una o varias ramificaciones. Su hábito de crecimiento puede ser determinado o indeterminado, dependiendo de la formación de las flores en el meristema apical o en las yemas axilares, respectivamente. La altura de las plantas se clasifica en tres tipos: arbustivas, con tallos cortos de menos de 70 cm y entrenudos cortos; semi arbustivas, con tallos de 70 a 130 cm y muchos entrenudos cortos; y volubles, con tallos largos de más de 130 cm y entrenudos largos.

La cáscara de arveja, es la capa externa que protege y envuelve los granos o guisantes de la planta de arveja (*Pisum sativum*). Es una estructura fibrosa y delgada que rodea los guisantes en su interior y puede ser de diferentes colores, como verde o amarillo, dependiendo de la variedad de arveja. La cáscara de arveja no es

comestible directamente, pero puede tener potencial para ser utilizada en aplicaciones agrícolas o industriales.

González I. (2016). Menciona que la cáscara de arveja es un residuo en cantidades significativas del cual se desconoce su potencial aprovechamiento, llevándolo directamente a los rellenos sanitarios, en ocasiones en suplemento de comida para animales, obtención de azúcar y regeneración de energía.

Con respecto a la resistencia de un material Hibbeler, C. (2011) se refiere como a la capacidad para soportar cargas excesivas sin experimentar deformación o fallo. Este atributo inherente de un material se evalúa a través de pruebas experimentales, siendo una de las más significativas el ensayo de tensión o compresión. Mediante este ensayo, se pueden determinar varias propiedades mecánicas cruciales de un material, pero su objetivo principal es establecer la relación entre la fuerza aplicada y la deformación resultante en diferentes materiales utilizados en la ingeniería.

Piñas et al. (2020) menciona que las propiedades mecánicas de un material, como el adobe utilizado en edificaciones, se refieren a su comportamiento frente a fuerzas y cargas, determinando su capacidad para resistir la deformación o fractura bajo distintas condiciones.

En concordancia con la Norma Técnica Peruana NTP 339.128 (Instituto Nacional de Calidad [INACAL], 2019), el ensayo de análisis granulométrico es definida como la determinación cuantitativa de la distribución de tamaños de partículas presentes en los suelos. Aunque el método de tamizado es el más ampliamente reconocido para la clasificación, en el caso de suelos con partículas más finas, se requiere la aplicación del proceso de sedimentación (p. 2).

Además, la Norma Técnica Peruana 336.129 (INACAL,2019), establece métodos para caracterizar suelos y materiales de construcción. Se utilizan límites líquidos y plásticos, junto con el índice de plasticidad, para correlacionar propiedades del suelo con su comportamiento ingenieril. Estos límites se usan para expresar la consistencia relativa del suelo y determinar su número de actividad. Además, la norma aborda la evaluación de la susceptibilidad de las lutitas a la intemperización a través de ciclos

de humedecimiento y secado, observando el aumento de los límites líquidos como indicador (p. 5).

Según O'Kelly, B. (2021), la plasticidad de suelos de textura fina se evalúa teniendo en cuenta tanto el límite líquido (LL) como el límite plástico (PL). Estos dos parámetros son de gran relevancia en campos como la ingeniería civil, la geotecnia, la agricultura y en la producción de cerámica y ladrillos. Los métodos originales para medir estos límites de consistencia se derivan de las investigaciones realizadas por Atterberg. Asimismo, Knadel et al. (2021) menciona que los límites de consistencia son útiles para evaluar el potencial de expansión o contracción del suelo, lo que nos indica en qué grado el suelo se contraerá al secarse o se expandirá al mojarse.

Karakan E. (2022) señala que el límite líquido se refiere al contenido de agua, expresado en porcentaje, en el cual el suelo pasa de su estado líquido a uno plástico, mientras que el límite plástico se define como el contenido de agua en el que el suelo cambia de su estado plástico a un estado semisólido. El índice de plasticidad se utiliza para clasificar suelos arcillosos y limosos y se basa en una tabla de plasticidad. El índice de plasticidad (IP) mide la capacidad de un suelo para mostrar propiedades plásticas y se calcula como la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico ( $IP = LL - PL$ ).

### **III. METODOLOGÍA**

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

##### **3.1.1. Tipo:**

Según Maldano et al. (2022), la investigación aplicada se refiere a la realización de investigaciones con el objetivo de adquirir conocimientos novedosos que se centren en la resolución de un problema, basándose en los resultados obtenidos en investigaciones de carácter básico.

La tesis fue de tipo aplicada, ya que se utilizaron conocimientos teóricos para mejorar las propiedades mecánicas del adobe mediante la incorporación de estiércol de vaca y cáscara de arveja.

##### **3.1.2. Diseño de Investigación:**

Guevara et al. (2020), la investigación experimental implica exponer un objeto o un conjunto de individuos a condiciones, estímulos o tratamientos específicos (referentes a la variable independiente) con el fin de observar las consecuencias o respuestas resultantes (relacionadas con la variable dependiente). Es vista como un resultado exitoso solo cuando el investigador logra demostrar que cualquier cambio en la variable dependiente es directamente atribuible a la modificación de la variable independiente.

Babativa C. (2017) define a la investigación cuantitativa como un enfoque de investigación que su fundamento radica en recopilar y examinar datos en forma de valores numéricos.

Basándose en estas afirmaciones nuestra investigación presentó un diseño experimental ya que hemos realizado experimentos controlados para evaluar cómo la Integración del estiércol de vaca y la cáscara de arveja afecta las propiedades del adobe, y obtuvimos datos numéricos para analizar la influencia de estos materiales en términos objetivos y medibles.

### 3.2. Variables y operacionalización

#### **Variable Independiente (V1):** Estiércol de vaca.

- Definición conceptual: (2016, en Brito et al. 2023) mencionan que el estiércol de vaca consiste en material vegetal no digerido proveniente del sistema digestivo de los rumiantes, como el rumen, retículo, omaso y abomaso.
- Definición operacional: La variable estiércol de Estiércol de vaca será medida a través de porcentajes en la mezcla de elaboración del adobe.
- Indicadores: 0%, 4%, 9%, 13%
- Escala de medición: Razón

#### **Variable Independiente (V2):** Cáscara de arveja

- Definición conceptual: Gonzáles I. (2016). Cubierta exterior fibroso que rodea las semillas de la planta de arveja.
- Definición operacional: La variable Cáscara de arveja será medida a través de porcentajes en la mezcla de elaboración del adobe.
- Indicadores: 0%, 4%, 9%, 13%
- Escala de medición: Razón

#### **Variable Dependiente (V3):** Propiedades mecánicas de adobe.

- Definición conceptual: Piñas et al . (2020) menciona que las propiedades mecánicas de un material, como el adobe utilizado en edificaciones, se refieren a su comportamiento frente a fuerzas y cargas, determinando su capacidad para resistir la deformación o fractura bajo distintas condiciones.
- Definición operacional: La variable propiedades del adobe será medida a través de ensayos en laboratorio.
- Indicadores: Resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, porcentaje de absorción de agua.
- Escala de medición: Razón

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

#### **3.3.1. Población:**

La población de nuestra tesis estuvo conformada por 60 bloques de adobe, presentando las medidas de 9 c m x 9 c m x 19 c m los cuales presentaron dosificaciones para el estiércol de vaca de 0%, 4%, 9%, 13% y cáscara de arveja de 0%, 4% 6%, 11%, estos van a poseer características requeridas para identificar el cambio en las propiedades mecánicas del adobe. De acuerdo con Ñaupas et al. (2018), La población la define al conjunto total de elementos de estudio que poseen las cualidades requeridas para ser considerados como miembros de esa población. Estos elementos pueden incluir individuos, objetos, grupos, fenómenos o eventos que presentan las cualidades requeridas para el propósito de la investigación.

#### **3.3.2. Muestra:**

La muestra constituye a un segmento particular de la población, seleccionado de manera representativa, con el propósito de recolectar datos que permitan realizar inferencias y generalizaciones sobre la población en su conjunto.

Para la tesis, se utilizó una muestra representativa por conveniencia de 60 bloques de adobe.

#### **3.3.3. Muestreo:**

Al seleccionar una muestra igual a la población, no se está realizando un muestreo ya que se consideran todos los elementos de interés.

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

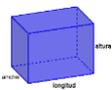
Las técnicas que se utilizó fueron la observación directa y observación experimental. Los instrumentos que se usaron, fueron, las fichas de recolección de datos y las fichas de resultados.

### 3.5. Procedimiento

Para recolectar los datos de nuestra investigación se realizó lo siguiente:

1. Selección del suelo preliminar: Se llevó a cabo ensayos in situ (ensayo de cinta de barro y de resistencia seca del barro) según lo indicado en la norma E.080, para verificar las características del suelo y determinar su contenido de arcilla, lo que permitió determinar si es adecuado o no para la fabricación de adobes.
2. Caracterización del suelo: Se tomó una muestra representativa del suelo mediante la técnica de cuarteo. La porción resultante se utilizó para llevar a cabo los ensayos de granulometría, límite de plasticidad, límite líquido e índice de plasticidad. La aplicación de las normativas de clasificación SUCS y ASHTO permitió una adecuada clasificación del tipo de suelo.
3. Preparación del estiércol: En primer lugar, se secó el estiércol de vaca fresco de esta manera facilitó el manejo y evitó que se fermente durante el proceso de fabricación. Para ello, se extendió el estiércol en capas delgadas y se dejó secar al sol hasta que se vuelva más sólido.
4. Obtención y la cáscara de arveja: Se extrajo este insumo del campo de cultivo y se procedió a retirar las semillas comestibles, para luego secarlas bajo el sol de esta manera se evitó su descomposición.
5. Cálculo de Material Necesario: Antes de iniciar la preparación de las muestras, es esencial realizar un conocer del material necesario para garantizar la consistencia en las proporciones de estiércol de vaca y cáscara de arveja en cada bloque de adobe. A continuación, se detallan en el siguiente cuadro:

**Tabla 1**  
*Cantidad de Materiales*

DIMENSIONES DEL BLOQUE DE ADOBE										
LARGO	0.19 m	ANCHO	0.09 m	ALTURA	0.09 m	VOLUMEN	0.002 m <sup>3</sup>			
E080 Cantidad de Bloque X ensayo =	5 Bloques	Cantidad de Ensayos =	3 Ensayos	Cantidad de Combinaciones =	4	Cantidad de Bloques Totales	60 Bloques	Volumen Total de Los Bloques=	0.120 m <sup>3</sup>	
1) Proporción de Materiales en M3										
ENSAYOS	CANTIDAD DE BLOQUES DE ADOBE	PORCENTAJES	ESTIERCOL	PROPORCION X ENSAYO	PORCENTAJES	CASCARA DE ARBEJA	PROPORCION X ENSAYO	PORCENTAJES	TIERRRA	PROPORCION X ENSAYO
3	5 Bloques	0%	0.0000 m <sup>3</sup>	0.0000 m <sup>3</sup>	0%	0.0000 m <sup>3</sup>	0.0000 m <sup>3</sup>	100.00%	0.0020 m <sup>3</sup>	0.0300 m <sup>3</sup>
3	5 Bloques	4%	0.0001 m <sup>3</sup>	0.0012 m <sup>3</sup>	4%	0.0001 m <sup>3</sup>	0.0012 m <sup>3</sup>	92.00%	0.0018 m <sup>3</sup>	0.0276 m <sup>3</sup>
3	5 Bloques	9%	0.0002 m <sup>3</sup>	0.0027 m <sup>3</sup>	6%	0.0001 m <sup>3</sup>	0.0018 m <sup>3</sup>	85.00%	0.0017 m <sup>3</sup>	0.0255 m <sup>3</sup>
3	5 Bloques	13%	0.0003 m <sup>3</sup>	0.0039 m <sup>3</sup>	11%	0.0002 m <sup>3</sup>	0.0033 m <sup>3</sup>	76.00%	0.0015 m <sup>3</sup>	0.0228 m <sup>3</sup>
TOTAL DE MATERIALES =			ESTIERCOL =	0.0078 m <sup>3</sup>	CASCARA DE ARBEJA=	0.0063 m <sup>3</sup>	TIERRRA=	0.1059 m <sup>3</sup>		
Espacio que ocupa los materiales = 0.120 m <sup>3</sup>								Cumple		

6. Preparación del material de adobe e Integración de los dos insumos: Prepararemos 60 bloques de adobe de dimensiones 9cm x 9cm x 19 cm, con diferentes proporciones de estiércol de vaca (0%, 4%, 9%, 13%) y cáscara de arveja (0%, 4% 6%, 11%). Nos aseguramos de mantener constantes otros factores, como el tipo de suelo utilizado y las condiciones de mezclado y los dejaremos secar por 28 días. Las muestras fueron agrupadas de acuerdo a las proporciones de insumos.

**Tabla 2**  
*Ensayo de especímenes*

Ensayos de laboratorio	Cantidad de bloques de adobe	Proporción de Mezcla
Ensayo de resistencia a la compresión	5 bloques	0% estiércol+0% Cáscara de arveja
	5 bloques	4% estiércol+4% Cáscara de arveja
	5 bloques	9% estiércol+6% Cáscara de arveja
	5 bloques	13% estiércol+11% Cáscara de arveja
Ensayo de resistencia a la Flexión	5 bloques	0% estiércol+0% Cáscara de arveja
	5 bloques	4% estiércol+4% Cáscara de arveja
	5 bloques	9% estiércol+6% Cáscara de arveja
	5 bloques	13% estiércol+11% Cáscara de arveja
Ensayo de porcentaje de absorción de agua	5 bloques	0% estiércol+0% Cáscara de arveja
	5 bloques	4% estiércol+4% Cáscara de arveja
	5 bloques	9% estiércol+6% Cáscara de arveja
	5 bloques	13% estiércol+11% Cáscara de arveja

Fuente: Elaborada por los autores.

7. Realización de los ensayos de laboratorio: Las muestras fueron sometidas a 3 ensayos de laboratorio para determinar las propiedades mecánicas del adobe (ensayo a la compresión, flexión y porcentaje de absorción de agua).
8. Recopilación de datos: Registramos los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio correspondientes a cada bloque de adobe.

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

Los resultados de los ensayos realizados en el laboratorio para cada una de las muestras, fueron procesados en gabinete utilizando el software Microsoft Excel, obteniendo gráficos y tablas estadísticas para facilitar su interpretación y SPSS Statistics 26 para la contratación de hipótesis. De esta manera, se podrán determinar los datos necesarios para alcanzar el objetivo de la investigación.

### **3.7. Aspectos éticos**

En primer lugar, se ha dado un enfoque riguroso y respetuoso hacia el origen y la naturaleza de la ética investigativa. Se reconoce que la ética es un campo de estudio y reflexión que aborda las normas morales y los valores que guían la conducta ética en la investigación. Asimismo, se ha adoptado una postura de respeto y acatamiento a los principios éticos universales, como la beneficencia (promover el bienestar), la no maleficencia (evitar causar daño), la autonomía (respetar la autonomía de los participantes) y la justicia (garantizar la equidad en la investigación).

En segundo lugar, se ha prestado especial atención al respeto a la propiedad intelectual y a la honestidad académica. Se ha dado el crédito adecuado y se han referenciado todas las fuentes consultadas durante el desarrollo de la investigación, siguiendo las normas y pautas establecidas por las normas APA (American Psychological Association). Esto asegura que se reconozca el trabajo y la contribución de otros investigadores y se evite cualquier forma de plagio. La transparencia y la honestidad en la presentación de la información son fundamentales para garantizar la integridad y la credibilidad de la tesis.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Características de la composición del suelo

#### 4.1.1. Resultados de ensayos en situ

En la Tabla 3 se visualiza los resultados del ensayo de cinta de barro como primera evaluación en situ, en las 4 muestras de tierra extraídas, presentan longitudes de rotura entre 15.09 cm y 17.08 cm, por ello se obtuvo que la tierra tiene presencia de arcilla según la NTP E-080.

**Tabla 3**

*Prueba de cinta de barro en situ*

PRUEBA CINTA DE BARRO			NP – 01
			FECHA:
MUESTRAS OBTENIDAS	LONGITUD DE ROTURA (cm)	CONDICIÓN M/B	OBSERVACIONES
CHALACO-	15.06	Bueno	Suelo Optimo
MORROPÓN -	19.02	Bueno	
PIURA	17.02	Bueno	
	17.08	Bueno	
RANGO DE ROTURA Y CALIDAD DEL SUELO Según la NTP E 0-80			
0 – 10 Cm.	Muy arenoso	Malo (M)	
10 – 20 Cm	Suelo Optimo	Bueno (B)	
20 – 25 Cm	Muy arcilloso	Malo (M)	

Fuente: Elaborada por los autores.

En la Tabla 4 se visualizan los resultados de la prueba de presencia de arcilla o resistencia seca, en las 4 muestras en forma esférica de tierra extraídas no se logró romper a las 48 horas de secado, por ello la NTP E-080 la considera apta para su uso y se confirma la presencia de arcilla.

**Tabla 4**

*Prueba de presencia de arcilla o resistencia seca*

“PRESENCIA DE ARCILLA” O “RESISTENCIA SECA”			NP – 01
			FECHA:
MUESTRAS OBTENIDAS	SE ROMPE (SI/NO)	CONDICIÓN M/B	OBSERVACIONES
CHALACO-MORROPÓN - PIURA	NO	Bueno	Suelo Optimo
	NO	Bueno	
	NO	Bueno	
	NO	Bueno	
Criterios Según la Norma NTP E-080			
	SE ROMPE		Malo (M)

<b>BOLITAS DE TIERRA</b>	<b>NO SE ROMPE</b>	<b>Bueno (B)</b>
--------------------------	--------------------	------------------

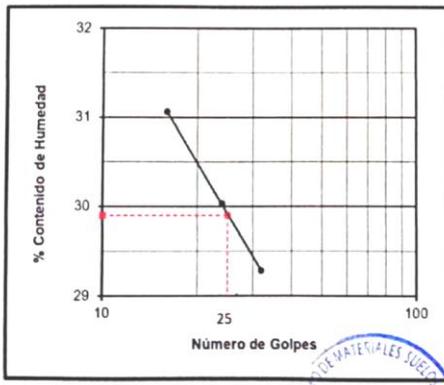
Fuente: Elaborada por los autores.

En la Tabla 5 se observan los resultados obtenidos en la prueba de límite líquido, plasticidad e índice de plasticidad del suelo en su estado natural, obteniéndose 30,17 y 13 respectivamente.

**Tabla 5**  
Resultados del ensayo de límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad.

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E110)					
N°	MUESTRA	1	2	3	
1	Tara N°	34T	14	38T	
2	Peso de la Tara grs.	9.55	9.11	9.26	
3	Peso Suelo Húmeso + Tara grs.	25.71	26.82	24.83	
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	22.05	22.73	21.14	
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	3.66	4.09	3.69	
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	12.50	13.62	11.88	
7	Humedad (5) / (6) x 100 %	29.3	30.0	31.1	
8	N°. De Golpes	32	24	16	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (MTC E111)					
N°	MUESTRA	1	2	3	4
1	Tara N°	88T	97T		
2	Peso de la Tara grs.	12.02	12.29		
3	Peso Suelo Húmeso + Tara grs.	15.72	16.84		
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	15.20	16.18		
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	0.52	0.66		
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	3.18	3.89		
7	Humedad (5) / (6) x 100 %	16.4	17.0		
Promedio de Limite Plástico :				17	



RESULTADOS:	
L.L. :	30
L.P. :	17
I.P. :	13

*Rafael Luciano Zuvala Fer*  
**Rafael Luciano Zuvala Fer**  
 Ing. Civil Jefe  
 Laboratorio Geotécnico y Mecánica de Suelos y As  
 Reg. CIP N° 145580

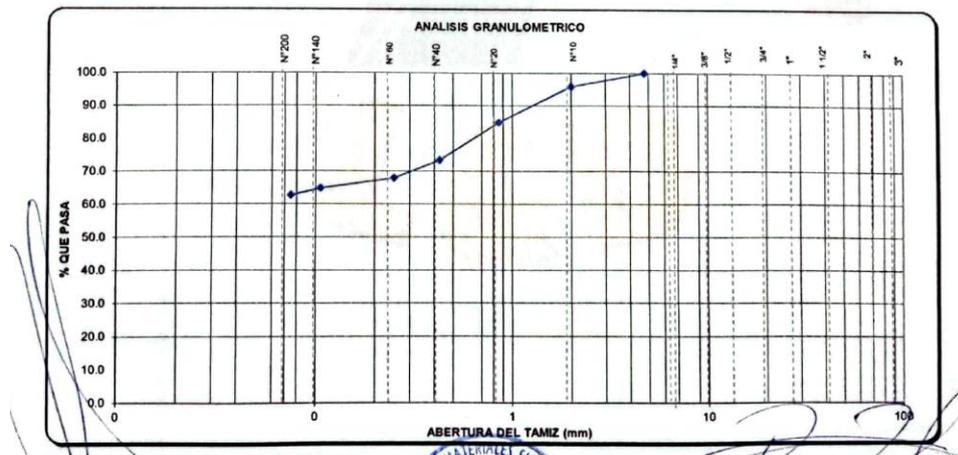
En la Tabla 6 se aprecia los resultados del ensayo de granulometría del suelo natural para la elaboración de adobe usando los datos anteriores se identificó que se trata de un CL/arcilla de baja plasticidad según la clasificación SUCS, y de un A-6(6) según la clasificación AASHTO, además de presencia de 37.4% de arena y 62.6% finos.

**Tabla 6**  
Resultados del ensayo de granulometría

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO	
				RETENIDO (%)	QUE PASA (%)
3"	75				
2"	50				
1 1/2"	37.5				
1"	25.0				
3/4"	19.0				
1/2"	12.5				
3/8"	9.5				
1/4"	6.3				
4	4.75	0.0	0.0	0.0	100.0
10	2.00	10.5	4.2	4.2	95.8
20	0.850	27.4	10.9	15.1	84.9
40	0.425	28.9	11.6	26.7	73.3
60	0.250	13.5	5.4	32.1	67.9
140	0.106	7.7	3.1	35.2	64.8
200	0.075	5.6	2.2	37.4	62.6
BANDEJA		156.5	62.6	100.0	

DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
PORCION DE FINOS (gr)	250.00
% DE HUMEDAD	4.50
% GRAVA [N° 4 < Ø < 3"]	0.0
% ARENA [N° 200 < Ø < N° 4]	37.4
FINOS [Ø < N° 200]	62.6
L.L. (%)	30
I.P. (%)	17
	13
CLASIFIC. SUCS	CL
CLASIFIC. AASHTO	A-6(5)
D10	C <sub>u</sub>
D30	C <sub>c</sub>
D60	
OBSERVACIONES:	
ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	



**4.2. Influencia del estiércol de vaca y la cáscara de arveja en la resistencia a la compresión del adobe.**

4.1.2. . Resultados de ensayos en laboratorio

En la Tabla 7, se presentan los resultados del análisis de resistencia a la compresión al que se sometió la muestra estándar después de 28 días de secado. La muestra, denominada "M1", tenía dimensiones de 19 c m x 9 c m x 9 c m, con un área bruta de 171 cm<sup>2</sup>. Obteniéndose como máxima resistencia a la compresión 13.70 kgf/cm<sup>2</sup> de las 5 muestras.

**Tabla 7**

*Resultados obtenidos al someter la muestra patrón a ensayo de resistencia a la compresión*

ENSAYO:		Compresión
Código	PROPORCIÓN	Resultado kgf/cm <sup>2</sup>
M1-01		11.31 kgf/cm <sup>2</sup>
M1-02		11.89 kgf/cm <sup>2</sup>
M1-03	0% estiércol de vaca +0% cáscara de arveja	10.72 kgf/cm <sup>2</sup>
M1-04		12.47 kgf/cm <sup>2</sup>
M1-05		13.70 kgf/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaborada por los autores.

En la Tabla 8, se presentan los resultados del ensayo de resistencia a la compresión que fue sometida la muestra "M2" estabilizada con 4% estiércol de vaca y 4% cáscara de arveja, a los 28 días de secado, cuyas dimensiones fueron de 19 c m x 9 c m x 9 c m con un área bruta de 171 cm<sup>2</sup>. Obteniéndose como máxima resistencia a la compresión 16.67 kgf/cm<sup>2</sup> de las 5 muestras.

**Tabla 8**

*Resultados obtenidos al someter a la muestra estabilizada a ensayo de compresión.*

ENSAYO:		Compresión
Código	PROPORCIÓN	Resultado kgf/cm <sup>2</sup>
M2-01		14.31 kgf/cm <sup>2</sup>
M2-02		13.71 kgf/cm <sup>2</sup>
M2-03	4% estiércol de vaca +4% cáscara de arveja	16.67 kgf/cm <sup>2</sup>
M2-04		15.50 kgf/cm <sup>2</sup>
M2-05		16.09 kgf/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaborada por los autores.

En la Tabla 9, se aprecia los resultados del ensayo de resistencia a la compresión que fue sometida la muestra "M3" estabilizada con 9% estiércol de vaca y 6% cáscara de arveja, a los 28 días de secado, cuyas dimensiones fueron de 19 c m x 9 c m x 9

c m con un área bruta de 171 cm<sup>2</sup>. Obteniéndose como máxima resistencia a la compresión 20.82 kgf/cm<sup>2</sup> de las 5 muestras.

**Tabla 9**

*Resultados obtenidos al someter a la muestra estabilizada a ensayo de compresión.*

ENSAYO:		Compresión
Código	PROPORCIÓN	Resultado kgf/cm <sup>2</sup>
M3-01		21.43 kgf/cm <sup>2</sup>
M3-02		20.27 kgf/cm <sup>2</sup>
M3-03	9% estiércol de vaca +6% cáscara de arveja	20.27 kgf/cm <sup>2</sup>
M3-04		20.82 kgf/cm <sup>2</sup>
M3-05		19.09 kgf/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaborada por los autores.

En la Tabla 10, se aprecia los resultados del ensayo de resistencia a la compresión que fue sometida la muestra “M4” estabilizada con 13% estiércol de vaca y 11% cáscara de arveja, a los 28 días de secado, cuyas dimensiones fueron de 19 c m x 9 c m x 9 c m con un área bruta de 171 cm<sup>2</sup>. Obteniéndose como máxima resistencia a la compresión 26.77 kgf/cm<sup>2</sup> de las 5 muestras.

**Tabla 10**

*Resultados obtenidos al someter a la muestra estabilizada a ensayo de compresión*

ENSAYO:		Compresión
Código	PROPORCIÓN	Resultado kgf/cm <sup>2</sup>
M 4- 01		23.25 kgf/cm <sup>2</sup>
M 4- 02		26.77 kgf/cm <sup>2</sup>
M 4- 03	13% estiércol de vaca +11% cáscara de arveja	24.38 kgf/cm <sup>2</sup>
M 4- 04		22.05 kgf/cm <sup>2</sup>
M 4- 05		25.61 kgf/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaborada por los autores.

En la Tabla 11, se aprecia los resultados promedios de los 4 tipos de muestras por proporción, seleccionando de cada grupo las 4 mejores unidades teniendo en cuenta

que estas sean igual o mayor a la resistencia última de 10kg/cm<sup>2</sup> tal como lo menciona la NPT- E080(2017), además se observa que los promedios varían en función de los porcentajes asignados de la Integración de insumos. Teniendo la muestra 4 posee mayor resistencia a la compresión con 24.4 kgf/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 11**

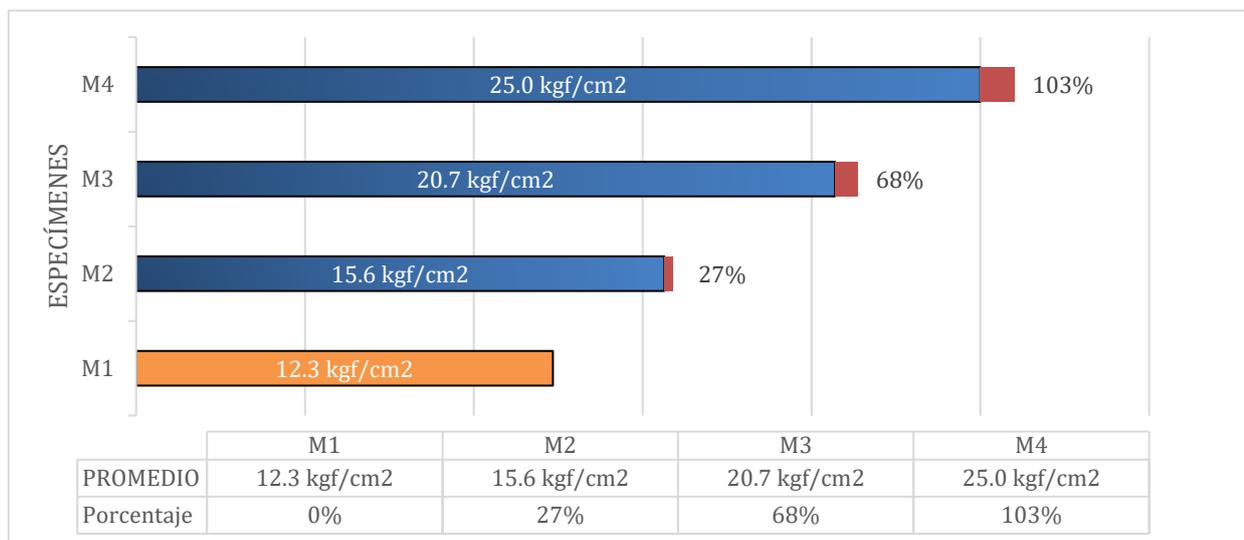
*Resultados promedios obtenidos al someter a la muestra estabilizada a ensayo de compresión*

ENSAYO:		Compresión
Muestras	PROPORCIÓN	PROMEDIO
M1	0% estiércol de vaca +0% cáscara de arveja	12.3 kgf/cm <sup>2</sup>
M2	4% estiércol de vaca +4% cáscara de arveja	15.6 kgf/cm <sup>2</sup>
M3	9% estiércol de vaca +6% cáscara de arveja	20.7 kgf/cm <sup>2</sup>
M4	13% estiércol de vaca +11% cáscara de arveja	25.0 kgf/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaborada por los autores.

En la Figura 1, se logra apreciar un aumento de 103% en la resistencia a la compresión en la muestra que posee 14% de estiércol de vaca + 11% de cáscara de arveja con respecto a la muestra patrón.

**Figura 1**  
Variación de resultados.



Fuente: Elaborado por los autores.

**-Contraste de Hipótesis:**

En esta sección se llevó a cabo la contrastación de las hipótesis propuestas mediante el uso de pruebas de análisis estadísticos. Se vio la necesidad de emplear métodos estadísticos que nos permita comparar más de 2 o 3 grupos como el análisis de varianza (ANOVA) al tratarse de datos con distribución normal o Kruskal-wallis con datos de distribución anormal. Estas pruebas nos permitieron contrastar las diferencias entre los cuatro tipos de grupos de muestras según la proporción usada en los adobes: 0% estiércol de vaca +0% cáscara de arveja, 4% estiércol de vaca +4% cáscara de arveja, 13% estiércol de vaca +11% cáscara de arveja. Posteriormente, se llevó a cabo el análisis Post Hoc mediante la prueba de Tukeys si es que hay homogeneidad de varianza o Games-Howel si es que hay heterogeneidad de varianza, con el fin de identificar las disparidades específicas entre estos cuatro diseños.

A continuación, se detalla el proceso a seguir:

1. Prueba de Normalidad:

- Propuesta de hipótesis

Ho: Los datos exhiben un comportamiento estadístico que se ajusta a una distribución de tipo normal.

Ha: Los datos no muestran un comportamiento estadístico que se ajuste a una distribución de tipo normal.

- Parámetros

Nivel de confianza de 95% y margen de error del 5%.

La muestra posee datos menores a 50 por ello se toma en cuenta a Shapiro Wilk.

- Regla de criterio de decisión de hipótesis

Cuando el nivel de significancia es superior a 0.05 ( $p > 0.05$ ), se acepta la ho.

En caso el nivel de significancia es menor a 0.05 ( $p > 0.05$ ), se rechaza la ho y se acepta la ha.

**Tabla 12**  
*Resultados de prueba de normalidad.*

Pruebas de normalidad									
			Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk			
	MUESTRAS	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.		
COMPRESIÓN	M1	(0%	0.146	5	,200*	0.976	5	0.912	
	estiércol de vaca +0% cáscara de arveja)								
	M2	(4%	0.179	5	,200*	0.951	5	0.746	
	estiércol de vaca +4%								

cáscara de arveja)	M3	(9%	0.251	5	,200*	0.955	5	0.771
estiércol de vaca +6% cáscara de arveja)	M4	(13%	0.140	5	,200*	0.987	5	0.967
estiércol de vaca +11% cáscara de arveja)								

Fuente: Elaborada por los autores.

- Análisis de prueba

El nivel de significancia de las muestras de adobe todas son mayores a 0.05 y según la regla de decisión, al ser mayores, se acepta la hipótesis de que los datos exhiben un comportamiento estadístico que se ajusta a una distribución de tipo normal. También es un indicio para poder usar la prueba de ANOVA.

## 2. Prueba de la hipótesis específica:

- Hipótesis a ser aprobada: La Integración del estiércol de vaca y cáscara de arveja mejoran significativamente la resistencia a la compresión del adobe.
- Prueba de homogeneidad de varianza.
  - Propuesta de hipótesis

Ho: Si existe homogeneidad de varianza.

Ha: Si existe homogeneidad de varianza.

- Regla de criterio de decisión de hipótesis

Si  $p$  de la media  $>0.05$ , se acepta la  $H_0$ , se usa para post-hoc Tuckey y ANOVA.

Si  $p$  de la media  $<0.05$ , se rechaza  $H_0$ , se acepta  $H_a$  y se usa para post-hoc Games Howell y WELCH.

**Tabla 13**

*Resultados de test de homogeneidad de varianza de Levene.*

		Estadístico			
		de Levene	gl1	gl2	Sig.
	Se basa en la media	1.240	3	16	0.328
	Se basa en la mediana	1.096	3	16	0.380
COMPRESIÓN	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1.096	3	13.471	0.385
	Se basa en la media recortada	1.231	3	16	0.331

Fuente: Elaborada por los autores.

- Conclusión de prueba de homogeneidad: El nivel de significancia en base a la media, es mayor a 0.05, por ello existe homogeneidad de varianza además se usará ANOVA y para test post hoc a Tuckey.
- Hipótesis estadística para prueba ANOVA: Los 4 tipos de muestras difieren significativamente en cuanto a la comprensión del adobe.

- H0: Las medias de la resistencia a compresión de los cuatro tipos de muestras son provenientes de una población idéntica; lo que significa que son iguales.
  - H1: Las medias de la resistencia a compresión de los cuatro tipos de muestras no son provenientes de una población idéntica; lo que significa que son diferentes.
- Parámetros: Se trabajó con nivel de confianza de 95% y margen de error del 5%.
  - Regla de criterio de decisión de hipótesis: Si el nivel de significancia de la prueba ANOVA es inferior a  $p = 0.05$ , se concluye a favor de la existencia de una disparidad en las medias entre los grupos.

**Tabla 14**

*Resultados de la prueba de análisis de varianza (ANOVA) para resistencia a la compresión.*

	Suma de cuadrados	de gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	450.360	3	150.120	85.219	0.000
Dentro de grupos	28.185	16	1.762		
Total	478.545	19			

Fuente: Elaborada por los autores.

- Análisis y conclusión de prueba ANOVA.

El nivel de significancia alcanzado en el ANOVA fue de 0.000. De acuerdo con el criterio de decisión, al ser inferior a 0.05, se rechaza la hipótesis de igualdad y se acepta que existe una diferencia significativa entre las medias de resistencia a la compresión en los distintos tipos de muestras de adobe evaluadas.

Se concluye que existen disparidad en los 4 grupos de muestras, al menos uno de ellos presenta variabilidad en los valores. Para identificar qué diseño mostraba diferencias, se llevó a cabo pruebas adicionales (post-hoc).

- Prueba post-Hoc de Tuckey:
  - Prueba Post Hoc- Tuckey:

**Tabla 15**  
*Prueba Post Hoc- Tuckey.*

(I) MUESTRAS		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
M1 (0% estiércol de vaca +0% cáscara de arveja)	M2 (4% estiércol de vaca +4% cáscara de arveja)	-3,23800*	0.83943	0.007	-5.6396	-0.8364
	M3 (9% estiércol de vaca +6% cáscara de arveja)	-8,35800*	0.83943	0.000	-10.7596	-5.9564
	M4 (13% estiércol de vaca +11% cáscara de arveja)	-12,39400*	0.83943	0.000	-14.7956	-9.9924
M2 (4% estiércol de vaca +4%	M1 (0% estiércol de vaca +0%	3,23800*	0.83943	0.007	0.8364	5.6396

cáscara de arveja)	cáscara de arveja)					
	M3 (9% estiércol de vaca +6% cáscara de arveja)	-5,12000*	0.83943	0.000	-7.5216	-2.7184
	M4 (13% estiércol de vaca +11% cáscara de arveja)	-9,15600*	0.83943	0.000	-11.5576	-6.7544
	M1 (0% estiércol de vaca +0% cáscara de arveja)	8,35800*	0.83943	0.000	5.9564	10.7596
M3 (9% estiércol de vaca +6% cáscara de arveja)	M2 (4% estiércol de vaca +4% cáscara de arveja)	5,12000*	0.83943	0.000	2.7184	7.5216
	M4 (13% estiércol de vaca +11% cáscara de arveja)	-4,03600*	0.83943	0.001	-6.4376	-1.6344
M4 (13% estiércol de vaca +11% cáscara de arveja)	M1 (0% estiércol de vaca +0% cáscara de arveja)	12,39400*	0.83943	0.000	9.9924	14.7956

M2 (4% estiércol de vaca +4% cáscara de arveja)	9,15600*	0.83943	0.000	6.7544	11.5576
M3 (9% estiércol de vaca +6% cáscara de arveja)	4,03600*	0.83943	0.001	1.6344	6.4376

Fuente: Elaborada por los autores.

**Tabla 16**

*Prueba Post Hoc- Tuckey (Sub conjuntos)*

MUESTRAS	N	Subgrupo para $\alpha = 0.05$			
		1	2	3	4
M1 (0% estiércol de vaca +0% cáscara de arveja)	5	12.0180			
M2 (4% estiércol de vaca +4% cáscara de arveja)	5		15.2560		
M3 (9% estiércol de vaca +6% cáscara de arveja)	5			20.3760	
M4 (13% estiércol de vaca +11% cáscara de arveja)	5				24.4120
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaborada por los autores.

- Conclusiones de prueba Post Hoc- Tuckey y Subgrupos.

En la Tabla 15 al comparar los grupos de muestras, solo se evidenció que, en todos, el nivel de significancia es menor a 0.05, es decir hay diferencias significativas entre la M1, M2, M3 y M4 encontrándose niveles entre 0.000 hasta 0.007. Esto mismo se corrobora en la Tabla 16 ya que cada tipo de muestra pertenece a un Subgrupo

diferente. Por ende, la resistencia a la compresión de las muestras 2,3,4 es distintas a la muestra1 patrón; concluyendo que al agregar estiércol de vaca y cascara de arveja no se obtiene datos similares al adobe no estabilizado.

- Conclusión final

De los resultados, se concluye que se acepta la hipótesis nula que la Integración del estiércol de vaca y cáscara de arveja mejoran significativamente la resistencia a la compresión del adobe.

#### **4.3. Influencia del estiércol de vaca y la cáscara de arveja en la resistencia a la compresión a flexión del adobe y porcentaje de absorción.**

En la Tabla 17, se aprecia los resultados del ensayo de resistencia por flexión que fue sometida la muestra patrón a los 28 días de secado, cuyas dimensiones fueron de 19 c m x 9 c m x 9 c m con un área bruta de 171 cm<sup>2</sup>, identificado como "M1". Obteniéndose como máxima resistencia por flexión 2.16 kgf/cm<sup>2</sup> de las 5 muestras.

**Tabla 17**

*Resultados obtenidos al someter a la muestra patrón a ensayo de flexión.*

ENSAYO:			Flexión
Código	PROPORCIÓN	CARGA MÁXIMA (Kg)	Resultado kgf/cm <sup>2</sup>
M 1- 01		312	1.82 kgf/cm <sup>2</sup>
M 1- 02	0% estiércol de vaca	315	1.84 kgf/cm <sup>2</sup>
M 1- 03	+0% cáscara de	368	2.15 kgf/cm <sup>2</sup>
M 1- 04	arveja	370	2.16 kgf/cm <sup>2</sup>
M 1- 05		304	1.77 kgf/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaborada por los autores.

En la Tabla 18, se aprecia los resultados del ensayo de resistencia por flexión que fue sometida la muestra "M2" estabilizada con 4% estiércol de vaca y 4% cáscara de arveja, a los 28 días de secado, cuyas dimensiones fueron de 19 c m x 9 c m x 9 c m

con un área bruta de 171 cm<sup>2</sup>. Obteniéndose como máxima resistencia a la compresión 2.20 kgf/cm<sup>2</sup> de las 5 muestras.

**Tabla 18**

*Resultados obtenidos al someter a la muestra estabilizada a ensayo de flexión.*

ENSAYO:			Flexión
Código	PROPORCIÓN	CARGA MÁXIMA (Kg)	Resultado kgf/cm <sup>2</sup>
M2-01		356	2.08 kgf/cm <sup>2</sup>
M2-02	4% estiércol de vaca	360	2.10 kgf/cm <sup>2</sup>
M2-03	+4% cáscara de	365	2.13 kgf/cm <sup>2</sup>
M2-04	arveja	370	2.16 kgf/cm <sup>2</sup>
M2-05		377	2.20 kgf/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaborada por los autores.

En la Tabla 19, se aprecia los resultados del ensayo de resistencia por flexión que fue sometida la muestra “M3” estabilizada con 9% estiércol de vaca y 6% cáscara de arveja, a los 28 días de secado, cuyas dimensiones fueron de 19 c m x 9 c m x 9 c m con un área bruta de 171 cm<sup>2</sup>. Obteniéndose como máxima resistencia a la compresión 2.32 kgf/cm<sup>2</sup> de las 5 muestras.

**Tabla 19**

*Resultados obtenidos al someter a la muestra estabilizada a ensayo de flexión*

ENSAYO:			Flexión
Código	PROPORCIÓN	CARGA MÁXIMA (Kg)	Resultado kgf/cm <sup>2</sup>
M3-01		385	2.25 kgf/cm <sup>2</sup>
M3-02	9% estiércol de vaca +6%	395	2.30 kgf/cm <sup>2</sup>
M3-03	cáscara de arveja	394	2.30 kgf/cm <sup>2</sup>
M3-04		380	2.22 kgf/cm <sup>2</sup>
M3-05		396	2.32 kgf/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaborada por los autores.

En la Tabla 20, se aprecia los resultados del ensayo de resistencia por flexión que fue sometida la muestra “M4” estabilizada con 13% estiércol de vaca y 11% cáscara de arveja, a los 28 días de secado, cuyas dimensiones fueron de 19 c m x 9 c m x 9 c m con un área bruta de 171 cm<sup>2</sup>. Obteniéndose como máxima resistencia a la compresión 2.52 kgf/cm<sup>2</sup> de las 5 muestras.

**Tabla 20**

*Resultados obtenidos al someter a la muestra estabilizada a ensayo de flexión*

ENSAYO:		Flexión	
Código	PROPORCIÓN	CARGA MÁXIMA (Kg)	Resultado kgf/cm <sup>2</sup>
M4-01		399	2.33 kgf/cm <sup>2</sup>
M4-02		401	2.35 kgf/cm <sup>2</sup>
M4-03	13% estiércol de vaca	421	2.46 kgf/cm <sup>2</sup>
M4-04	+11% cáscara de arveja	432	2.52 kgf/cm <sup>2</sup>
M4-05		405	2.37 kgf/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaborada por los autores.

En la Tabla 21, se aprecia los resultados promedios de los 4 tipos de muestras por proporción, varían en función de los porcentajes asignados de la Integración de insumos. Teniendo la muestra 4 posee mayor resistencia a la compresión con 2.52kgf/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 21**

*Resultados obtenidos al someter a la muestra estabilizada a ensayo de flexión*

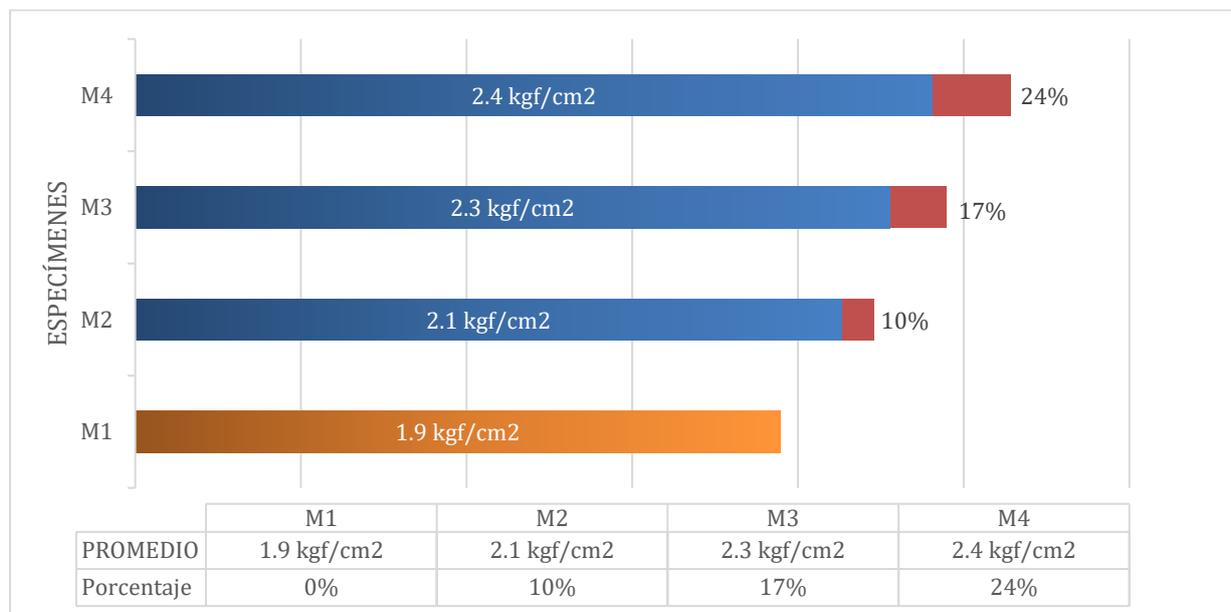
ENSAYO:		Flexión	
Muestras	PROPORCIÓN	PROMEDIO	Porcentaje
M1	0% estiércol de vaca +0% cáscara de arveja	1.9 kgf/cm <sup>2</sup>	0%
M2	4% estiércol de vaca +4% cáscara de arveja	2.1 kgf/cm <sup>2</sup>	10%

M3	9% estiércol de vaca +6% cáscara de arveja	2.3 kgf/cm <sup>2</sup>	17%
M4	13% estiércol de vaca +11% cáscara de arveja	2.4 kgf/cm <sup>2</sup>	24%

Fuente: Elaborada por los autores.

En la Figura 2, se aprecia un aumento del 24% en la resistencia a la flexión en la muestra que posee 14% de estiércol de vaca + 11% de cáscara de arveja en relación con la muestra patrón.

**Figura 2**  
*Variación de resultados.*



Fuente: Elaborado por los autores.

**-Contraste de Hipótesis:**

En esta sección se llevó a cabo la contrastación de las hipótesis propuestas mediante el uso de pruebas de análisis estadísticos. Se vió la necesidad de emplear métodos estadísticos que nos permita comparar más de 2 o 3 grupos como el análisis de varianza (ANOVA) al tratarse de datos con distribución normal o Kruskal-wallis con datos de distribución anormal. Estas pruebas nos permitieron contrastar las

diferencias entre los cuatro tipos de grupos de muestras según la proporción usada en los adobes: 0% estiércol de vaca +0% cáscara de arveja, 4% estiércol de vaca +4% cáscara de arveja, 13% estiércol de vaca +11% cáscara de arveja. Posteriormente, se llevó a cabo el análisis Post Hoc mediante la prueba de Tukeys y Games-Howel si es que hay heterogeneidad de varianzas, con el fin de identificar las disparidades específicas entre estos cuatro diseños.

A continuación, se detalla el proceso a seguir:

1 Prueba de Normalidad:

- Propuesta de hipótesis

Ho: Los datos exhiben un comportamiento estadístico que se ajusta a una distribución de tipo normal.

Ha: Los datos no muestran un comportamiento estadístico que se ajuste a una distribución de tipo normal.

- Parámetros

Nivel de confianza de 95% y margen de error del 5%.

La muestra posee datos menores a 50 por ello se toma en cuenta a Shapiro Wilk.

- Regla de criterio de decisión de hipótesis

Si el nivel de significancia es mayor a 0.05  $p > 0.05$ , se acepta la  $H_0$ .

Si el nivel de significancia es menor a 0.05  $p > 0.05$ , se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_a$ .

**Tabla 22***Resultados de prueba de normalidad.*

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
MUESTRAS						
M1 (0% estiércol de vaca +0% cáscara de arveja)	0.314	5	0.11914	0.789	5	0.066
M2 (4% estiércol de vaca +4% cáscara de arveja)	0.162	5	,200 <sup>*</sup>	0.974	5	0.899
M3 (9% estiércol de vaca +6% cáscara de arveja)	0.302	5	0.153193	0.896	5	0.390
M4 (13% estiércol de vaca +11% cáscara de arveja)	0.272	5	,200 <sup>*</sup>	0.894	5	0.379

FLEXIÓN

Fuente: Elaborada por los autores.

- Análisis de prueba

El nivel de significancia de las muestras de adobe todas son mayores a 0.05 y según la regla de decisión, al ser mayores, se acepta la hipótesis de que los datos exhiben un comportamiento estadístico que se ajusta a una distribución de tipo normal. También es un indicio para poder usar la prueba de ANOVA.

## 2 Prueba de la hipótesis específica:

- Hipótesis a ser aprobada: La Integración del estiércol de vaca y cáscara de arveja mejoran significativamente la resistencia a la compresión del adobe.
- Prueba de homogeneidad de varianza.

- Propuesta de hipótesis

Ho: Si existe homogeneidad de varianza.

Ha: Si existe homogeneidad de varianza.

- Regla de criterio de decisión de hipótesis

Si  $p$  de la media  $>0.05$ , se acepta la  $h_0$ , se usa para post-hoc Tuckey y ANOVA.

Si  $p$  de la media  $<0.05$ , se rechaza  $h_0$ , se acepta  $h_a$  y se usa para post-hoc Games Howell y WELCH.

**Tabla 23**

*Resultados de test de homogeneidad de varianza de Levene.*

	Estadístico Levene	de gl1	gl2	Sig.
Se basa en la media	19.931	3	16	0.000
Se basa en la mediana	1.812	3	16	0.186
FLEXIÓN Se basa en la mediana y con gl ajustado	1.812	3	5.821	0.248
Se basa en la media recortada	18.571	3	16	0.000

Fuente: Elaborada por los autores.

- Conclusión de prueba de homogeneidad: El nivel de significancia en base a la media, es menor a 0.05, por ello no existe homogeneidad de varianza además se tendrá usar a WELCH y para test post hoc a Games Howell.
- Hipótesis estadística para prueba ANOVA: Los 4 tipos de muestras difieren significativamente en cuanto a la comprensión del adobe.
  - H0: Las medias de la resistencia a compresión de los cuatro tipos de muestras son provenientes de una población idéntica; lo que significa que son iguales.
  - H1: Las medias de la resistencia a compresión de los cuatro tipos de muestras no son provenientes de una población idéntica; lo que significa que son diferentes.
- Parámetros: Se trabajó con nivel de confianza de 95% y margen de error del 5%.
- Regla de criterio de decisión de hipótesis: Si el nivel de significancia de la prueba de Welch es inferior a  $p = 0.05$ , se concluye a favor de la existencia de una disparidad en las medias entre los grupos.

**Tabla 24**

*Resultados de la prueba de igualdad de medias de Welch*

FLEXIÓN	Estadístico	gl1	gl2	Sig.
Welch	17.675	3	8.387	0.001

Fuente: Elaborada por los autores.

- Análisis y conclusión de prueba de igualdad de medias de Welch.

El nivel de significancia obtenido, indica que el nivel de significancia del Welch, fue de 0.001; y según la regla de decisión, al ser menor a 0.05, se rechaza la hipótesis de

igualdad y se acepta la disparidad de medias entre los tipos de muestras evaluados para la resistencia a la compresión en adobe.

Se concluye que existen disparidad en los 4 grupos de muestras, al menos uno de ellos presenta variabilidad en los valores. Para identificar qué diseño mostraba diferencias, se llevó a cabo pruebas adicionales (post-hoc).

- Prueba post-Hoc de Games Howell:

**Tabla 25**

*Prueba Post Hoc- Games Howell*

(I) MUESTRAS			Diferencia	Desv. Error	Sig.	Intervalo de	
			de medias (I-J)			confianza al 95%	Límite inferior
M1 (0% vaca cáscara de arveja )	M2 (4% vaca +0% cáscara de arveja)		-0.18600	0.08792	0.276	-0.5248	0.1528
	M3 (9% vaca +6% cáscara de arveja)		-0.33000	0.08728	0.056	-0.6704	0.0104
	M4 (13% vaca +11% cáscara de arveja)		-,45800*	0.09263	0.013	-0.7904	-0.1256
M2 (4% vaca cáscara de arveja)	M1 (0% vaca +0% cáscara de arveja)		0.18600	0.08792	0.276	-0.1528	0.5248

vaca cáscara arveja)	+4%	vaca de cáscara arveja )	+0%					
		M3	(9%	-,14400*	0.02828	0.004	-0.2350	-0.0530
		estiércol vaca cáscara arveja)						
		M4	(13%	-,27200*	0.04198	0.002	-0.4139	-0.1301
		estiércol vaca cáscara arveja)						
M3 estiércol vaca cáscara arveja)	(9%	M1 de estiércol vaca cáscara arveja )	(0%	0.33000	0.08728	0.056	-0.0104	0.6704
	+6%		+0%					
		M2	(4%	,14400*	0.02828	0.004	0.0530	0.2350
		estiércol vaca cáscara arveja)						
		M4	(13%	-0.12800	0.04062	0.072	-0.2688	0.0128
		estiércol vaca cáscara arveja)						
M4 estiércol vaca	(13%	M1 de estiércol vaca	(0%	,45800*	0.09263	0.013	0.1256	0.7904
	+11%		+0%					

cáscara de arveja)	de cáscara de arveja )						
	M2	(4% ,27200*	0.04198	0.002	0.1301	0.4139	
	estiércol de vaca +4% cáscara de arveja)						
	M3	(9% 0.12800	0.04062	0.072	-0.0128	0.2688	
	estiércol de vaca +6% cáscara de arveja)						

Fuente: Elaborada por los autores.

- Conclusiones de prueba Post Hoc- Games Howell

En la Tabla 25 al comparar los grupos de muestras, solo se evidenció que hay 3 diferencias significativas entre la muestra M1 y M4 con  $p=0.013$ , la M2 y M3 con  $p=0.004$  y la M2 con M4 con un  $p=0.002$ , mientras la comparación con las otras muestras no se evidenció diferencia, destacando la M4 una mayor diferencia significativa con respecto a la M1 siendo muestra patrón.

- Conclusión final

De los resultados, se concluye que se acepta la hipótesis nula que la Integración del estiércol de vaca y cáscara de arveja mejoran significativamente la resistencia a la flexión del adobe.

#### **4.4. Influencia del estiércol de vaca y la cáscara de arveja en el porcentaje de absorción de agua del adobe.**

En la Tabla 26, se aprecia los resultados del ensayo de absorción de agua, que fue sometida la muestra patrón identificada como "M1", a los 28 días de secado. Estas

unidades fueron sumergidas en agua por 24 hrs y secadas en un horno, como lo indica en la NTP 399.613(2017). Obteniéndose como menor porcentaje de absorción de agua de 23.33%.

**Tabla 26**

*Resultados del ensayo de absorción de la muestra patrón.*

ENSAYO:		Absorción
Código	PROPORCIÓN	Porcentaje %
M1-01		26.38 %
M1-02		23.33 %
M1-03	0% estiércol de vaca +0%	26.25 %
M1-04	cáscara de arveja	27.52 %
M1-05		26.93 %

Fuente: Elaborada por los autores.

En la *Tabla 27*, se aprecia los resultados del ensayo de absorción de agua, que fue sometida la muestra estabilizada con 4% de estiércol de vaca y 4% de cáscara de arveja identificada como "M2", a los 28 días de secado. Estas unidades fueron sumergidas en agua por 24 hrs y secadas en un horno, como lo indica en la NTP 399.613(2017). Obteniéndose como menor porcentaje de absorción de agua de 29.09%.

**Tabla 27**

*Resultados del ensayo de absorción de la muestra estabilizada.*

ENSAYO:		Absorción
Código	PROPORCIÓN	Porcentaje %
M2-01		29.69 %
M2-02		29.09 %
M2-03	4% estiércol de vaca +4%	29.66 %
M2-04	cáscara de arveja	29.18 %
M2-05		29.49 %

Fuente: Elaborada por los autores.

En la Tabla 28, se aprecia los resultados del ensayo de absorción de agua, que fue sometida la muestra estabilizada con 9% de estiércol de vaca y 6% de cáscara de arveja identificada como “M3”, a los 28 días de secado. Estas unidades fueron sumergidas en agua por 24 hrs y secadas en un horno, como lo indica en la NTP 399.613(2017). Obteniéndose como menor porcentaje de absorción de agua de 29.09%.

**Tabla 28**

*Resultados del ensayo de absorción de la muestra estabilizada.*

ENSAYO:		Absorción
Código	PROPORCIÓN	Porcentaje %
M3-01		30.22 %
M3-02	9% estiércol de vaca +6% cáscara de arveja	30.82 %
M3-03		32.46 %
M3-04		30.82 %
M3-05		29.63 %

Fuente: Elaborada por los autores.

En la Tabla 29, se aprecia los resultados del ensayo de absorción de agua, que fue sometida la muestra estabilizada con 13% de estiércol de vaca y 11% de cáscara de arveja identificada como “M4”, a los 28 días de secado. Estas unidades fueron sumergidas en agua por 24 hrs y secadas en un horno, como lo indica en la NTP 399.613(2017). Obteniéndose como menor porcentaje de absorción de agua de 19.25%.

**Tabla 29**

*Resultados del ensayo de absorción de la muestra estabilizada.*

ENSAYO:		Absorción
Código	PROPORCIÓN	Porcentaje %
M4-01	13% estiércol de vaca +11%	19.38 %
M4-02	cáscara de arveja	19.82 %

M4-03	19.27 %
M4-04	19.25 %
M4-05	20.18 %

Fuente: Elaborada por los autores.

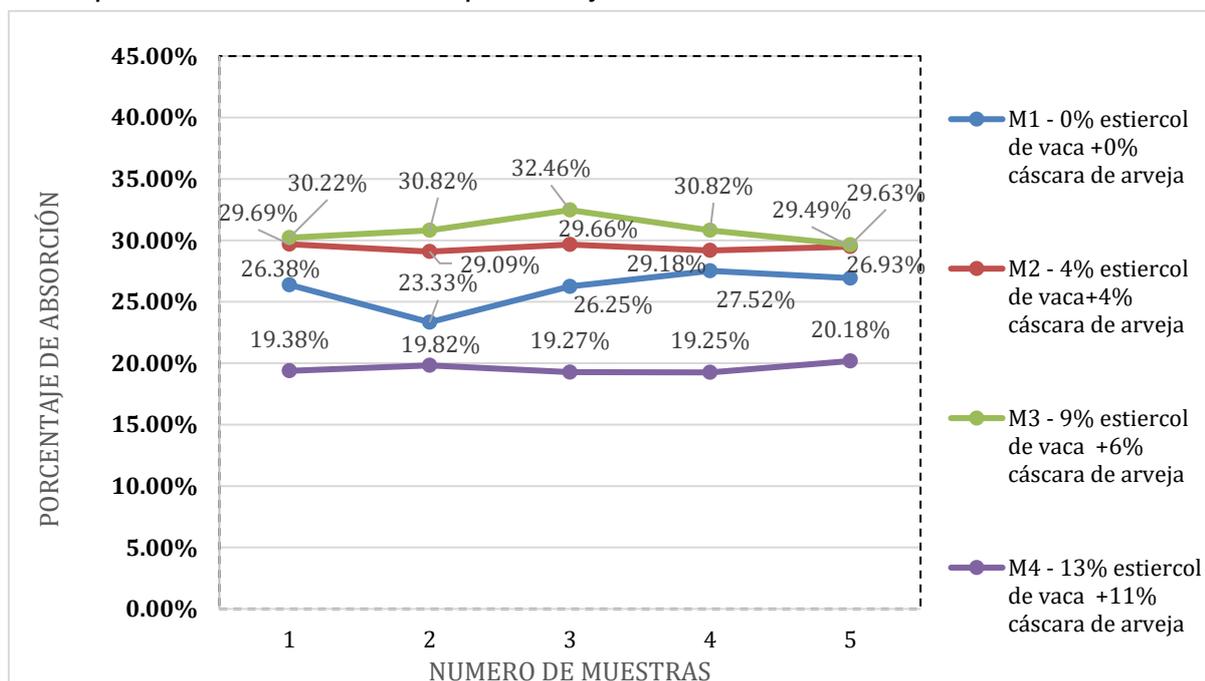
En la Tabla 30, se aprecia los resultados promedios de los 4 tipos de muestras por proporción, varían en función de los porcentajes asignados de la Integración de insumos. Teniendo la muestra 4 posee menor porcentaje de absorción con un 19.58%.

**Tabla 30**  
*Resultados de promedios del ensayo de absorción.*

ENSAYO:	Absorción	
Muestras	PROPORCIÓN	PROMEDIO
M1	0% estiércol de vaca +0% cáscara de arveja	26.08 %
M2	4% estiércol de vaca +4% cáscara de arveja	29.42 %
M3	9% estiércol de vaca +6% cáscara de arveja	30.79 %
M4	13% estiércol de vaca +11% cáscara de arveja	19.58 %

Fuente: Elaborada por los autores.

**Figura 3**  
Comparativo de resultados de porcentaje de absorción



Fuente: Elaborado por los autores.

En la Figura 3, se aprecia las curvas de los diferentes resultados de absorción de los grupos de muestras, identificándose la muestra 3 absorbe mayor cantidad de agua con una máxima de 32.46% con una tendencia no lineal, en comparación con la muestra 4 que presentó una menor absorción con un máxima de 20.18% con una tendencia lineal.

-Contraste de Hipótesis:

En esta sección se llevó a cabo la contrastación de las hipótesis propuestas mediante el uso de pruebas de análisis estadísticos. Se vió la necesidad de emplear métodos estadísticos que nos permita comparar más de 2 o 3 grupos como el análisis de varianza (ANOVA) al tratarse de datos con distribución normal o Kruskal-wallis con datos de distribución anormal. Estas pruebas nos permitieron contrastar las diferencias entre los cuatro tipos de grupos de muestras según la proporción usada en los adobes: 0% estiércol de vaca +0% cáscara de arveja, 4% estiércol de vaca +4% cáscara de arveja, 13% estiércol de vaca +11% cáscara de arveja. Posteriormente, se llevó a cabo el análisis Post Hoc mediante la prueba de Tukeys es que hay

homogeneidad de varianza o Games-Howel si es que hay heterogeneidad de varianza, con el fin de identificar las disparidades específicas entre estos cuatro diseños.

A continuación, se detalla el proceso a seguir:

#### 1. Prueba de Normalidad:

- Propuesta de hipótesis

Ho: Los datos exhiben un comportamiento estadístico que se ajusta a una distribución de tipo normal.

Ha: Los datos no muestran un comportamiento estadístico que se ajuste a una distribución de tipo normal.

- Parámetros

Nivel de confianza de 95% y margen de error del 5%.

La muestra posee datos menores a 50 por ello se toma en cuenta a Shapiro Wilk.

- Regla de criterio de decisión de hipótesis

Si el nivel de significancia es mayor a 0.05  $p > 0.05$ , se acepta la  $h_0$ .

Si el nivel de significancia es menor a 0.05  $p > 0.05$ , se rechaza la  $h_0$  y se acepta la  $h_a$ .

**Tabla 31**  
*Resultados de prueba de normalidad.*

Pruebas de normalidad			Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
MUESTRAS			Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	M1	(0%	0.341	5	0.05	0.830	5	0.139
	estiércol de				8			
	vaca +0%							
	cáscara de arveja)							
M2	(4%	0.211	5	,200*	0.877	5	0.297	
estiércol de								
vaca +4%								
cáscara de arveja)								
M3	(9%	0.289	5	,200*	0.920	5	0.529	
estiércol de								
vaca +6%								
cáscara de arveja)								
M4	(13%	0.288	5	,200*	0.851	5	0.197	
estiércol de								
vaca +11%								
cáscara de arveja)								

Fuente: Elaborada por los autores.

- Análisis de prueba

El nivel de significancia de las muestras de adobe todas son mayores a 0.05 y según la regla de decisión, al ser mayores, se acepta la hipótesis de que los datos exhiben un comportamiento estadístico que se ajusta a una distribución de tipo normal. También es un indicio para poder usar la prueba de ANOVA.

## 2. Prueba de la hipótesis específica:

- Hipótesis a ser aprobada: La Integración del estiércol de vaca y cáscara de arveja reduce el porcentaje de absorción de agua en el adobe.
- Prueba de homogeneidad de varianza.
  - Propuesta de hipótesis

Ho: Si existe homogeneidad de varianza.

Ha: Si existe homogeneidad de varianza.

- Regla de criterio de decisión de hipótesis

Si  $p$  de la media  $>0.05$ , se acepta la  $h_0$ , se usa para post-hoc Tuckey y ANOVA.

Si  $p$  de la media  $<0.05$ , se rechaza  $h_0$ , se acepta  $h_a$  y se usa para post-hoc Games Howell y WELCH.

**Tabla 32***Resultados de test de homogeneidad de varianza de Levene.*

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	Se basa en la media	1.875	3	16	0.174
	Se basa en la mediana	1.133	3	16	0.366
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1.133	3	7.245	0.397
	Se basa en la media recortada	1.599	3	16	0.229

Fuente: Elaborada por los autores.

- Conclusión de prueba de homogeneidad: El nivel de significancia en base a la media, es mayor a 0.05, por ello existe homogeneidad de varianza además se usará ANOVA y para test post hoc a Tuckey.
- Hipótesis estadística para prueba ANOVA: Los 4 tipos de muestras difieren significativamente en cuanto a la comprensión del adobe.
  - H0: Las medias del porcentaje de absorción de agua de los cuatro tipos de muestras son provenientes de una población idéntica; lo que significa que son iguales.
  - H1: Las medias del porcentaje de absorción de agua de los cuatro tipos de muestras no son provenientes de una población idéntica; lo que significa que son diferentes.
- Parámetros: Se trabajó con nivel de confianza de 95% y margen de error del 5%.

- Regla de criterio de decisión de hipótesis: En el evento en que el nivel de significancia de la prueba ANOVA sea inferior a  $p = 0.05$ , se concluye a favor de la existencia de una disparidad en las medias entre los grupos.

**Tabla 33**

*Resultados de la prueba de análisis de varianza (ANOVA) para porcentaje de absorción.*

	Suma cuadrados	de gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	374.997	3	124.999	125.760	0.000
Dentro de grupos	15.903	16	0.994		
Total	390.900	19			

Fuente: Elaborada por los autores.

- Análisis y conclusión de prueba ANOVA.

El nivel de significancia calculado, que es 0.000, sugiere que, de acuerdo con el ANOVA, al ser inferior a 0.05 según la regla de decisión, se rechaza la hipótesis de igualdad y se confirma la existencia de diferencias significativas entre las medias de los diferentes tipos de muestras evaluadas en cuanto al porcentaje de absorción de agua en el adobe.

Se concluye que existen disparidad en los 4 grupos de muestras, al menos uno de ellos presenta variabilidad en los valores. Para identificar qué diseño mostraba diferencias, se llevó a cabo pruebas adicionales (post-hoc).

- Prueba post - Hoc de Tuckey:

**Tabla 34**

*Prueba Post Hoc- Tuckey.*

(I) MUESTRAS		Diferencia de medias (I- J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
M1 (0% estiércol de vaca +0% cáscara de arveja )	M2 (4% estiércol de vaca +4% cáscara de arveja)	-3,34000*	0.63054	0.000	-5.1440	-1.5360
	M3 (9% estiércol de vaca +6% cáscara de arveja)	-4,70800*	0.63054	0.000	-6.5120	-2.9040
	M4 (13% estiércol de vaca +11% cáscara de arveja)	6,50200*	0.63054	0.000	4.6980	8.3060
M2 (4% estiércol de vaca +4% cáscara de arveja)	M1 (0% estiércol de vaca +0% cáscara de arveja )	3,34000*	0.63054	0.000	1.5360	5.1440
	M3 (9% estiércol de vaca +6% cáscara de arveja)	-1.36800	0.63054	0.174	-3.1720	0.4360
	M4 (13% estiércol de vaca +11% cáscara de arveja)	9,84200*	0.63054	0.000	8.0380	11.6460
M3 (9% estiércol de vaca +6% cáscara de arveja)	M1 (0% estiércol de vaca +0% cáscara de arveja )	4,70800*	0.63054	0.000	2.9040	6.5120
	M2 (4% estiércol de vaca +4% cáscara de arveja)	1.36800	0.63054	0.174	-0.4360	3.1720
	M4 (13% estiércol de vaca +11% cáscara de arveja)	11,21000*	0.63054	0.000	9.4060	13.0140
M4 (13% estiércol de vaca +11% cáscara de arveja)	M1 (0% estiércol de vaca +0% cáscara de arveja)	-6,50200*	0.63054	0.000	-8.3060	-4.6980
	M2 (4% estiércol de vaca +4% cáscara de arveja)	-9,84200*	0.63054	0.000	-11.6460	-8.0380
	M3 (9% estiércol de vaca +6% cáscara de arveja)	-11,21000*	0.63054	0.000	-13.0140	-9.4060

Fuente: Elaborada por los autores.

**Tabla 35***Prueba Post Hoc- Tuckey (Sub conjuntos).*

MUESTRAS	N	Subgrupo para $\alpha = 0.05$		
		1	2	3
M4 (13% estiércol de vaca +11% cáscara de arveja)	5	19.5800		
M1 (0% estiércol de vaca +0% cáscara de arveja)	5		26.0820	
M2 (4% estiércol de vaca +4% cáscara de arveja)	5			29.4220
M3 (9% estiércol de vaca +6% cáscara de arveja)	5			30.7900
Sig.		1.000	1.000	0.174

Fuente: Elaborada por los autores.

- Conclusiones de prueba Post Hoc- Tuckey y Subgrupos.

En la Tabla 34 al comparar los grupos de muestras, se evidenció en la comparación de los tipos de muestra una diferencia significativa  $p=0.00$  en la mayoría de los casos, exceptuando en la comparación de la muestra M2 y M3 con un  $p=0.174 >0.05$ . Esto indica que hay diferencias entre la muestra patrón M1 y el resto de muestras, así como la muestra M4 y el resto de muestras, Este mismo resultado se contrasta con la Tabla 35, en el cual se observa las muestras M2 y M3, estadísticamente pertenecen a un subgrupo. Mientras la muestra M1 y M4 son distintos, siendo este último el cual tuvo mejor desempeño en el porcentaje de absorción.

- Conclusión final

De los resultados, se concluye que efectivamente se acepta la hipótesis nula que la Integración del estiércol de vaca y cáscara de arveja reduce el porcentaje de absorción de agua en el adobe, resultado con una mejor capacidad especialmente la muestra M4.

## V. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos respaldan la hipótesis nula específica de que la Integración de estiércol de vaca y cáscara de arveja mejora significativamente la resistencia a la compresión, observándose un aumento a medida que se incrementó la proporción de estiércol de vaca y cáscara de arveja en la mezcla. La muestra M4, con un 13% de estiércol de vaca y 11% de cáscara de arveja, presentó la resistencia promedio más alta, registrando 25.0 kgf/cm<sup>2</sup>, lo que equivale a un aumento del 103% en comparación con la muestra patrón M1. Estos resultados coinciden con investigaciones consultadas, como el estudio de Brito et al. (2023), en el que se demostró que la Integración de estiércol mejoró la resistencia a la compresión. En este estudio, los bloques que contenían un 5% de estiércol alcanzaron una resistencia de alrededor de 130 kPa, superando a los bloques sin estiércol que tenían aproximadamente 115 kPa. Además, los hallazgos de Sanusi et al. (2020) respaldan la idea de que el adobe estabilizado con estiércol de vaca y paja de Gamba mejora la resistencia a la compresión. Su estudio demostró que el adobe estabilizado con un 6% de estiércol de vaca y un 4% de paja de Gamba mostró la mayor resistencia a la compresión, alcanzando 1.75 N/mm<sup>2</sup> a los 28 días. En comparación, el adobe estabilizado solo con estiércol de vaca obtuvo una resistencia de 0.52 N/mm<sup>2</sup>, y el adobe estabilizado solo con paja de Gamba alcanzó 0.49 N/mm<sup>2</sup>. Estos resultados subrayan la importancia de combinar estiércol de vaca con otros insumos en la estabilización del adobe para lograr un aumento considerable en la resistencia a la compresión.

El estudio de Vega R. (2021) respaldó aún más estos hallazgos al demostrar que la Integración de estiércol de vaca en el adobe mejoró de manera significativa su resistencia a la compresión. Con un 6% de estiércol, la resistencia fue de 18.37 kg/cm<sup>2</sup>, lo que aumentó a 21.22 kg/cm<sup>2</sup> con un 8.5% de estiércol y alcanzó 24.47 kg/cm<sup>2</sup> con un 11% de estiércol. Estos resultados revelan una clara relación entre la cantidad de estiércol de vaca utilizado y la resistencia a la compresión del adobe, demostrando que, a mayor cantidad de estiércol, se logra una mayor resistencia.

Por otra parte Ñaupá D.(2022), llega a demostrar también que existe un aumento de resistencia a la compresión del adobe al intentar estabilizar con ceniza de estiércol

de vaca en un 5%, logrando a una resistencia de 15.06 kgf/cm<sup>2</sup>, sin embargo a medida que se supera este porcentaje se reduce esta resistencia, en la muestra de 9% del insumo, llega a 10.74kgf/cm<sup>2</sup>, lo que se observa un comportamiento parabólico en comparación con los resultados de la presente tesis que tiene un comportamiento proporcional al aumento de los insumos con respecto a la resistencia a compresión axial.

Los resultados de esta investigación y los estudios previos respaldan la idea de que la Integración de estiércol de vaca mejora de manera significativa la resistencia a la compresión del adobe. La cantidad de estiércol utilizada en la mezcla tiene un impacto directo en la resistencia del adobe, y combinar estiércol de vaca con otros materiales, como la paja de Gamba o cáscara de arveja, puede ser beneficioso para lograr propiedades mecánicas óptimas en el adobe. Además, es fundamental destacar que nuestros resultados exceden sustancialmente los estándares establecidos en la Norma E-080 (2017), que prescribe un esfuerzo mínimo a la compresión de 12 Kg/cm<sup>2</sup> para unidades de adobe destinadas a la construcción de viviendas.

Los resultados obtenidos respaldan la segunda hipótesis nula específica, que plantea que la Integración de estiércol de vaca y cáscara de arveja mejora de manera significativa la resistencia a la flexión. Estos resultados demostraron un aumento en la resistencia a la flexión de las unidades a medida que la proporción de estiércol de vaca y cáscara de arveja, se incrementó en la mezcla. En el ensayo de resistencia a la flexión, se realizaron pruebas en muestras de adobe utilizando diferentes proporciones de estos insumos para la estabilización. La muestra patrón, M1, con una proporción del 0% de estiércol de vaca y un 0% de cáscara de arveja, arrojó una resistencia promedio de 1.9 kgf/cm<sup>2</sup>. En contraste, la muestra M4, con una proporción del 13% de estiércol de vaca y un 11% de cáscara de arveja, logró una impresionante resistencia de 2.4 kgf/cm<sup>2</sup>. Este resultado representó un notorio incremento del 24% en comparación con la muestra patrón, lo que evidencia que la muestra M4, con la mayor proporción de estos insumos, obtuvo la resistencia a la flexión más elevada. Estos hallazgos subrayan la influencia positiva de las proporciones de estiércol de vaca y cáscara de arveja en la mejora de la resistencia a la flexión del adobe.

Estos resultados se alinean con investigaciones previas, como el estudio de Vega R. (2021), en el que se examinó la influencia del estiércol de vaca en el aumento de la

resistencia a la flexión del adobe. Los resultados demostraron que al incorporar diferentes proporciones de estiércol (6%, 8.5%, y 11%), se obtuvieron mejoras en la resistencia a la flexión. Específicamente, se registraron valores de 7.86 kg. / cm<sup>2</sup>, 8.04 kg. / cm<sup>2</sup> y 8.99 kg. / cm<sup>2</sup>, respectivamente, en función de la proporción de estiércol utilizada. Sus hallazgos demostraron que el aumento en la cantidad de estiércol de vaca se relaciona favorablemente con la resistencia a la flexión del adobe. En contraste con otros estudios que han investigado el impacto de la adición de estiércol de otras fuentes en la resistencia de las unidades de adobe, el estudio de Ortiz D. (2019) se centró en la Integración de distintos porcentajes de contenido de estiércol de caballo (2.5%, 5%, 7.5%, y 10%) en la resistencia a la flexión del adobe. Los resultados obtenidos en este estudio revelaron una tendencia interesante: a medida que se incrementó la proporción de estiércol de caballo en la mezcla, la resistencia a la flexión disminuye. Más específicamente, se registraron valores promedio de 19.02 kg/cm<sup>2</sup>, 17.82 kg/cm<sup>2</sup>, 16.13 kg/cm<sup>2</sup> y 14.72 kg/cm<sup>2</sup> para las proporciones de 2.5%, 5%, 7.5% y 10%, respectivamente. Estos resultados demuestran que un mayor contenido de estiércol de caballo se asocia con una disminución en la resistencia a la flexión del adobe.

Estos estudios subrayan la importancia de la elección adecuada del tipo y la cantidad de estiércol en la construcción con adobe. Los resultados demuestran que no todos los estiércoles tienen el mismo efecto en la resistencia del adobe, y la proporción es un factor crítico. Estos hallazgos ofrecen valiosas pautas para aquellos que trabajan en la Optimización de las propiedades mecánicas del adobe, destacando la necesidad de considerar cuidadosamente los materiales de estabilización para lograr los mejores resultados.

Los resultados respaldan la tercera hipótesis nula, la cual sostiene que la inclusión de estiércol de vaca y cáscara de arveja reduce significativamente el porcentaje de absorción de agua. Durante las pruebas de absorción de agua, la muestra M1, que no contenía estiércol de vaca ni cáscara de arveja (0% de ambos), registró un promedio de absorción de agua del 26.08%. En contraste, la muestra M4, con un 13% de estiércol de vaca y un 11% de cáscara de arveja, mostró un notable descenso en el porcentaje de absorción de agua, alcanzando solo el 19.58%. El estudio de Ige y Danso (2021), se alinea con nuestros hallazgos, al encontrar que el adobe estabilizado

con cáscara de arroz y cal presentó una absorción de agua entre 13% a 60% menor que los ladrillos de adobe no estabilizados, siendo una mejora notable.

Además, Bendezy y García (2019), respalda estos resultados, con sus hallazgos al agregarle paja de trigo 3% con el mismo fin de estabilizar al adobe, obtuvieron un porcentaje de absorción de agua de 19.5% siendo menor al adobe patrón ue absorción 30% de contenido de humedad. En comparación con los resultados de la presente tesis, se observan porcentajes más altos de absorción de agua.

Estos resultados demuestran que la Integración de estiércol de vaca y cáscara de arveja en la mezcla tiene un impacto favorable en la disminución de la absorción de agua por parte del adobe.

## V. CONCLUSIONES

1. Los resultados de los ensayos de límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad arrojaron valores de 30, 17 y 13, respectivamente. Además, el análisis de granulometría reveló la presencia de un 37.4% de arena y un 62.6% de finos en el suelo natural. Estos datos permiten clasificar el suelo como CL/arcilla de baja plasticidad según SUCS y A-6(6) según AASHTO. Estas características indicaron que el suelo es adecuado para la fabricación de bloques de adobe.
2. En el ensayo de resistencia a la flexión, se obtuvo una mejora en la resistencia a medida que se incrementó la proporción de estiércol de vaca y cáscara de arveja en las muestras de adobe. Al combinar diversas proporciones de estiércol de vaca (0%, 4%, 9% y 13%) y cáscara de arveja (0%, 4%, 6% y 11%) en las muestras M1, M2, M3 y M4, respectivamente, se obtuvieron los siguientes promedios a partir de los resultados de 5 unidades ensayadas en cada muestra: M1: 1.9 kgf/cm<sup>2</sup>, M2: 2.1 kgf/cm<sup>2</sup>, M3: 2.3 kgf/cm<sup>2</sup>, M4: 2.4 kgf/cm<sup>2</sup>. Notablemente, la M4 exhibió un incremento del 24% en comparación con la muestra M1, lo que sugiere que la Integración de estos insumos puede ser una estrategia efectiva para mejorar la resistencia a la flexión del adobe de construcción. Esta conclusión se basa en los datos obtenidos a los 28 días de secado de las muestras.
3. En el ensayo de resistencia a la compresión realizado a los 28 días de secado de las muestras, la Integración de estiércol de vaca y cáscara de arveja demostró ser efectiva. Los resultados señalan que a medida que incremento la proporción de estos insumos, se registra un incremento en la resistencia a la compresión. Al incorporar estiércol de vaca en proporciones de 0%, 4%, 9% y 13%, junto con cáscara de arveja en proporciones de 0%, 4%, 6% y 11% en las muestras M1, M2, M3 y M4, respectivamente, los valores promedio resultantes de 05 unidades ensayadas por cada muestra fueron: M1: 12.3 kgf/cm<sup>2</sup>, M2: 15.6 kgf/cm<sup>2</sup>, M3: 20.7 kgf/cm<sup>2</sup>, M4: 25.0 kgf/cm<sup>2</sup>, superando los 10.12 kgf/cm<sup>2</sup> que es la resistencia mínima establecida en la norma E.080.
4. El ensayo de absorción de agua aplicado a la muestra patrón y a las muestras estabilizadas resistieron sin desmoronarse, además la conclusión extraída es que

al integrar el estiércol de vaca y cáscara de arveja en proporción de 13% y 11% respectivamente, actúa mejor impermeabilizando al adobe permitiendo absorber menor cantidad de agua en un 19.58% . El estiércol de vaca es el insumo que le otorga al adobe la característica de absorber poca agua en comparación con los resultados de otros autores solo usaron fibras y obtuvieron una mayor capacidad de absorción.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda que antes de iniciar cualquier proyecto de construcción con adobes estabilizados, se realicen estudios de suelo específicos para cada ubicación. Estos estudios ayudarán a determinar las propiedades del suelo local y permitirán ajustar las mezclas de adobe de manera más precisa para adaptarse a las condiciones específicas del sitio.
2. Dado que los resultados indican que la Integración de estiércol de vaca y cáscara de arveja mejora la resistencia y la impermeabilidad del adobe, se recomienda investigar aún más el potencial de otros materiales orgánicos como adiciones a este proceso. La exploración de una variedad de fuentes de materiales orgánicos podría ofrecer alternativas sostenibles y económicas para la industria de la construcción.
3. Los hallazgos de nuestro estudio derivan de ensayos llevados a cabo a los 28 días de secado de las muestras. Se recomienda llevar a cabo un seguimiento a más largo plazo para evaluar si las propiedades de las muestras estabilizadas siguen mejorando con el tiempo. Esto proporcionará información valiosa sobre la durabilidad a largo plazo de las unidades de adobe fabricadas con estiércol de vaca y cáscara de arveja.
4. Se sugiere llevar a cabo estudios adicionales para determinar las proporciones más efectivas de estiércol de vaca y cáscara de arveja en la mezcla de adobe. Explorar una variedad de combinaciones podría ayudar a identificar la proporción óptima que maximiza tanto la resistencia como la economía de producción.

## REFERENCIAS

- Ahmadi et al. (2022). Appraising the Seismic Response of a Retrofitted Adobe Historic Structure, the Role of Modal Updating and Advanced Computations. *Buildings*. Vol.12. No.11. <https://doi.org/10.3390/buildings12111795>
- Babativa, C. (2017). Investigación Cuantitativa. Areandino, <https://digitk.areandina.edu.co/handle/areandina/3544>
- Bendezú y García (2019). Evaluación de la Resistencia del Adobe reforzado con paja de trigo para viviendas en el Distrito de Chalaco – Piura, 2019 [tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo] *Repositorio de la Universidad Cesar Vallejo*. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/46448>
- Bredenoord y Kulshreshtha (2023). Compressed Stabilized Earthen Blocks and Their Use in Low-Cost Social Housing. *Sustainability*, Vol 15, No. 06, Pp. 5295. <https://doi.org/10.3390/su15065295>
- Briceño y Carrasco (2019). Mejoramiento de bloques de adobe, incorporando Garbancillo para incrementar su resistencia, Los Ejidos del Norte, Piura 2019. [tesis de pregrado, Universidad César Vallejo] *Repositorio de la Universidad César Vallejo*. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/48652>
- Brito et al. (2023). Evaluation of the Properties of Adobe Blocks with Clay and Manure. *Buildings*, Vol. 13, No. 03, pp. 657. <https://doi.org/10.3390/buildings13030657>
- Cassese et al. (2021). Xperimental in-plane lateral response of a full-scale adobe masonry wall with opening. National Technical University of Athens. <https://hdl.handle.net/11584/320300>
- Checa et al. (2022). La arveja - investigación y tecnología en el sur de Colombia. Universidad de Nariño. <http://sired.udenar.edu.co/id/eprint/7303>
- Dawood et al. (2021). Investigation of Compressive Strength of Straw Reinforced Unfired Clay Bricks for Sustainable Building Construction. *Civil and Environmental Engineering*, Vol 17, No. 01, Pp. 150-163. <https://doi.org/10.2478/cee-2021-0016>
- Díaz et al. (2019). Usos del adobe en diferentes países de América Latina. *Usos del adobe en diferentes países de América Latina*, Vol.10, No. 2, Pp. 73-81. <https://doi.org/10.25213/2216-1872.22>

- Fages et al. (2022). Calibration of a total strain crack model for adobe masonry based on compression and diagonal compression tests. *Construction and Building Materials*, Vol. 352. No. 17. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.128965>
- González I.(2018).Estudio experimental para la obtención de azúcares reductores a partir de la vaina de *Pisum sativum* L. (Arveja) mediante hidrólisis en agua supercrítica.[Proyecto para obtener título de Ingeniero Ambiental y Sanitario, Universidad de la Salle].*Ciencia Unisalle*.[https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1566&context=ing\\_ambiental\\_sanitaria](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1566&context=ing_ambiental_sanitaria)
- Guevara et al. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *Recimundo*, Vol. 04, No.03, Pp. 163-173. DOI:10.26820/recimundo/4. (3). julio.2020.163-173
- Hibbeler, C. (2011). *Mecánica de materiales*. Pearson <https://dx.doi.org/10.21608/shedet.2021.29729.1001>
- Huaranca y Quito (2020). Mejoramiento del adobe adicionando cascarilla de arroz para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel - Piura – 2020. [tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo] *Repositorio de la Universidad Cesar Vallejo*. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/57402>
- Ige y Danso (2021). Experimental Characterization of Adobe Bricks Stabilized with Rice Husk and Lime for Sustainable Construction. *Journal of Materials in Civil Engineering*, Vol. 34. No. 2. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)MT.1943-5533.0004059](https://doi.org/10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0004059)
- Instituto Nacional de Calidad (INACAL). (2019). NTP 339.128: *Determinación cuantitativa de la distribución de tamaños de partículas en suelos*. INACAL. <https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/catalogo-bibliografico>
- Instituto Nacional de Calidad (INACAL). (2019). NTP 339.129: *Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos*. INACAL. <https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/catalogo-bibliografico>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2017).Censo Nacionales 2017:XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.REDATAM.<https://censos2017.inei.gob.pe/redatam/>

- Karakan E. (2022). Comparative Analysis of Atterberg Limits, Liquidity Index, Flow Index and Undrained Shear Strength Behavior in Binary Clay Mixtures. *Applied Sciences*. Vol 12, N°17. <https://doi.org/10.3390/app12178616>
- Kassahun et al. (2019). Improving the Strength of Adobe Units Using Eragrostis Teff Straw Fiber for Sustainable Construction, Wolaita Sodo, Ethiopia. Vol. 05. No. 05. [https://www.researchgate.net/publication/336115014\\_Improving\\_the\\_Strength\\_of\\_Adobe\\_Units\\_Using\\_Eragrostis\\_Teff\\_Straw\\_Fiber\\_for\\_Sustainable\\_Construction\\_Wolaita\\_Sodo\\_Ethiopia](https://www.researchgate.net/publication/336115014_Improving_the_Strength_of_Adobe_Units_Using_Eragrostis_Teff_Straw_Fiber_for_Sustainable_Construction_Wolaita_Sodo_Ethiopia)
- Knadel et al.(2021). Estimating Atterberg limits of soils from reflectance spectroscopy and pedotransfer functions. *Geoderma*. Vol 402. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2021.115300>
- Lekshmi et al. (2020). Strength, sorptivity and shrinkage characteristics of cow dung stabilized mud mortar. *materialstoday: proceedings*, Vol 32, No. 04, Pp. 782-787. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.03.715>
- Mariscal et al. (2020). Experimental analysis of diagonal compression and splitting tests for the characterization of shear and tensile behavior of adobe masonry. *Engineering Structures*, Vol. 215. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2020.110633>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (07 de abril del 2017). E.080 Diseño Y Construcción Con Tierra Reforzada - Rm N° 121-2017-Vivienda. *Diario El Peruano*. [https://procurement-notices.undp.org/view\\_file.cfm?doc\\_id=109376](https://procurement-notices.undp.org/view_file.cfm?doc_id=109376)
- Mohammadi y Morshed (2022). Experimental evaluation into improving the mechanical properties of adobe using palm fibers. *Amirkabir Journal of Civil Engineering*, Vol. 54, No.6, Pp.465-468. DOI: 10.22060/ceej.2021.19652.7222
- Ñaupas et al. (2018). Metodología de la Investigación Cuantitativa-Cualitativa y Redacción de la Tesis. Ediciones de la U. [http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales\\_de\\_consulta/Drogas\\_de\\_Abuso/Articulos/MetodologiaInvestigacionNaupas.pdf](http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/MetodologiaInvestigacionNaupas.pdf)
- Ouedraogo et al. (2023). Microstructural, Physical and Mechanical Characteristics of Adobes Reinforced with Sugarcane Bagasse. *Buildings*, Vol 13, No. 01, Pp. 117. <https://doi.org/10.3390/buildings13010117>

- Piñas et al. (2020). Influence of Stipa ichu on the thermal and mechanical properties of adobe as a biocomposite material. *Journal of Physics: Conference Series*, Vol. 1433. DOI 10.1088/1742-6596/1433/1/012003
- Quijano A. (2022). Estudio del Mejoramiento de Propiedades Físicas y Mecánicas del Adobe Agregando Adiciones Naturales en su Proceso de Fabricación. [Trabajo de investigación para grado de bachiller, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo].  
[https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/5103/3/TIB\\_QuijanoValderaArlyn.pdf](https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/5103/3/TIB_QuijanoValderaArlyn.pdf)
- Sanusi et al. (2020). Mechanical Properties of Adobe Stabilized With Cow-Dung and Gamba-Straw Waste. *The International Journal of Engineering and Science (IJES)*, Vol.9, No.12, Pp.46-53. DOI:10.9790/1813-0912014653
- Sotomayor L. (2018). Diseño y proceso constructivo de una vivienda de adobe en Cauquenes. [Memoria para obtener título de Ingeniero Constructor, Universidad AndrésBello].  
[https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/5103/3/TIB\\_QuijanoValderaArlyn.pdf](https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/5103/3/TIB_QuijanoValderaArlyn.pdf)
- Ukiwazagira G.y Mbereyaho L. (2023). Strength Assessment of Improved Adobe Brick Using Natural Stabilizers. *Mediterránea de Ciencias Básicas y Aplicadas (MJBAS)*, Vol.1, No.1, Pp.14-26. <https://doi.org/10.46382/MJBAS.2023.7102>.

## **ANEXOS**

## **ANEXO 1. TABLA DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

**Tabla 36***Operacionalización de variables*

Variables de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de Medición
Variable Independiente: Estiércol de vaca y cáscara de arveja	(2016, en Brito et al. 2023) mencionan que el estiércol de vaca consiste en material vegetal no digerido proveniente del sistema digestivo de los rumiantes, como el rumen, retículo, omaso y abomaso.	La variable estiércol de Estiércol de vaca y cáscara de arveja, será medida a través de porcentajes en la mezcla de elaboración del adobe.	Dosificación	0%, 4%, 9%, 13%	Razón
	Gonzáles I. (2016). Cubierta exterior fibroso que envuelve las semillas de la planta de arveja.			0%, 4% 6%, 11%	Razón
Variable Dependiente: Propiedades del adobe	Piñas et al. (2020) menciona que las propiedades mecánicas de un material, como el adobe utilizado en edificaciones, se refieren a su comportamiento frente a fuerzas y cargas, determinando su capacidad para resistir la deformación o fractura bajo distintas condiciones.	La variable propiedades del adobe será medida a través de ensayos en laboratorio.	Propiedades Mecánicas	Resistencia a la compresión	Razón
				Resistencia a la Flexión	
				Porcentaje de absorción de agua	

## **ANEXO 2: FICHAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

**PRUEBA CINTA DE BARRO**

**TESIS :**  
**TESISTAS :**  
**MUESTRA :**  
**UBICACIÓN :**  
**FECHA DE ENSAYO :**

PRUEBA CINTA DE BARRO			NP – 01
			FECHA:
MUESTRAS OBTENIDAS	LONGITUD DE ROTURA (cm)	CONDICIÓN M/B	OBSERVACIONES
RANGO DE ROTURA Y CALIDAD DEL SUELO			
0 – 10 Cm.	Muy arenoso	Malo (M)	
10 – 20 Cm	Suelo Optimo	Bueno (B)	
20 – 25 Cm	Muy arcilloso	Malo (M)	

**PRUEBA RESISTENCIA SECA**

**TESIS :**  
**TESISTAS :**  
**MUESTRA :**  
**UBICACIÓN :**  
**FECHA DE ENSAYO :**

PRUEBA CINTA DE BARRO			NP – 01
			FECHA:
MUESTRAS OBTENIDAS	LONGITUD DE ROTURA (cm)	CONDICIÓN M/B	OBSERVACIONES
“PRESENCIA DE ARCILLA” O “RESISTENCIA SECA”			
BOLITAS DE TIERRA	SE ROMPE	Malo (M)	
	NO SE ROMPE	Bueno (B)	



**LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES, SUELOS,  
CONCRETO Y ASFALTO**  
RUC: 20607462756

PROYECTO	"EVALUACION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL ADOBE INCORPORANDO ESTIERCOL DE VACA Y CASCARA DE ARVEJA EN MOROPON - PIURA 2023"														
SOLICITANTE	BARCO CORDOVA MARISEL - MONTENEGRO ROJAS PEDRO						FECHA DE INFORME : OCTUBRE DEL 2023								
<b>ENSAYO DE RESISTENCIA POR FLEXION DE ESPECIMENES DE ADOBE (NTP 399.613) - 2017</b>															
N° LADRILLO	DESCRIPCION	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	MODULO DE ELASTICIDAD DE ADOBE (Pa)	MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCION TRANSVERSAL DEL ADOBE (m <sup>4</sup> )	CARGA MÁXIMA (Kg)	GRAVEDAD (mseg <sup>2</sup> )	FUERZA APLICADA EN EL CENTRO DEL ADOBE (N)	REACCIONES (N)		RESULTADO DE LA INTEGRAL (K2Nm <sup>3</sup> )	DEFLECCION EN PUNTO MEDIO ΔL (mm)	RESISTENCIA POR FLEXION (kg/cm <sup>2</sup> )
											IZQUIERDA	DERECHA			
1	ADOBE 0% ESTIERCOL + 0% CASCARA DE ARVEJA M-1	19.00	9.01	9.01	171.19	650000000.00	97849.35083333330	312.00	10.00	3.12	1.58	1.58	0.000576	0.000000	1.82
2	ADOBE 0% ESTIERCOL + 0% CASCARA DE ARVEJA M-2	19.02	9.01	9.01	171.37	650000000.00	98261.99907882680	315.00	10.00	3.15	1.58	1.58	0.000576	0.000000	1.84
3	ADOBE 0% ESTIERCOL + 0% CASCARA DE ARVEJA M-3	19.01	9.00	9.00	171.09	650000000.00	97946.68250700750	368.00	10.00	3.68	1.84	1.84	0.000576	0.000000	2.15
4	ADOBE 0% ESTIERCOL + 0% CASCARA DE ARVEJA M-4	19.00	9.02	9.02	171.38	650000000.00	97957.95168686870	370.00	10.00	3.70	1.85	1.85	0.000576	0.000000	2.16
5	ADOBE 0% ESTIERCOL + 0% CASCARA DE ARVEJA M-5	19.04	9.01	9.00	171.55	650000000.00	98875.95110884210	304.00	10.00	3.04	1.52	1.52	0.000576	0.000000	1.77
1. El muestreo, moldeo, curado y cuidado de los especímenes de adobe, es exclusivamente responsabilidad del solicitante.															

**DANIEL IPANAQUE OLIVA**  
TECNICO SUELOS CONCRETO Y ASFALTO  
LABORATORIO GEOTECNICO Y MECANICO  
DE SUELOS Y ASFALTO



**Rafael Luciano Zavala Paria**  
Ing. Civil Jefe  
Laboratorio Geotécnica y Mecánica de Suelos y Asfalto  
Reg. CIP N° 145580

945 515 326

Av. Tacna 125 Castilla - Piura

LABORATORIO DE  
SUELOS L&D



**LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES, SUELOS,  
CONCRETO Y ASFALTO**  
RUC 20607462756

PROYECTO	"EVALUACION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL ADOBE INCORPORANDO ESTIERCOL DE VACA Y CASCARA DE ARVEJA EN MORROPON - PIURA 2023"														
SOLICITANTE	BARCO CORDOVA MARISEL - MONTENEGRO ROJAS PEDRO						FECHA DE INFORME : OCTUBRE DEL 2023								
<b>ENSAYO DE RESISTENCIA POR FLEXION DE ESPECIMENES DE ADOBE (NTP 399.613) - 2017</b>															
N° LADRILLO	DESCRIPCION	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	MODULO DE ELASTICIDAD DE ADOBE [Pa]	MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCION TRANSVERSAL DEL ADOBE [m <sup>4</sup> ]	CARGA MÁXIMA [kg]	GRAVEDAD [N/m <sup>3</sup> ]	FUERZA APLICADA EN EL CENTRO DEL ADOBE [N]	REACCIONES [N]		RESULTADO DE LA INTEGRAL [KNm <sup>3</sup> ]	DEFLECCION EN PUNTO MEDIO [L (mm)]	RESISTENCIA POR FLEXION [kg/cm <sup>2</sup> ]
											IZQUIERDA	DERECHA			
1	ADOBE 4% ESTIERCOL + 4% CASCARA DE ARVEJA M-1	18.00	9.01	9.01	171.19	650000000.00	97849.3508333330	356.00	10.00	3.58	1.78	1.78	0.000576	0.000000	2.08
2	ADOBE 4% ESTIERCOL + 4% CASCARA DE ARVEJA M-2	18.02	9.01	9.01	171.37	650000000.00	98261.99907862680	360.00	10.00	3.60	1.80	1.80	0.000578	0.000000	2.10
3	ADOBE 4% ESTIERCOL + 4% CASCARA DE ARVEJA M-3	19.01	9.00	9.00	171.09	650000000.00	97948.68250700750	365.00	10.00	3.65	1.83	1.83	0.000576	0.000000	2.13
4	ADOBE 4% ESTIERCOL + 4% CASCARA DE ARVEJA M-4	19.00	9.02	9.02	171.38	650000000.00	97957.95169666670	370.00	10.00	3.70	1.85	1.85	0.000578	0.000000	2.16
5	ADOBE 4% ESTIERCOL + 4% CASCARA DE ARVEJA M-5	19.04	9.01	9.00	171.55	650000000.00	98675.95110864210	377.00	10.00	3.77	1.89	1.89	0.000576	0.000000	2.20
1. El muestreo, nobleo, custodia y curado de los especimenes de adobe, es exclusivamente responsabilidad del solicitante.															

**DANIEL IPANAQUE OLIVA**  
TECNICO SUELOS CONCRETO Y ASFALTO  
LABORATORIO GEOTECNICO Y MECANICA  
DE SUELOS Y ASFALTO



**Rafael Luciano Zavala Feria**  
Ing. Civil Jefe  
Laboratorio Geotecnico y Mecanica de Suelos y Asfalto  
Reg. CIP N° 145580

945 515 326

Av. Tacna 125 Castilla - Piura

LABORATORIO DE  
SUELOS L&D



**LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES, SUELOS,  
CONCRETO Y ASFALTO**  
RUC 20607462756

PROYECTO	"EVALUACION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL ADOBE INCORPORANDO ESTIERCOL DE VACA Y CASCARA DE ARVEJA EN MORROPON - PIURA 2023"														
SOLICITANTE	BARCO CORDOVA MARISEL - MONTENEGRO ROJAS PEDRO							FECHA DE INFORME : OCTUBRE DEL 2023							
ENSAYO DE RESISTENCIA POR FLEXION DE ESPECIMENES DE ADOBE (NTP 399.613) - 2017															
N° LADRILLO	DESCRIPCION	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	MODULO DE ELASTICIDAD DE ADOBE (Pa)	MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCION TRANSVERSAL DEL ADOBE (m <sup>4</sup> )	CARGA MÁXIMA (kg)	GRAVEDAD (m/seg <sup>2</sup> )	FUERZA APLICADA EN EL CENTRO DEL ADOBE (kg)	REACCIONES (kg)		RESULTADO DE LA INTEGRAL (K2Nm <sup>2</sup> )	DEFLECCION EN PUNTO MEDIO ΔL (mm)	RESISTENCIA POR FLEXION (kg/cm <sup>2</sup> )
											IZQUIERDA	DERECHA			
1	ADOBE 9% ESTIERCOL + 9% CASCARA DE ARVEJA M-1	19.00	9.00	9.01	171.00	850000000.00	97740.750000000000	365.00	10.00	3.85	1.93	1.93	0.000576	0.000000	2.25
2	ADOBE 9% ESTIERCOL + 9% CASCARA DE ARVEJA M-2	19.01	9.02	9.01	171.47	850000000.00	98164.34180146750	395.00	10.00	3.95	1.98	1.98	0.000576	0.000000	2.30
3	ADOBE 9% ESTIERCOL + 9% CASCARA DE ARVEJA M-3	19.00	9.00	9.00	171.00	850000000.00	97740.750000000000	394.00	10.00	3.94	1.97	1.97	0.000576	0.000000	2.30
4	ADOBE 9% ESTIERCOL + 9% CASCARA DE ARVEJA M-4	19.02	9.00	9.02	171.18	850000000.00	98152.94025612000	380.00	10.00	3.80	1.90	1.90	0.000576	0.000000	2.22
5	ADOBE 9% ESTIERCOL + 9% CASCARA DE ARVEJA M-5	19.00	9.00	9.00	171.00	850000000.00	97740.750000000000	396.00	10.00	3.96	1.98	1.98	0.000576	0.000000	2.32
1. El muestreo, moldeo, custodia y curado de los especimenes de adobe , es exclusivamente responsabilidad del solicitante.															

**DANIEL IPANAQUE OLIVA**  
TECNICO SUELOS CONCRETO Y ASFALTO  
LABORATORIO GEOTECNICO Y MECANICO  
DE SUELOS Y ASFALTO



**Rafael Luciano Zavala Feria**  
Ing. Civil Jefe  
Laboratorio Geotécnica y Mecánica de Suelos y Asfalto  
Reg. CIP N° 145580

945 515 326

Av. Tacna 125 Castilla - Piura

LABORATORIO DE  
SUELOS L&D



**LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES, SUELOS,  
CONCRETO Y ASFALTO**  
RUC 20607462756

PROYECTO	"EVALUACION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL ADOBE INCORPORANDO ESTIERCOL DE VACA Y CASCARA DE ARVEJA EN MORROPON - PIURA 2022"														
SOLICITANTE	BARCO CORDOVA MARISEL - MONTENEGRO ROJAS PEDRO							FECHA DE INFORME : OCTUBRE DEL 2022							
ENSAYO DE RESISTENCIA POR FLEXION DE ESPECIMENES DE ADOBE (NTP 399.613) - 2017															
N° LADRILLO	DESCRIPCION	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	MODULO DE ELASTICIDAD DE ADOBE (Pa)	MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCION TRANSVERSAL DEL ADOBE (m <sup>4</sup> )	CARGA MÁXIMA (Kg)	GRAVEDAD (m/kg <sup>2</sup> )	FUERZA APLICADA EN EL CENTRO DEL ADOBE (N)	REACCIONES (N)		RESULTADO DE LA INTEGRAL (KNm <sup>2</sup> )	DEFLECCION EN PUNTO MEDIO (L (mm))	RESISTENCIA POR FLEXION (Kg/cm <sup>2</sup> )
											IZQUIERDA	DERECHA			
1	ADOBE 13% ESTIERCOL + 11% CASCARA DE ARVEJA M-1	19.00	9.00	9.01	171.00	650000000.00	97740.750000000000	399.00	10.00	3.99	2.00	2.00	0.000576	0.000000	2.33
2	ADOBE 13% ESTIERCOL + 11% CASCARA DE ARVEJA M-2	19.00	9.00	9.01	171.00	650000000.00	97740.750000000000	401.00	10.00	4.01	2.01	2.01	0.000576	0.000000	2.35
3	ADOBE 13% ESTIERCOL + 11% CASCARA DE ARVEJA M-3	19.00	9.01	9.00	171.19	650000000.00	97849.350833333330	421.00	10.00	4.21	2.11	2.11	0.000576	0.000000	2.46
4	ADOBE 13% ESTIERCOL + 11% CASCARA DE ARVEJA M-4	19.00	9.01	9.02	171.19	650000000.00	97849.350833333330	432.00	10.00	4.32	2.16	2.16	0.000576	0.000000	2.52
5	ADOBE 13% ESTIERCOL + 11% CASCARA DE ARVEJA M-5	18.01	9.00	9.00	171.00	650000000.00	97946.68250700750	405.00	10.00	4.05	2.03	2.03	0.000576	0.000000	2.37
1. El maestro, molde, custodia y cuidado de los especimenes de adobe , es exclusivamente responsabilidad del solicitante.															

**DANIEL IPANAQUE OLIVA**  
TECNICO SUELOS CONCRETO Y ASFALTO  
LABORATORIO GEOTECNICO Y MECANICO  
DE SUELOS Y ASFALTO



**Rafael Luciano Zavala Feria**  
Ing. Civil Jefe  
Laboratorio Geotécnico y Mecánica de Suelos y Asfalto  
Reg. CIP N° 145580

945 515 326

Av. Tacna 125 Castilla- Piura

LABORATORIO DE SUELOS L&D



**LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES, SUELOS,  
CONCRETO Y ASFALTO**  
RUC: 20607462756

PROYECTO	"EVALUACION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL ADOBE INCORPORANDO ESTIERCOL DE VACA Y CASCARA DE ARVEJA EN MORROPON - PIURA 2023"	
SOLICITA	BARCO CORDOVA MARISEL - MONTENEGRO ROJAS PEDRO	FECHA DE INFORME : OCTUBRE DEL 2023

**RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL DE LAS UNIDADES DE LADRILLO ADOBE**  
(NTP 399.613)

N° LADRILLO	IDENTIFICACION / MARCA	FECHA ROTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (Kg)	Esfuerzo máximo a la compresion (Kg/cm <sup>2</sup> )
								Unidad entera (Rue)
1	ADOBE 0% ESTIERCOL + 0% CASCARA DE ARVEJA M-1	09/10/2023	19.01	9.01	9.02	171.28	1937.0	11.31
2	ADOBE 0% ESTIERCOL + 0% CASCARA DE ARVEJA M-2	09/10/2023	19.02	9.02	9.00	171.56	2039.0	11.89
3	ADOBE 0% ESTIERCOL + 0% CASCARA DE ARVEJA M-3	09/10/2023	19.00	9.01	9.00	171.19	1835.0	10.72
4	ADOBE 0% ESTIERCOL + 0% CASCARA DE ARVEJA M-2	09/10/2023	19.03	9.02	9.00	171.65	2141.0	12.47
5	ADOBE 0% ESTIERCOL + 0% CASCARA DE ARVEJA M-2	09/10/2023	19.02	9.00	9.02	171.18	2345.0	13.70
							PROMEDIO	12

Rue: Resistencia a la compresion en unidad entera  
Resultados de laboratorio considerando el area neta

**Observaciones:**

El ensayo se efectuó con unidades enteras  
Defectos en el espécimen, ninguno.  
Muestreo realizado por el solicitante

**DANIEL IPANAQUE OLIVA**  
TECNICO SUELOS CONCRETO Y ASFALTO  
LABORATORIO GEOTECNICO Y MECANICO  
DE SUELOS Y ASFALTO



**Rafael Luciano Zavala Fera**  
Ing. Civil Jefe  
Laboratorio Geotécnico y Mecánica de Suelos y Asfalto  
Reg. CIP N° 145580

945 515 326

Av. Tacna 125 Castilla- Piura

LABORATORIO DE SUELOS L&D



**LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES, SUELOS,  
CONCRETO Y ASFALTO**  
RUC: 20607462756

PROYECTO	"EVALUACION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL ADOBE INCORPORANDO ESTIERCOL DE VACA Y CASCARA DE ARVEJA EN MORROPON - PIURA 2023"	
SOLICITA	BARCO CORDOVA MARISEL - MONTENEGRO ROJAS PEDRO	FECHA DE INFORME : OCTUBRE DEL 2023

**RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL DE LAS UNIDADES DE LADRILLO ADOBE**  
(NTP 399.613)

N° LADRILLO	IDENTIFICACION / MARCA	FECHA ROTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (Kg)	Esfuerzo maximo a la compresion (Kg/cm <sup>2</sup> ) Unidad entera (Rue)
1	ADOBE 4% ESTIERCOL + 4% CASCARA DE ARVEJA M-1	09/10/2023	19.00	9.00	9.02	171.00	2447.0	14.31
2	ADOBE 4% ESTIERCOL + 4% CASCARA DE ARVEJA M-2	09/10/2023	19.01	9.00	9.00	171.09	2345.0	13.71
3	ADOBE 4% ESTIERCOL + 4% CASCARA DE ARVEJA M-3	09/10/2023	19.01	9.01	9.00	171.28	2855.0	16.67
4	ADOBE 4% ESTIERCOL + 4% CASCARA DE ARVEJA M-4	09/10/2023	19.00	9.00	9.00	171.00	2651.0	15.50
5	ADOBE 4% ESTIERCOL + 4% CASCARA DE ARVEJA M-5	09/10/2023	19.01	9.00	9.02	171.09	2753.0	16.09
PROMEDIO								15

Rue: Resistencia a la compresion en unidad entera  
Resultados de laboratorio considerando el area neta

**Observaciones:**

El ensayo se efectuo con unidades enteras  
Defectos en el especimen, ninguno.  
Muestreo realizado por el solicitante

**DANIEL IPANAQUE OLIVA**  
TECNICO SUELOS CONCRETO Y ALFASO  
LABORATORIO GEOTECNICO Y MECANICA  
DE SUELOS Y ASFALTO



**Rafael Luciano Zavala Feria**  
Ing. Civil Jefe  
Laboratorio Geotecnica y Mecanica de Suelos y Asfalto  
Reg. CIP N° 145580

945 515 326

Av. Tacna 125 Castilla- Piura

LABORATORIO DE SUELOS L&D



**LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES, SUELOS,  
CONCRETO Y ASFALTO**  
RUC: 20607462756

PROYECTO	"EVALUACION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL ADOBE INCORPORANDO ESTIERCOL DE VACA Y CASCARA DE ARVEJA EN MORROPON - PIURA 2023"	
SOLICITA	BARCO CORDOVA MARISEL - MONTENEGRO ROJAS PEDRO	FECHA DE INFORME : OCTUBRE DEL 2023

**RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL DE LAS UNIDADES DE LADRILLO ADOBE**  
(NTP 399.613)

N° LADRILLO	IDENTIFICACION / MARCA	FECHA ROTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (Kg)	Esfuerzo maximo a la compresion (Kg/cm <sup>2</sup> )
								Unidad entera (Rue)
1	ADOBE 9% ESTIERCOL + 6% CASCARA DE ARVEJA M-1	09/10/2023	19.01	9.01	9.02	171.28	3670.0	21.43
2	ADOBE 9% ESTIERCOL + 6% CASCARA DE ARVEJA M-2	09/10/2023	19.00	9.00	9.00	171.00	3466.0	20.27
3	ADOBE 9% ESTIERCOL + 6% CASCARA DE ARVEJA M-3	09/10/2023	19.00	9.00	9.00	171.00	3467.0	20.27
4	ADOBE 9% ESTIERCOL + 6% CASCARA DE ARVEJA M-4	09/10/2023	19.02	9.01	9.00	171.37	3568.0	20.82
5	ADOBE 9% ESTIERCOL + 6% CASCARA DE ARVEJA M-5	09/10/2023	19.00	9.02	9.02	171.38	3263.0	19.04
PROMEDIO								20

Rue: Resistencia a la compresion en unidad entera  
Resultados de laboratorio considerando el area neta

**Observaciones:**

El ensayo se efectuó con unidades enteras  
Defectos en el espécimen, ninguno.  
Muestreo realizado por el solicitante

**DANIEL IPANAQUE OLIVA**  
TECNICO SUELOS CONCRETO Y ALFALTO  
LABORATORIO GEOTECNICO Y MECANICO  
DE SUELOS Y ASFALTO



**Rojael Luciano Zavala Feria**  
Ing. Civil Jefe  
Laboratorio Geotecnica y Mecanica de Suelos y Asfalto  
Reg. CIP N° 145580

945 515 326

Av. Tacna 125 Castilla- Piura

LABORATORIO DE  
SUELOS L&D



**LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES, SUELOS,  
CONCRETO Y ASFALTO**  
RUC: 20607462756

PROYECTO	"EVALUACION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL ADOBE INCORPORANDO ESTIERCOL DE VACA Y CASCARA DE ARVEJA EN MORROPON - PIURA 2023"	
SOLICITA	BARCO CORDOVA MARISEL - MONTENEGRO ROJAS PEDRO	FECHA DE INFORME : OCTUBRE DEL 2023

**RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL DE LAS UNIDADES DE LADRILLO ADOBE**  
(NTP 399.613)

N° LADRILLO	IDENTIFICACION / MARCA	FECHA ROTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (Kg)	Esfuerzo maximo a la compresion (Kg/cm <sup>2</sup> )
								Unidad entera (Rue)
1	ADOBE 13% ESTIERCOL + 11% CASCARA DE ARVEJA M-1	09/10/2023	19.00	9.00	9.01	171.00	3976.0	23.25
2	ADOBE 13% ESTIERCOL + 11% CASCARA DE ARVEJA M-2	09/10/2023	19.02	9.01	9.03	171.37	4588.0	26.77
3	ADOBE 13% ESTIERCOL + 11% CASCARA DE ARVEJA M-3	09/10/2023	19.01	9.02	9.02	171.47	4180.0	24.38
4	ADOBE 13% ESTIERCOL + 11% CASCARA DE ARVEJA M-4	09/10/2023	19.01	9.00	9.01	171.09	3772.0	22.05
5	ADOBE 13% ESTIERCOL + 11% CASCARA DE ARVEJA M-5	09/10/2023	19.02	9.00	9.02	171.18	4384.0	25.81
PROMEDIO								24

Rue: Resistencia a la compresion en unidad entera  
Resultados de laboratorio considerando el area neta

**Observaciones:**

El ensayo se efectuo con unidades enteras  
Defectos en el especimen, ninguno.  
Muestreo realizado por el solicitante

**DANIEL IPANAQUE OLIVA**  
TECNICO SUELOS CONCRETO Y ASFALTO  
LABORATORIO GEOTECNICO Y MECANICO  
DE SUELOS Y ASFALTO



**Rafael Luciano Zavala Feria**  
Ing. Civil Jefe  
Laboratorio Geotecnico y Mecanica de Suelos y Asfalto  
Reg. CIP N° 145580

945 515 326

Av. Tacna 125 Castilla- Piura

LABORATORIO DE SUELOS L&D



**LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES, SUELOS,  
CONCRETO Y ASFALTO**  
RUC: 20607462756

PROYECTO	"EVALUACION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL ADOBE INCORPORANDO ESTIERCOL DE VACA Y CASCARA DE ARVEJA EN MORROPON - PIURA 2023"	
SOLICITA	BARCO CORDOVA MARISEL - MONTENEGRO ROJAS PEDRO	FECHA DE INFORME : OCTUBRE DEL 2023

**ABSORCION UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE ALBAÑILERIA DE ADOBE**  
(NTP 399.613 - 399.604)

Nº LADRILLO	IDENTIFICACION / MARCA	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (g)	ABSORCION (%)
1	ADOBE 0% ESTIERCOL + 0% CASCARA DE ARVEJA M-1	2180	2755	26.38
2	ADOBE 0% ESTIERCOL + 0% CASCARA DE ARVEJA M-2	2267	2796	23.33
3	ADOBE 0% ESTIERCOL + 0% CASCARA DE ARVEJA M-3	2286	2886	26.25
4	ADOBE 0% ESTIERCOL + 0% CASCARA DE ARVEJA M-4	2275	2901	27.52
5	ADOBE 0% ESTIERCOL + 0% CASCARA DE ARVEJA M-5	2284	2899	26.93
				26.08

**Observaciones:**

El ensayo se efectuó con unidades enteras  
Defectos en el espécimen, ninguno.  
Muestreo realizado por el solicitante

**DANIEL IPANAQUE OLIVA**  
TECNICO SUELOS CONCRETO Y ALFASTO  
LABORATORIO GEOTECNICO Y MECANICO  
DE SUELOS Y ASFALTO



**Rafael Luciano Zavala Feria**  
ing. Civil Jefe  
Laboratorio Geotécnico y Mecánica de Suelos y Asfalto  
Reg. CIP N° 145580

945 515 326

Av. Tacna 125 Castilla - Piura

LABORATORIO DE SUELOS L&D



**LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES, SUELOS,  
CONCRETO Y ASFALTO**  
RUC: 20607462756

PROYECTO	"EVALUACION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL ADOBE INCORPORANDO ESTIERCOL DE VACA Y CASCARA DE ARVEJA EN MORROPON - PIURA 2023"	
SOLICITA	BARCO CORDOVA MARISEL - MONTENEGRO ROJAS PEDRO	FECHA DE INFORME : OCTUBRE DEL 2023

**ABSORCION UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE ALBAÑILERIA DE ADOBE**  
(NTP 399.613 - 399.604)

N° LADRILLO	IDENTIFICACION / MARCA	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (g)	ABSORCION (%)
1	ADOBE 4% ESTIERCOL + 4% CASCARA DE ARVEJA M-1	2257	2927	29.69
2	ADOBE 4% ESTIERCOL + 4% CASCARA DE ARVEJA M-2	2252	2907	29.09
3	ADOBE 4% ESTIERCOL + 4% CASCARA DE ARVEJA M-3	2259	2929	29.66
4	ADOBE 4% ESTIERCOL + 4% CASCARA DE ARVEJA M-4	2279	2944	29.18
5	ADOBE 4% ESTIERCOL + 4% CASCARA DE ARVEJA M-5	2248	2911	29.49
				29.42

**Observaciones:**

El ensayo se efectuó con unidades enteras  
Defectos en el espécimen, ninguno.  
Muestreo realizado por el solicitante

**DANIEL IPANAQUE OLIVA**  
TECNICO SUELOS CONCRETO Y ALFALTO  
LABORATORIO GEOTECNICO Y MECANICO  
DE SUELOS Y ASFALTO



**Rafael Luciano Zavala Feria**  
Ing. Civil Jefe  
Laboratorio Geotécnico y Mecánica de Suelos y Asfalto  
Reg. CIP N° 145580

945 515 326

Av. Tacna 125 Castilla - Piura

LABORATORIO DE  
SUELOS L&D



**LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES, SUELOS,  
CONCRETO Y ASFALTO**  
RUC: 20607462756

PROYECTO	"EVALUACION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL ADOBE INCORPORANDO ESTIERCOL DE VACA Y CASCARA DE ARVEJA EN MORROPON - PIURA 2023"	
SOLICITA	BARCO CORDOVA MARISEL - MONTENEGRO ROJAS PEDRO	FECHA DE INFORME : OCTUBRE DEL 2023

**ABSORCION UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE ALBAÑILERIA DE ADOBE**  
(NTP 399.613 - 399.604)

N° LADRILLO	IDENTIFICACION / MARCA	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (g)	ABSORCION (%)
1	ADOBE 9% ESTIERCOL + 6% CASCARA DE ARVEJA M-1	2280	2969	30.22
2	ADOBE 9% ESTIERCOL + 6% CASCARA DE ARVEJA M-2	2291	2997	30.82
3	ADOBE 9% ESTIERCOL + 6% CASCARA DE ARVEJA M-3	2264	2999	32.46
4	ADOBE 9% ESTIERCOL + 6% CASCARA DE ARVEJA M-4	2278	2980	30.82
5	ADOBE 9% ESTIERCOL + 6% CASCARA DE ARVEJA M-5	2298	2979	29.63
				30.79

**Observaciones:**

El ensayo se efectuo con unidades enteras  
Defectos en el especimen, ninguno.  
Muestreo realizado por el solicitante

**DANIEL IPANAQUE OLIVA**  
TECNICO SUELOS CONCRETO Y ASFALTO  
LABORATORIO GEOTECNICO Y MECANICO  
DE SUELOS Y ASFALTO



**Rajael Luciano Zavala Feria**  
Ing. Civil Jefe  
Laboratorio Geotecnica y Mecanica de Suelos y Asfalto  
Reg. CIP N° 145580

945 515 326

Av. Tacna 125 Castilla- Piura

LABORATORIO DE  
SUELOS L&D



**LABORATORIO ENSAYOS  
DE MATERIALES, SUELOS,  
CONCRETO Y ASFALTO**  
RUC: 20607462756

PROYECTO	"EVALUACION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL ADOBE INCORPORANDO ESTIERCOL DE VACA Y CASCARA DE ARVEJA EN MORROPON - PIURA 2023"	
SOLICITA	BARCO CORDOVA MARISEL - MONTENEGRO ROJAS PEDRO	FECHA DE INFORME : OCTUBRE DEL 2023

**ABSORCION UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE ALBAÑILERIA DE ADOBE**  
(NTP 399.613 - 399.604)

N° LADRILLO	IDENTIFICACION / MARCA	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (g)	ABSORCION (%)
1	ADOBE 13% ESTIERCOL + 11% CASCARA DE ARVEJA M-1	2482	2963	19.38
2	ADOBE 13% ESTIERCOL + 11% CASCARA DE ARVEJA M-2	2452	2938	19.82
3	ADOBE 13% ESTIERCOL + 11% CASCARA DE ARVEJA M-3	2465	2940	19.27
4	ADOBE 13% ESTIERCOL + 11% CASCARA DE ARVEJA M-4	2478	2955	19.25
5	ADOBE 13% ESTIERCOL + 11% CASCARA DE ARVEJA M-5	2463	2960	20.18
				19.58

**Observaciones:**

El ensayo se efectuó con unidades enteras  
Defectos en el espécimen, ninguno.  
Muestreo realizado por el solicitante

**DANIEL IBANAQUE OLIVA**  
TÉCNICO SUELOS CONCRETO Y ASFALTO  
LABORATORIO GEOTÉCNICO Y MECÁNICO  
DE SUELOS Y ASFALTO



**Rafael Luciano Zavala Feria**  
Ing. Civil Jefe  
Laboratorio Geotécnico y Mecánica de Suelos y Asfalto  
Reg. CIP N° 145580

945 515 326

Av. Tacna 125 Castilla - Piura

LABORATORIO DE  
SUELOS L&D

## ANEXO 4: PANEL FOTOGRÁFICO

**Figura 4**

*Prueba de cinta de barro*



Fuente: Elaborada por los autores..

**Figura 5**

*Prueba de resistencia seca*



Fuente: Elaborada por los autores..

**Figura 6**

*Cernir la tierra con una malla, para eliminar impurezas y piedritas.*



Fuente: Elaborada por los autores..

**Figura 7**

*Preparación de la tierra.*



Fuente: Elaborada por los autores.

**Figura 8**  
*Identificación de la mezcla por proporción.*



Fuente: Elaborada por los autores..

**Figura 9**  
*Adobera de madera de 19 cm x 9cm x 9cm, para los adobes*



Fuente: Elaborada por los autores.

**Figura 10**  
*Ensayo de granulometría*



Fuente: Elaborada por los autores.

**Figura 11**  
*Secado de adobes por 28 días bajo sombra*



Fuente: Elaborada por los autores.

**Figura 12**

*Ensayo de resistencia a la compresión*



Fuente: Elaborada por los autores..

**Figura 13**

*Falla de la muestra al ensayo de resistencia a compresión*



Fuente: Elaborada por los autores..

**Figura 14**  
*Ensayo de resistencia a flexión.*



Fuente: Elaborada por los autores.

**Figura 15**  
*Falla de la muestra al ensayo de resistencia a flexión*



Fuente: Elaborada por los autores.

**Figura 16**

*Ensayo de absorción de agua, pesado de muestra saturada*



Fuente: Elaborada por los autores.

**Figura 17**

*Ensayo de absorción de agua, pesado de muestra seca*



Fuente: Elaborada por los autores.

**Figura 18**

*Secado en horno de muestras saturadas*



Fuente: Elaborada por los autores.