

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

FACULTAD DE INGENIERÍA



**UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN**

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**EFFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE VÁSTAGO DE
PLATANO (CHANTE) EN LA RESISTENCIA A LA
TRACCIÓN Y COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL,
JAÉN, 2024**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

Autores: Bach. Junior Villanueva Díaz
Est. Yhony Anderson Díaz Horna

Asesor: Mg. Ing. Marcos Antonio Gonzales Santisteban

Línea de Investigación: LI_IC_01 Estructuras

JAÉN – PERÚ

2025

Junior Villanueva Díaz; Yhony A. Díaz Horna

EFFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE VÁSTAGO DE PLATANO (CHANTE) EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y COMPRESI...

 Quick Submit
 Quick Submit
 Universidad Nacional de Jaen

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::1:3264573143

100 Páginas

Fecha de entrega

30 may 2025, 11:17 a.m. GMT-5

14.963 Palabras

74.993 Caracteres

Fecha de descarga

30 may 2025, 11:28 a.m. GMT-5

Nombre de archivo

Informe_Final_de_Tesis_-_junior_villanueva_diaz.pdf

Tamaño de archivo

11.0 MB

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN



Dr. Alexander Huamán Mera
Responsable de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería

11% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- Bibliography
- Quoted Text
- Small Matches (less than 15 words)

Top Sources

- 10%  Internet sources
- 2%  Publications
- 5%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

2 Integrity Flags for Review

-  **Replaced Characters**
11 suspect characters on 5 pages
Letters are swapped with similar characters from another alphabet.
-  **Hidden Text**
129 suspect characters on 2 pages
Text is altered to blend into the white background of the document.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Dr. Alexander Huamán Mera
Responsable de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N° 29304

Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD



FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 05 de junio del año 2025, siendo las 15:00 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente : Dra. Zadiith Nancy Garrido Campaña

Secretario : Dr. Manuel Emilio Milla Pino

Vocal : Mg. Edinson Viamney Llamo Goicochea, para evaluar la Sustentación del Informe Final:

() Trabajo de Investigación

(X) Tesis

() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: "EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE VÁSTAGO DE PLÁTANO (CHANTE) EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL, JAÉN, 2024", presentado por el bachiller: Bach. Junior Villanueva Díaz y Bach. Yhony Anderson Díaz Horna de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

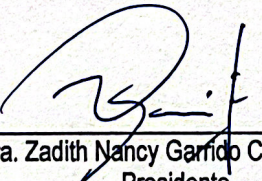
Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

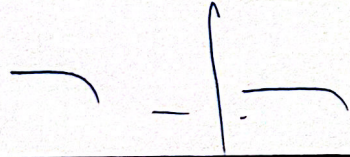
(X) Aprobar () Desaprobar (X) Unanimidad () Mayoría

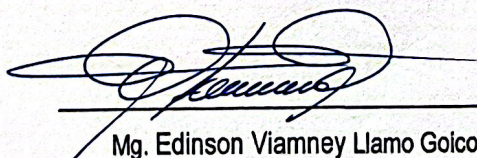
Con la siguiente mención:

a) Excelente	18, 19, 20	()
b) Muy bueno	16, 17	()
c) Bueno	14, 15	(15)
d) Regular	13	()
e) Desaprobado	12 ó menos	()

Siendo las 16:00 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.


Dra. Zadiith Nancy Garrido Campaña
Presidente


Dr. Manuel Emilio Milla Pino
Secretario


Mg. Edinson Viamney Llamo Goicochea
Vocal

**“Año del bicentenario de la consolidación de nuestra dependencia, y de la
democracia de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”**

ANEXO N°06:

**DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD Y DE NO PLAGIO
DE LA TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (PREGRADO)**

Yo, Díaz Horna Yhony Anderson, egresado de la carrera Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jaén, identificado (a) con DNI 4643781

Declaro bajo juramento que:

1. Soy Autor del trabajo titulado:

“EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DEL VASTAGO DE PLATANO (CHANTE) EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL, JAEN 2024”.

Asesorado por Mg. Ing. Marcos Antonio Gonzales Santisteban.

El mismo que presento bajo la modalidad de Bachiller para optar; el Título Profesional de Ingeniero Civil.

2. El texto de mi trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros, incluidos los derechos de propiedad intelectual. En el sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.

3. El texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.

4. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.

5. Declaro que mi trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad Nacional de Jaén.

6. Soy consciente de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Nacional de Jaén y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Fecha: Jaén, 08 de julio del 2025.



Yhony Anderson Díaz Horna

“Año del bicentenario de la consolidación de nuestra dependencia, y de la democracia de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

ANEXO N°06:

**DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD Y DE NO PLAGIO
DE LA TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (PREGRADO)**

Yo, Villanueva Diaz Junior, egresado de la carrera Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jaén, identificado (a) con DNI 76690400

Declaro bajo juramento que:

1. Soy Autor del trabajo titulado:

“EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DEL VASTAGO DE PLATANO (CHANTE) EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL, JAEN 2024”.
Asesorado por Mg. Ing. Marcos Antonio Gonzales Santisteban.
El mismo que presento bajo la modalidad de Bachiller para optar; el Título Profesional de Ingeniero Civil.

2. El texto de mi trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros, incluidos los derechos de propiedad intelectual. En el sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.
3. El texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.
4. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.
5. Declaro que mi trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad Nacional de Jaén.
6. Soy consciente de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Nacional de Jaén y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Fecha: Jaén, 08 de julio del 2025.



Junior Villanueva Diaz

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	4
ÍNDICE DE FIGURAS	6
RESUMEN	7
ABSTRACT	8
I. INTRODUCCIÓN	9
II. OBJETIVOS	11
2.1. General.....	11
2.2. Específicos.....	11
III. MATERIAL Y MÉTODOS	12
3.1. Localización del estudio	12
3.2. Población	14
3.3. Muestra	14
3.4. Muestreo	15
3.5. Variables de la investigación.....	15
3.6. Métodos	16
3.7. Técnicas	16
3.8. Procedimiento.....	17
3.9. Método estadístico para contratación de la hipótesis	21
IV. RESULTADOS	22
4.1. Dosificación de vástago de plátano (chante) que influye en la mayor resistencia a la tracción en el adobe	22
4.1.1 Análisis estadístico de la resistencia a la tracción	23
4.2. Dosificación de vástago de plátano (chante) que influye en la mayor resistencia a la compresión en el adobe.....	26
4.2.1 Análisis estadístico de la resistencia a la compresión	27
4.3. Comparación de la resistencia a la tracción y compresión con la Norma E.080 .	30
V. DISCUSIÓN	33

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	36
6.1. Conclusiones.....	36
6.2. Recomendaciones	36
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37
AGRADECIMIENTO	41
DEDICATORIA.....	42
ANEXOS	43
Anexo 01: Clasificación del suelo	44
Anexo 02: Resultados del ensayo de resistencia a la tracción.....	51
Anexo 03: Resultados del ensayo de resistencia a la compresión.....	56
Anexo 04: Documentación correspondiente al laboratorio	61
Anexo 05: Memoria de cálculo del análisis estadístico.....	67
Anexo 06: Panel fotográfico.....	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Muestra a ensayar para cada tratamiento.	15
Tabla 2.	Ensayos al suelo de la cantera.	18
Tabla 3.	Dosificación de fibra de vástago de plátano para 15 especímenes.	19
Tabla 4.	Diseño Completamente al Azar (DCA) para 4 dosificaciones y 9 repeticiones por tratamiento.	20
Tabla 5.	Resultados del ensayo de resistencia a la tracción.	22
Tabla 6.	Resultados del Test de Shapiro – Wilks, para la resistencia a la tracción.	23
Tabla 7.	Homogeneidad de varianzas para la resistencia a la tracción	24
Tabla 8.	Análisis de varianza (Anova) para la resistencia a la tracción.	25
Tabla 9.	Resultados del Test de Dunnett para la resistencia a la tracción.	25
Tabla 10.	Resultados del ensayo de resistencia a la compresión.	26
Tabla 11.	Resultados del Test de Shapiro – Wilks, para la resistencia a la compresión.	27
Tabla 12.	Homogeneidad de varianzas para la resistencia a la compresión.	28
Tabla 13.	Análisis de varianza (Anova) para la resistencia a la compresión.	29
Tabla 14.	Resultados del Test de Dunnett para la resistencia a la compresión.	29
Tabla 15.	Comparación de la resistencia a la tracción con a la Norma E.080 (0.81 kg/cm ²) mediante la prueba T- Student para una muestra.	30
Tabla 16.	Comparación de la resistencia a la compresión con a la Norma E.080 (10.2 kg/cm ²) mediante la prueba T-Student para una muestra.	31
Tabla 17.	Resultados de resistencia a la tracción.	68
Tabla 18.	Test de Shapiro-Wilks para el 0% de vástago de plátano (testigo).	68
Tabla 19.	Test de Shapiro-Wilks para el 1.5% de vástago de plátano.	69
Tabla 20.	Test de Shapiro-Wilks para el 3% de vástago de plátano.	70
Tabla 21.	Test de Shapiro-Wilks para el 4.5% de vástago de plátano.	71
Tabla 22.	Resumen del Test de Shapiro – Wilks de todos los tratamientos.	72
Tabla 23.	Resultados de resistencia a la tracción.	73
Tabla 24.	Determinación de varianzas de cada resultado respecto a la media.	73
Tabla 25.	Homogeneidad de varianzas para la resistencia a la tracción.	74
Tabla 26.	Análisis de varianza asociado al Diseño Experimental Completamente al Azar (D.C.A) para la resistencia a la tracción.	75
Tabla 27.	Análisis de varianza (Anova) para la resistencia a la tracción.	77
Tabla 28.	Diferencia de medias de los tratamientos.	78
Tabla 29.	Determinación de significancia estadística del patrón.	78
Tabla 30.	Resultados de resistencia a la compresión.	79

Tabla 31	Test de Shapiro-Wilks para el 0% de vástago de plátano (testigo).	79
Tabla 32	Test de Shapiro-Wilks para el 1.5% de vástago de plátano.	80
Tabla 33	Test de Shapiro-Wilks para el 3% de vástago de plátano.	81
Tabla 34	Test de Shapiro-Wilks para el 4.5% de vástago de plátano.	82
Tabla 35	Resumen del Test de Shapiro–Wilks de todos los tratamientos, para resistencia a la compresión.	83
Tabla 36	Resultados de resistencia a la compresión.	84
Tabla 37	Determinación de varianzas de cada resultado respecto a la media.	84
Tabla 38	Homogeneidad de varianzas para la resistencia a la compresión.	85
Tabla 39	Análisis de varianza asociado al Diseño Experimental Completamente al Azar (D.C.A) para la resistencia a la compresión.	86
Tabla 40	Análisis de varianza (Anova) para la resistencia a la compresión.	88
Tabla 41	Diferencia de medias de los tratamientos.	89
Tabla 42	Determinación de significancia estadística del patrón.	89

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i>	<i>Macrozonificación de la investigación.</i>	<i>12</i>
<i>Figura 2.</i>	<i>Microzonificación de la investigación.</i>	<i>13</i>
<i>Figura 3.</i>	<i>Localización de la cantera estudiada</i>	<i>13</i>
<i>Figura 4.</i>	<i>Flujograma del procedimiento de la investigación.</i>	<i>17</i>
<i>Figura 5.</i>	<i>Resistencia a la tracción de los tratamientos.</i>	<i>22</i>
<i>Figura 6.</i>	<i>Resistencia a la compresión de los tratamientos.</i>	<i>26</i>
<i>Figura 7.</i>	<i>Comparación de la resistencia a la tracción con la resistencia establecida en la Norma E.080 (0.81kg/cm²).</i>	<i>31</i>
<i>Figura 8.</i>	<i>Comparación de la resistencia a la compresión con la resistencia establecida en la Norma E.080 (10.2 kg/cm²).</i>	<i>32</i>
<i>Figura 9.</i>	<i>Habilitación del vástago de plátano (chante) en fibras.</i>	<i>91</i>
<i>Figura 10.</i>	<i>Proceso de incorporación de la fibra en el sustrato.</i>	<i>91</i>
<i>Figura 11.</i>	<i>Batido de la fibra de chante en la mezcla.</i>	<i>92</i>
<i>Figura 12.</i>	<i>Fabricación de especímenes de 10 cm de arista para el ensayo de resistencia a la compresión.</i>	<i>92</i>
<i>Figura 13.</i>	<i>Fabricación de testigos incorporando pajilla de arroz.</i>	<i>93</i>
<i>Figura 14.</i>	<i>Elaboración de cilindros de 10 cm de diámetro y 20 cm de altura para el ensayo de resistencia a la tracción.</i>	<i>93</i>
<i>Figura 15.</i>	<i>Población de especímenes para el ensayo de tracción y compresión.</i>	<i>94</i>
<i>Figura 16.</i>	<i>Secado de los especímenes libres del sol y la lluvia.</i>	<i>94</i>
<i>Figura 17.</i>	<i>Con el propietario de la cantera estudiada.</i>	<i>95</i>
<i>Figura 18.</i>	<i>En el laboratorio de ensayo de materiales.</i>	<i>95</i>
<i>Figura 19.</i>	<i>Registro de dimensiones de probetas para el ensayo a compresión.</i>	<i>96</i>
<i>Figura 20.</i>	<i>Registro de dimensiones de especímenes para el ensayo a tracción.</i>	<i>96</i>
<i>Figura 21.</i>	<i>Ensayo de resistencia a la compresión.</i>	<i>97</i>
<i>Figura 22.</i>	<i>Probeta fracturada frente al aplastamiento axial de la prensa hidráulica.</i>	<i>97</i>
<i>Figura 23.</i>	<i>Ensayo de resistencia a la tracción indirecta (método brasileiro).</i>	<i>98</i>
<i>Figura 24.</i>	<i>Probeta cilíndrica fallada frente al ensayo de resistencia a la tracción indirecta.</i>	<i>98</i>
<i>Figura 25.</i>	<i>Probeta patrón fallada frente al ensayo de resistencia a la tracción indirecta.</i>	<i>99</i>
<i>Figura 26.</i>	<i>Probeta cilíndrica ensayada a la resistencia a la tracción indirecta.</i>	<i>99</i>

RESUMEN

Esta investigación se realizó con el objetivo de evaluar el efecto de la incorporación de vástago de plátano (chante) en la resistencia a la tracción y compresión en el adobe artesanal producido en la ciudad de Jaén. Su metodología fue aplicada y de tipo experimental, basándose en la fabricación de adobes con la incorporación de 1.5%, 3% y 4.5% de fibras de vástago de plátano y un testigo, se ensayaron cubos de tierra cruda de 10 cm de arista para compresión y cilindros de 10 cm diámetro y 20 cm de altura para tracción indirecta (método brasileiro). Los resultados fueron, 18.91 kg/cm², 22.79 kg/cm², 19.68 kg/cm² para el ensayo de compresión y 2.19 kg/cm², 2.31 kg/cm², 2.49 kg/cm² para el ensayo de tracción, respectivamente. Se concluyó que la incorporación de vástago de plátano mejora las propiedades mecánicas del adobe, siendo factible su aplicación para mejorarlo estructuralmente. El 4.5% es el tratamiento que influye en la mayor resistencia a la tracción, y que conforme aumenta el volumen de esta fibra, proporcionalmente incrementa su resistencia. El 3% es el tratamiento que otorga la mayor resistencia a la compresión, y conforme supera este volumen la resistencia a la compresión disminuye gradualmente.

Palabras clave: Resistencia a la compresión, resistencia a la tracción, adobe, vástago de plátano (chante).

ABSTRACT

This research was conducted with the aim of evaluating the effect of incorporating banana stem (chante) on the tensile and compressive strength of artisanal adobe produced in the city of Jaén. Its methodology was applied and experimental, based on the manufacture of adobes with the incorporation of 1.5%, 3% and 4.5% of banana stem fibers and a control; raw earth cubes with an edge of 10 cm were tested for compression and cylinders with a diameter of 10 cm and a height of 20 cm for indirect traction (Brazilian method). The results were 18.91 kg/cm², 22.79 kg/cm², 19.68 kg/cm² for the compression test and 2.19 kg/cm², 2.31 kg/cm², 2.49 kg/cm² for the tensile test, respectively. It was concluded that the incorporation of banana stem improves the mechanical properties of adobe, making it feasible to apply it to improve its structure. 4.5% is the treatment that influences the greatest tensile strength, and as the volume of this fiber increases, its resistance increases proportionally. 3% is the treatment that provides the greatest compressive strength, and as this volume is exceeded, the compressive strength gradually decreases.

Keywords: Compressive strength, tensile strength, adobe, banana stem (chante).

I. INTRODUCCIÓN

En la ciudad de Jaén, el adobe artesanal sigue siendo una alternativa común en la construcción de viviendas rurales debido a su bajo costo y disponibilidad local, sin embargo, este material presenta serias deficiencias estructurales, principalmente su baja resistencia a cargas verticales, lo que lo hace vulnerable frente a fenómenos sísmicos y condiciones climáticas adversas. Esta situación representa un riesgo para las familias que habitan en viviendas construidas con este material. En este contexto, la incorporación de fibras naturales como el vástago de plátano (chante), abundante en la zona, surge como una solución viable, y su inclusión puede mejorar las propiedades mecánicas del adobe, incrementando su resistencia y durabilidad. La relevancia de esta propuesta en Jaén radica en el aprovechamiento de un residuo agrícola local para fortalecer un material de construcción tradicional y sostenible.

A nivel mundial la construcción con tierra ha sido abandonada progresivamente en favor de materiales industriales, a pesar de su valor patrimonial. En México, esta técnica carece de respaldo institucional y ha sido marginada (Guerrero, 2007). Los sismos de 2017 evidenciaron su vulnerabilidad, como ocurrió en Jojutla, Morelos, donde viviendas de adobe sufrieron daños severos (Sánchez et al., 2021). En España, pese a la riqueza en arquitectura de tierra, su uso ha disminuido drásticamente en el último siglo. La exposición al clima y el abandono han acelerado su deterioro, lo que demanda estrategias de conservación adecuadas (Gómez et al., 2017).

En Perú, el 30.82% de viviendas aún se construyen con adobe o tapial, debido a su accesibilidad (Atalaya y Alva, 2020). Aunque fue prohibido en 1908 tras el sismo de 1898 en Arica, su uso persiste por razones económicas (Greco y Lourenco, 2021). Ejemplos como Chan Chan destacan su valor cultural, pero la técnica sigue mostrando deficiencias constructivas (Abanto et al., 2017). En ciudades como Chachapoyas, alrededor del 25% de viviendas son de adobe, vulnerables a sismos y humedad (Diario Correo, 2021). En Huánuco, se ha evidenciado una resistencia muy baja (4.55 kg/cm^2), lejos del mínimo exigido (10.2 kg/cm^2) por la Norma E.080 (Hurtado et al., 2020).

En Cajamarca, más del 70% de las viviendas rurales están construidas con adobe por su bajo costo (INEI, 2017), pero su baja resistencia las hace vulnerables a sismos. El Reglamento Nacional de Edificaciones no les asigna valor estructural (Mantilla, 2018), lo que resalta la necesidad de soluciones técnicas. Hasta ahora, no se han realizado

estudios locales sobre el uso del vástago de plátano (chante) como refuerzo. Esta falta de investigación representa una oportunidad para evaluar su impacto en la resistencia del adobe y generar conocimiento que contribuya a soluciones sostenibles para Jaén y otras zonas rurales.

Por todo lo antes mencionado nos trazamos la consecuente pregunta de indagación: ¿Cuál es el efecto de la incorporación de vástago de plátano (chante) en la resistencia a la tracción y compresión del adobe artesanal producido en Jaén, 2024?

Además, existen distintos puntos de vista que justifican esta investigación, como, por ejemplo, desde el enfoque técnico, esta investigación propone la incorporación de fibras de vástago de plátano (chante) en la fabricación de adobes artesanales, evaluando su impacto mediante ensayos de resistencia a la tracción y compresión, según los procedimientos establecidos por la Norma E.080. Se busca así ofrecer una alternativa constructiva más resistente y adecuada para zonas de alta vulnerabilidad sísmica. A nivel científico, el estudio aportará nuevo conocimiento sobre el comportamiento mecánico del adobe reforzado con materiales orgánicos, sirviendo como base para futuras investigaciones e innovaciones en tecnologías constructivas sostenibles. Socialmente, promueve viviendas más seguras y adaptadas a las normativas estructurales vigentes. Desde una perspectiva ambiental, reutiliza residuos agrícolas, reduciendo el impacto ecológico del sector construcción. Finalmente, en lo económico, plantea una solución accesible para poblaciones de bajos recursos, al emplear insumos locales de bajo costo y fácil disponibilidad.

Hipótesis

La incorporación de vástago de plátano (chante) mejora la resistencia a la tracción y compresión del adobe artesanal producido en Jaén, 2024.

II. OBJETIVOS

2.1. General

Evaluar el efecto de la incorporación de vástago de plátano (chante) en la resistencia a la tracción y compresión del adobe artesanal producido en Jaén, 2024.

2.2. Específicos

- ✓ Identificar la dosificación de vástago de plátano (chante) que influye en la mayor resistencia a la tracción en el adobe artesanal.
- ✓ Identificar la dosificación de vástago de plátano (chante) que influye en la mayor resistencia a la compresión en el adobe artesanal.
- ✓ Comparar las resistencias a la tracción y compresión de los adobes fabricados con vástago de plátano (chante), con los estándares de la Norma E.080.

III. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Localización del estudio

a. Trabajo de Campo

Los trabajos de campo se realizaron en una cantera situada en el sector Fila Alta, del distrito y provincia de Jaén, de la región Cajamarca a 815 m.s.n.m., con coordenadas UTM 722,521 Este y 936,576 Norte. Este sector se caracteriza por presentar suelos con alta probabilidad de expansibilidad y licuación de suelos en grandes proporciones; estando expuestas a sufrir inundaciones asociadas a lluvias intensas que bajan por pendientes pronunciadas a rápida velocidad con gran fuerza hidrodinámica y poder erosivo. Además, predominan los suelos finos en arcillas y limos de tipo CL, ML, MH Arcilla y limos de baja plasticidad y limos de alta plasticidad.

Figura 1

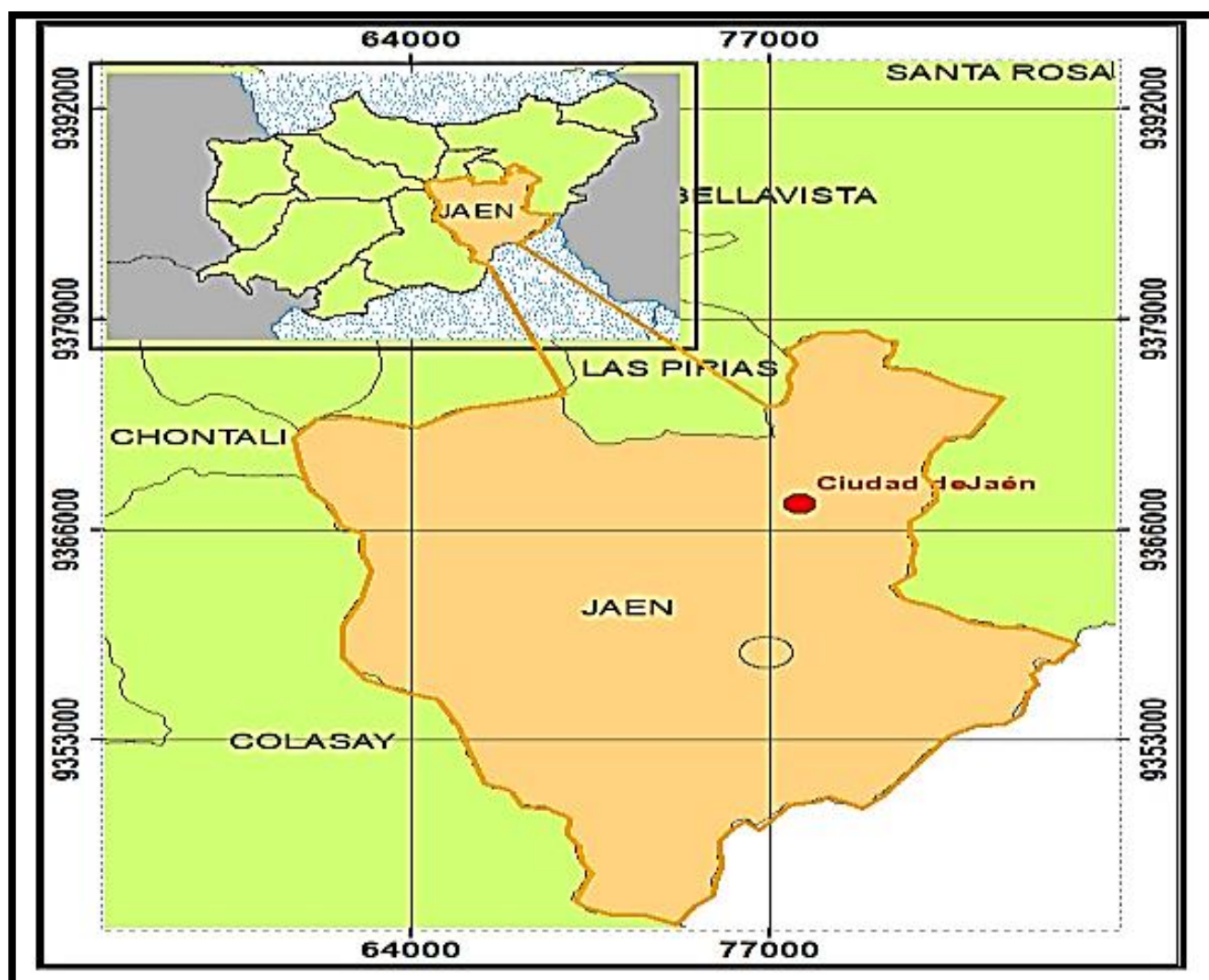
Macrozonificación de la investigación.



Fuente: Ayala y Hernández (2019).

Figura 2

Microzonificación de la investigación.



Fuente: Ayala y Hernández (2019).

Figura 3

Localización de la cantera estudiada.



Fuente: Google Earth (2024).

b. Trabajo de Laboratorio

Los ensayos fueron ejecutados en el laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales LABSUC S.R.L., ubicado en la ciudad de Jaén, el cual está registrado y adscrito en el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI).

3.2. Población

La población total considerada en esta investigación estuvo conformada por 120 especímenes de adobe artesanal, elaboradas bajo condiciones controladas para garantizar la uniformidad de las muestras. Estas unidades experimentales se distribuyeron equitativamente en dos grupos de 60 especímenes cada uno, de acuerdo con el tipo de ensayo mecánico al que fueron sometidas: 60 especímenes destinados a la evaluación de la resistencia a la tracción y 60 especímenes destinados al análisis de la resistencia a la compresión (Norma E.080). Esta distribución permitió obtener resultados precisos y comparables entre los distintos tratamientos, asegurando una base sólida para el análisis estadístico y la validez de los resultados obtenidos en relación con el efecto del vástago de plátano (chante) sobre las propiedades estructurales del adobe.

3.3. Muestra

En este estudio, el tamaño de la muestra se determinó de manera probabilística utilizando la fórmula para poblaciones finitas, dado que se conoce el número total de especímenes que se fabricaron para formar la población total.

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2(N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

$$n = \frac{60 * 1,96^2 * 0,05 * 0,95}{0,05^2(60 - 1) + 1,96^2 * 0,05 * 0,95}$$

$$n = 34 \text{ muestras}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra

N = Población o universo (60)

$Z_{\alpha}^2 = 1,96^2$ (si la confiabilidad es 95%)

p = Significancia estadística (5%)

q = 1 – p = (1-0,05 = 0,95)

d = Precisión (5%)

$$f = n/\text{tratamientos}$$

$$f = 34/4$$

$$f = 8.5 \approx 9 \text{ probetas/tratamiento}$$

Tabla 1

Muestra a ensayar para cada tratamiento.

Tratamientos	Ensayo a tracción	Ensayo a compresión
Tratamiento 01 (Adobe con 0% de vástago de plátano)	9 muestras	9 muestras
Tratamiento 02 (Adobe con 1.5% de vástago de plátano)	9 muestras	9 muestras
Tratamiento 03 (Adobe con 3% de vástago de plátano)	9 muestras	9 muestras
Tratamiento 04 (Adobe con 4.5% de vástago de plátano)	9 muestras	9 muestras

Fuente: Elaboración propia (2024).

Por lo tanto, se fabricaron 60 unidades para el ensayo de resistencia a la tracción y otras 60 unidades para resistencia a la compresión, concerniendo 15 especímenes para cada tratamiento, de los cuales solamente se sometieron a ruptura 9 unidades por cada tratamiento.

3.4. Muestreo

Para esta investigación, se llevó a cabo un muestreo aleatorio simple debido a que es un procedimiento de muestreo probabilístico que otorga a cada elemento de la población objetivo y a cada posible muestra de un tamaño específico, la misma probabilidad de ser seleccionados. Este procedimiento de selección según la Norma E080 se realizó de forma manual seleccionando al azar cualquier probeta elaborada dentro de cada tratamiento, sin seguir ningún tipo de patrón, ni de forma sistemática o por conveniencia. Solamente aplicó a los especímenes de adobe elaboradas y no a las sondas de chante.

3.5. Variables de la investigación

Variable independiente

Proporciones de fibra de vástago de plátano (0%, 1.5%, 3% y 4.5%).

Variables dependientes

Resistencia a la tracción del adobe, resistencia a la compresión del adobe.

3.6. Métodos

a. Inductivo

Es un procedimiento de investigación que parte de casos particulares para llegar a conclusiones generales o a la formulación de una teoría (Carvajal, 2014). En la fase inicial, se plantea que la incorporación de fibras de vástago de plátano mejora significativamente la resistencia del adobe artesanal. Esta hipótesis se pone a prueba mediante la elaboración de muestras con diferentes proporciones de chante, las cuales son sometidas a ensayos de tracción y compresión. Posteriormente, los resultados obtenidos permiten validar o refutar la hipótesis, siguiendo un proceso lógico y sistemático que asegura la coherencia entre los planteamientos teóricos y los hallazgos empíricos.

b. Analítico

El método analítico se aplica descomponiendo el fenómeno de estudio en sus componentes clave: suelo, agua, fibra de chante y su proporción en la mezcla del adobe (Hernández, 2017). Se analizan individualmente las propiedades físicas y mecánicas de los materiales, así como su comportamiento estructural en distintas proporciones. Este enfoque permite examinar de manera detallada cómo cada variable influye en la resistencia del adobe. Además, se realiza un análisis cuantitativo de los resultados de los ensayos, con el fin de identificar el porcentaje óptimo de fibra que maximiza la resistencia a la tracción y compresión, contribuyendo al desarrollo de soluciones técnicas basadas en datos científicos.

3.7. Técnicas

a. Experimentación

Es la reproducción controlada de un fenómeno natural observado en un entorno controlado. Esta técnica facilita la medición, observación y reproducción de los efectos del fenómeno, lo que permite comprender sus causas y consecuencias al reducir variables impredecibles o desconocidas (Carpi y Egger, 2008). La idoneidad de esta técnica para el presente estudio radica en la meticulosidad con la que se miden, monitorean y reportan sus resultados, lo que posibilita la comprensión y el control de las causas y efectos involucrados, así como la reducción de variables impredecibles o inexplicables. La experimentación, al proporcionar un entorno controlado y reproducible, ofrece una vía

para explorar las relaciones causales y establecer conclusiones sólidas basadas en evidencia empírica.

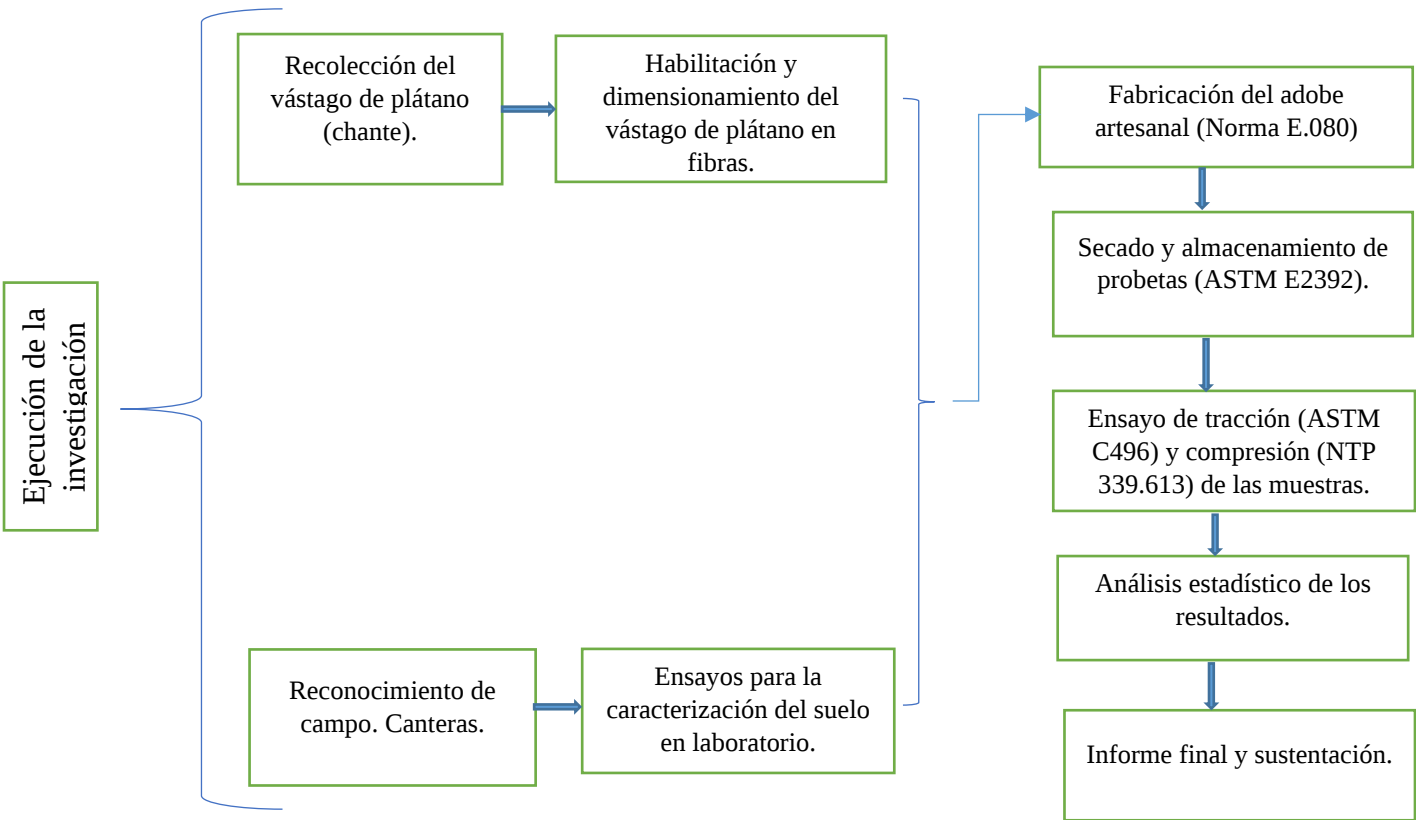
b. La observación

Se centra en el fenómeno que se pretende comprender y explicar, implicando un examen detallado de sus características y entorno antes de su desarrollo. Este paso inicial es fundamental para la adquisición de cualquier tipo de conocimiento (Cutipa, 2023). La aplicación de esta técnica se considera apropiada para el presente estudio, ya que permite una atención integral a todos los aspectos y fenómenos relacionados con la aplicación, procesamiento y reproducción de los datos investigados. A través de la observación meticulosa, se pueden identificar patrones, tendencias y relaciones relevantes que contribuyan a la comprensión más profunda del objeto de estudio.

3.8. Procedimiento

Figura 4

Flujograma del procedimiento de la investigación.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Para el procedimiento de elaboración del adobe se ha tomado como referencia lo establecido en la Norma E.080 en su **Artículo 17. “Condiciones de la tierra a utilizar”** y **Artículo 18. “Calidad, preparación, formas y dimensiones del adobe”**, quedando el procedimiento establecido de la siguiente manera:

a). Para la fabricación del adobe se siguieron los criterios descritos en la Norma E.080, y para ello se llevó a cabo una visita a una de las canteras localizadas en el asentamiento humano de Fila Alta del distrito y provincia de Jaén y se tomó una muestra representativa de la cantera en cuestión, que fue transportada al laboratorio de mecánica de suelos donde se llevó a cabo los ensayos correspondientes. El objetivo fue determinar si el suelo utilizado para la elaboración de adobes cumple con los requisitos establecidos en la Norma E.080, la cual especifica que el sustrato debe ser un suelo arcilloso fino. Los ensayos de laboratorio siguieron el Manual de Ensayo de Materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016):

Tabla 2

Ensayos al suelo de la cantera.

N°	Ensayo	Norma
1	Contenido de Humedad	MTC E – 108
2	Granulometría	MTC E – 107
3	Límites de Consistencia ó Atterberg	MTC E -110 y MTC E – 111

Fuente: Elaboración propia, 2025.

b). Una vez confirmada la idoneidad del suelo en el laboratorio, se procedió a extraer, zarandear y almacenar una cantidad suficiente de tierra libre de piedras, materia orgánica y otros elementos que puedan afectar la calidad de los adobes.

c). Posteriormente, se recolectó la fibra del vástago del plátano (chante), se las dimensionó en filamentos de aproximadamente 5cm de longitud y se las añadió a la mezcla en proporciones adecuadas según cada tratamiento. La mezcla se hidrató con agua para formar el barro, asegurándose de no exceder el 20% de contenido de humedad. Tras batir la mezcla con una lampa, se dejó reposar tapado con un plástico durante 48 horas (proceso de dormido) para permitir que el barro absorba la humedad necesaria y que las arcillas se activen.

d). Considerando que según Cemex (2005) el peso específico del adobe es de 1600 kg/m³, la dosificación para cada tratamiento se calculó considerando las dimensiones de los moldes para resistencia a la compresión que son cubos de 0.1m de arista, y para resistencia a la tracción, cilindros de 0.10 m de diámetro y 0.20 m de altura. Entonces se tuvo que:

- El volumen de la probeta para el ensayo a compresión es $V = 0,1\text{m} * 0,1\text{ m} * 0,1\text{ m} = 0,001\text{ m}^3$.
- Por lo tanto: $1600\text{ kg/m}^3 * 0,001\text{ m}^3 = 1.6\text{ kg}$ es el peso de una probeta para el ensayo a compresión.
- ✓ El volumen de la probeta cilíndrica para el ensayo a tracción es $V = (\pi/4) * (0.10\text{m})^2 * 0.20\text{m} = 0,0016\text{ m}^3$.
- ✓ Por lo tanto: $1600\text{ kg/m}^3 * 0,0016\text{ m}^3 = 2.5133\text{ kg}$ es el peso de una probeta para el ensayo a tracción.

Tabla 3

Dosificación de fibra de vástago de plátano para 15 especímenes.

Tratamiento	Ensayo a tracción	Ensayo a compresión
0% (testigo)	Pajilla de arroz	Pajilla de arroz
1.5%	0.57 kg	0.36 kg
3%	1.13 kg	0.72 kg
4.5%	1.69 kg	1.08 kg

Fuente: Elaboración propia (2024).

e). La adobera y los moldes utilizados se sumergieron en agua durante 24 horas para que absorban suficiente humedad y el barro no se adhiera a sus paredes. La mezcla de barro se vertió sobre los moldes, lanzándola con fuerza en porciones, para luego llenarlos y nivelarlos con una plancha de batir.

f). Las muestras se desmoldaron levantándolas lentamente de las agarraderas de los moldes para que mantengan su forma geométrica.

g). Las muestras se secaron bajo techo, protegidas de la exposición a la lluvia y los rayos solares. Después de 10 días desde su fabricación, se colocaron de canto para garantizar un secado uniforme durante un período de 30 días. Este mismo procedimiento

se siguió para la fabricación del adobe patrón el cual fue fabricado con la incorporación del 30% de volumen de pajilla de arroz. Se utiliza el tratamiento testigo para comparar resultados y determinar si los cambios observados se deben a la variable independiente que se está estudiando, ya que establece como un punto de referencia para comparar los resultados del grupo experimental, ya que sin este grupo control, es difícil determinar si los cambios observados se deben al tratamiento aplicado o a otros factores.

h). En la experimentación se decidió utilizar un tratamiento testigo, motivado a que la revisión de la literatura, arrojó escasa información acerca del uso del vástago de plátano en la elaboración del adobe artesanal.

i). Mediante un muestreo al azar, se seleccionaron los especímenes para someterlos al ensayo de resistencia a la compresión y tracción indirecta de acuerdo a las normas NTP 339.613 y ASTM C496 respectivamente, utilizando una prensa hidráulica en el laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales LABSUC S.R.L.

j). Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) debido a la uniformidad del material experimental y a que el interés en esta investigación es evaluar el efecto de un solo factor, específicamente, el porcentaje de vástago de plátano en la resistencia a la tracción y compresión del adobe artesanal.

Los resultados se analizaron estadísticamente utilizando el software Excel 2016. Además, el diseño experimental fue representado de la siguiente manera:

Tabla 4

Diseño Completamente al Azar (DCA) para 4 dosificaciones y 9 repeticiones por tratamiento.

	T1	T 2	T3	T4	
Repeticiones	0%	1.5%	3%	4.5%	TOTAL
1	Y1	Y10	Y19	Y28	
2	Y2	Y11	Y20	Y29	
3	Y3	Y12	Y21	Y30	
4	Y4	Y13	Y22	Y31	
5	Y5	Y14	Y23	Y32	
6	Y6	Y15	Y24	Y33	
7	Y7	Y16	Y25	Y34	

8	Y8	Y17	Y26	y35
9	Y9	Y18	Y27	Y36
Suma				
Media				
Varianz.				

Fuente: Elaboración propia (2024).

Modelo estadístico del diseño (DCA)

$$Y_{ij} = \mu + A_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Variable aleatoria de respuesta asociada a la ij - ésima unidad experimental.

μ = Efecto de la media general.

A_i = Efecto del i -ésimo tratamiento sobre el promedio general

ε_{ij} = Error experimental asociado a la ij -ésima unidad experimental.

3.9. Método estadístico para contratación de la hipótesis

Análisis de varianza (ANOVA)

Para la contratación de la hipótesis de la investigación, considerando que todos los grupos evaluados presentan una distribución normal en sus resultados, y sus varianzas son homogéneas, se requiere determinar la existencia de significancia estadística entre los tratamientos estudiados en esta investigación, y para ello se realiza la prueba de comparación de medias (Anova), siendo las hipótesis a contrastar las siguientes, a un nivel de significancia del 5%.

Hipótesis Nula (H_0): Todas las medias son iguales.

Hipótesis Alterna (H_1): No todas las medias son iguales.

IV. RESULTADOS

4.1. Dosificación de vástago de plátano (chante) que influye en la mayor resistencia a la tracción en el adobe

Tabla 5

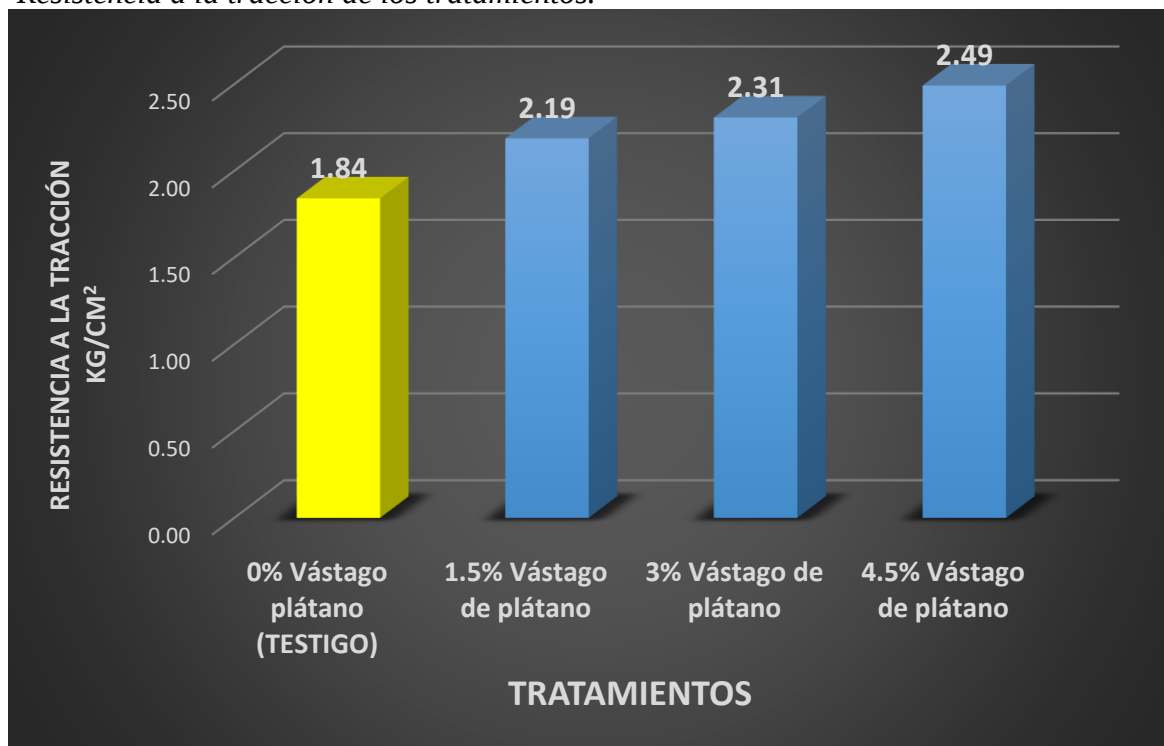
Resultados del ensayo de resistencia a la tracción.

N°	Resistencia a la tracción (kg/cm ²)			
	0% vástago de plátano	1.5% vástago de plátano	3% vástago de plátano	4.5% vástago de plátano
1	1.81	2.09	2.34	2.49
2	1.90	2.24	2.19	2.59
3	1.89	2.06	2.31	2.44
4	1.72	2.38	2.24	2.48
5	2.05	2.25	2.37	2.54
6	1.74	2.07	2.46	2.40
7	1.87	2.35	2.41	2.49
8	1.85	2.25	2.24	2.41
9	1.75	2.00	2.23	2.59
Promedio	1.84	2.19	2.31	2.49
Desv. Estand	0.103	0.137	0.092	0.069

Fuente: Elaboración propia (2024).

Figura 5

Resistencia a la tracción de los tratamientos.



Fuente: Elaboración propia (2024).

La Tabla 5 y la Figura 5 evidencian que la dosificación óptima de vástago de plátano para mejorar la resistencia a la tracción del adobe artesanal es del 4.5%. Este contenido permite una resistencia superior en un 26.1%, 12.05% y 7.23% en comparación con los adobes elaborados con 0%, 1.5% y 3.5% de fibra, respectivamente. Además, los resultados muestran que el grupo control (0% de fibra) presenta la resistencia más baja, siendo 15.98%, 20.34% y 26.1% inferior frente a las muestras que contienen 1.5%, 3% y 4.5% de vástago de plátano, respectivamente. Por lo tanto, se afirma que, a medida que aumenta la proporción de vástago de plátano incorporado, la resistencia a la tracción del adobe artesanal mejora de manera significativa.

4.1.1 Análisis estadístico de la resistencia a la tracción

a) Supuestos de normalidad

Para la determinación del tipo de distribución que siguen los resultados, aplicamos el Test de Shapiro – Wilks, ya que el tamaño de la muestra es menor a 50 datos, siendo las hipótesis a contrastar las siguientes:

Hipótesis Nula (H_0): Los resultados siguen una distribución normal.

Hipótesis Alterna (H_1): Los resultados no siguen una distribución normal.

Tabla 6

Resultados del Test de Shapiro – Wilks, para la resistencia a la tracción.

T1		T2		T3		T4	
0% vástago de plátano		1.5% vástago de plátano		3% vástago de plátano		4.5% vástago de plátano	
SW calculado	SW tabular	SW calculado	SW tabular	SW calculado	SW tabular	SW calculado	SW tabular
0.922	> 0.829	0.911	> 0.829	0.951	> 0.829	0.926	> 0.829

Fuente: Elaboración propia (2024).

Nota: Los valores de SW tabular, han sido obtenidos de la tabla “Niveles de Significación Para el Contraste de Shapiro-Wilks”, para una significancia del 5%.

De acuerdo a la tabla 6, se puede evidenciar que el SW calculado > SW tabular en todos los tratamientos, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula admitiendo que los datos

siguen una distribución normal, y se rechaza la hipótesis alterna que indica el efecto contrario, a un nivel de significancia del 5%.

b) Homocedasticidad

Para determinar si los resultados de los tratamientos estudiados presentan varianzas iguales, aplicamos la homogeneidad de varianzas mediante el método de Levene, siendo las hipótesis a contrastar las siguientes:

Hipótesis Nula (H_0): Los grupos presentan varianzas homogéneas.

Hipótesis Alterna (H_1): Los grupos presentan varianzas diferentes.

Tabla 7

Homogeneidad de varianzas para la resistencia a la tracción.

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	F cal.	P. valor	Signific.
Entre tratamientos	3	0.02	0.01	2.68	0.0635	> 0.05
Dentro de la muestra (error)	32	0.08	0.003			
Total	35	0.10				

Fuente: Elaboración propia (2024).

De acuerdo a la tabla 7, se puede evidenciar que el P. valor (0.0635) > Significancia (0.05), por lo tanto, se acepta la hipótesis nula admitiendo que todos los grupos presentan varianzas homogéneas, y se rechaza la hipótesis alterna que indica el efecto contrario.

c) Análisis de varianza (ANOVA)

Considerando que todos los grupos evaluados presentan una distribución normal en sus resultados, y sus varianzas son homogéneas, se requiere determinar la existencia de significancia estadística entre los tratamientos estudiados en esta investigación, y para ello se realiza la prueba de comparación de medias (Anova), siendo las hipótesis a contrastar las siguientes, a un nivel de significancia del 5%.

Hipótesis Nula (H_0): Todas las medias son iguales.

Hipótesis Alterna (H_1): No todas las medias son iguales.

Tabla 8

Análisis de varianza (Anova) para la resistencia a la tracción.

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	F cal.	F tab.	P. valor	Signif.
Entre tratamiento	3	2.03	0.68	63.65	> 2.901	1.39416E-13	0.05
Dentro de la muestra (error)	32	0.34	0.01				
Total	35	2.37					

Fuente: Elaboración propia (2024).

Nota: El F tabular lo adquirimos de la Tabla Estadística de la Prueba “F” (Fisher) para una significancia del 5%.

De acuerdo a la tabla 8, se puede evidenciar que el F calculado > F tabular, por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula, admitiendo que existe significancia estadística entre los grupos estudiados y por lo menos un tratamiento es superior a los demás estadísticamente, a un nivel de confianza del 95%.

d) Test de Dunnett

Considerando que en esta investigación se ensayó un grupo control (0% vástago de plátano), y para determinar si los tratamientos propuestos con otras dosificaciones superan al adobe patrón, se aplicó el Test de Dunnett, ya que esta metodología se utiliza para comparar cada grupo con el grupo control, detectando todos los tratamientos que son tan buenos como el control o mejores que él.

Tabla 9

Resultados del Test de Dunnett para la resistencia a la tracción.

Tratamientos	Diferencia de medias ($\bar{x}_i$)	Valor critico de la prueba (VCd)	Comparación $\bar{x}_i > VCd$	Existe significancia
T1 - T2	0.35	0.12	$0.35 > 0.12$	SI
T1 - T3	0.47	0.12	$0.47 > 0.12$	SI
T1 - T4	0.65	0.12	$0.65 > 0.12$	SI

Fuente: Elaboración propia (2024).

La tabla 9 muestra que existe diferencia significativa en la comparación de las medias de todos los grupos con el grupo control, siendo este inferior a todos estadísticamente.

4.2. Dosificación de vástago de plátano (chante) que influye en la mayor resistencia a la compresión en el adobe

Tabla 10

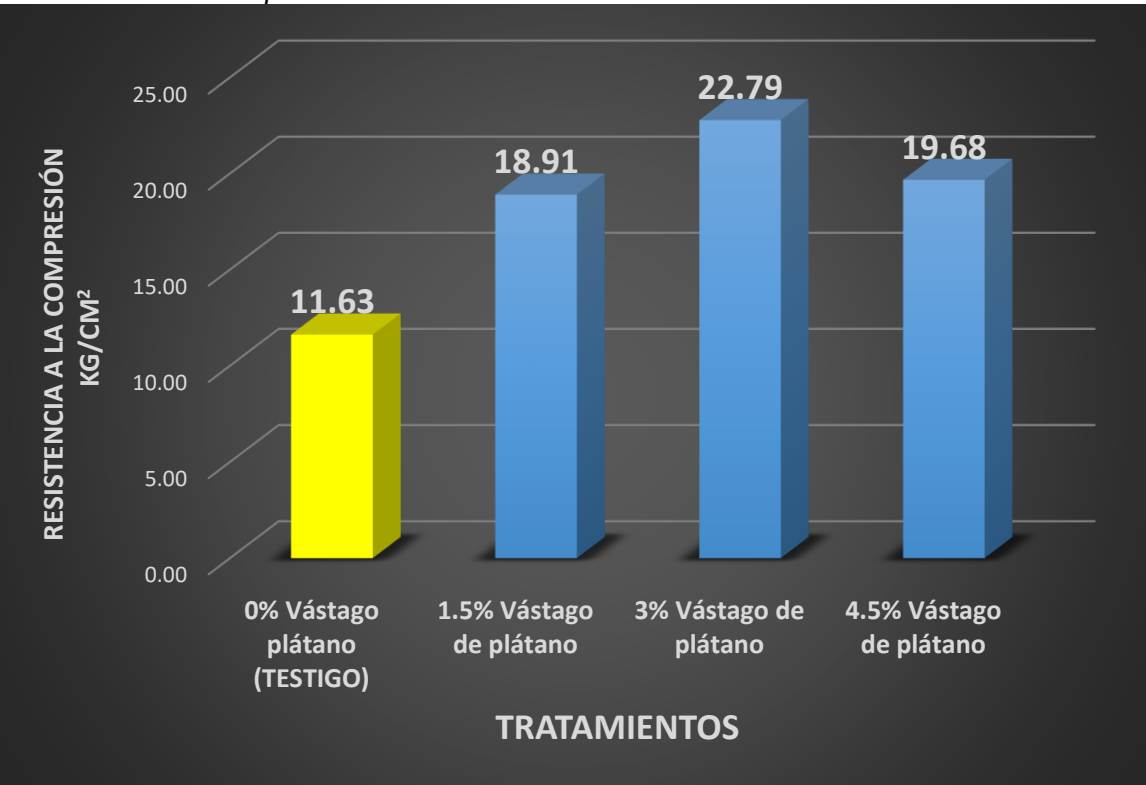
Resultados del ensayo de resistencia a la compresión.

N°	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)			
	0% vástago de plátano	1.5% vástago de plátano	3% vástago de plátano	4.5% vástago de plátano
1	11.54	19.08	23.09	19.89
2	11.87	19.78	23.22	19.68
3	11.77	19.07	22.47	19.49
4	11.21	19.06	22.53	19.09
5	11.98	17.65	23.35	19.78
6	11.75	19.16	22.34	19.39
7	11.47	18.88	22.78	20.00
8	11.96	18.89	22.53	19.39
9	11.11	18.66	22.80	20.41
Promedio	11.63	18.91	22.79	19.68
Desv. Estand	0.315	0.563	0.360	0.393

Fuente: Elaboración propia (2024).

Figura 6

Resistencia a la compresión de los tratamientos.



Fuente: Elaboración propia (2024).

La Tabla 10 y la Figura 6 indican que la dosificación óptima de vástago de plátano para maximizar la resistencia a la compresión del adobe artesanal es del 3%. Este contenido proporciona una resistencia un 48.97%, 17.03% y 13.65% mayor en comparación con los adobes que contienen 0%, 1.5% y 4.5% de fibra, respectivamente. Asimismo, los resultados revelan que el grupo control (0% de fibra) presenta la menor resistencia a la compresión, siendo 38.5%, 48.97% y 40.9% inferior en relación con las muestras elaboradas con 1.5%, 3% y 4.5% de vástago de plátano, respectivamente.

Entonces se puede indicar que la incorporación de hasta el 3% de vástago de plátano en el adobe incrementa su resistencia a la compresión, y conforme su incorporación supere este volumen, la resistencia tiende a disminuir gradualmente, determinándose que el 3% es la dosificación óptima que mejora las propiedades de resistencia a la compresión del adobe significativamente.

4.2.1 Análisis estadístico de la resistencia a la compresión

a) Supuestos de normalidad

Para la determinación del tipo de distribución que siguen los resultados, aplicamos el Test de Shapiro – Wilks, ya que el tamaño de la muestra es menor a 50 datos, siendo las hipótesis a contrastar las siguientes:

Hipótesis Nula (H_0): Los resultados siguen una distribución normal.

Hipótesis Alterna (H_1): Los resultados no siguen una distribución normal.

Tabla 11

Resultados del Test de Shapiro – Wilks, para la resistencia a la compresión.

T1		T2		T3		T4	
0% vástago de plátano		1.5% vástago de plátano		3% vástago de plátano		4.5% vástago de plátano	
SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW
calculado	tabular	calculado	tabular	calculado	tabular	calculado	tabular
0.912	> 0.829	0.854	> 0.829	0.920	> 0.829	0.970	> 0.829

Fuente: Elaboración propia (2024).

Nota: Los valores de SW tabular, han sido obtenidos de la tabla “Niveles de Significación Para el Contraste de Shapiro-Wilks”, para una significancia del 5%.

De acuerdo a la tabla 11 se puede evidenciar que el SW calculado > SW tabular en todos los tratamientos, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula admitiendo que los datos siguen una distribución normal, y se rechaza la hipótesis alterna que indica el efecto contrario, a un nivel de significancia del 5%.

b) Homocedasticidad

Para determinar si los resultados de los tratamientos estudiados presentan varianzas iguales, aplicamos la homogeneidad de varianzas mediante el método de Levenne, siendo las hipótesis a contrastar las siguientes:

Hipótesis Nula (H_0): Los grupos presentan varianzas homogéneas.

Hipótesis Alterna (H_1): Los grupos presentan varianzas diferentes.

Tabla 12

Homogeneidad de varianzas para la resistencia a la compresión.

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	F cal.	P. valor	Signific.
Entre tratamientos	3	0.04	0.01	0.17	0.91491	> 0.05
Dentro de la muestra (error)	32	2.30	0.07			
Total	35	2.34				

Fuente: Elaboración propia (2024).

De acuerdo a la tabla 12, se puede evidenciar que el P. valor (0.9149) > Significancia (0.05), por lo tanto, se acepta la hipótesis nula admitiendo que todos los grupos presentan varianzas homogéneas, y se rechaza la hipótesis alterna que indica el efecto contrario.

c) Análisis de varianza (ANOVA)

Considerando que todos los grupos evaluados presentan una distribución normal en sus resultados, y sus varianzas son homogéneas, se requiere determinar la existencia de significancia estadística entre los tratamientos estudiados en esta investigación, y para ello se realiza la prueba de comparación de medias (Anova), siendo las hipótesis a contrastar las siguientes, a un nivel de significancia del 5%.

Hipótesis Nula (H_0): Todas las medias son iguales.

Hipótesis Alterna (H_1): No todas las medias son iguales.

Tabla 13

Análisis de varianza (Anova) para la resistencia a la compresión.

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	F cal.	F tab.	P. valor	Signif.
Entre tratamiento	3	602.49	200.83	1147.13	> 2.901	1.23856E-32	0.05
Dentro de la muestra (error)	32	5.60	0.18				
Total	35	608.10					

Fuente: Elaboración propia (2024).

Nota: El valor de F tabular, lo adquirimos de la Tabla Estadística de la Prueba “F” (Fisher), para una significancia del 5%.

De acuerdo a la tabla 13, se puede evidenciar que el F calculado > F tabular, por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula, admitiendo que existe significancia estadística entre los grupos estudiados y por lo menos un tratamiento es superior a los demás estadísticamente, a un nivel de confianza del 95%.

d) Test de Dunnett

Considerando que en esta investigación se ensayó un grupo control (0% vástago de plátano), y para determinar si los tratamientos propuestos con otras dosificaciones superan al adobe patrón, se aplicó el Test de Dunnett, ya que esta metodología se utiliza para comparar cada grupo con el grupo control, detectando todos los tratamientos que son tan buenos como el control o mejores que él.

Tabla 14

Resultados del Test de Dunnett para la resistencia a la compresión.

Tratamientos	Diferencia de medias ($\bar{x}_i$)	Valor critico de la prueba (VCd)	Comparación $\bar{x}_i > VCd$	Existe significancia
T1 - T2	7.28	0.486	7.28 > 0.486	SI
T1 - T3	11.16	0.486	11.16 > 0.486	SI
T1 - T4	8.05	0.486	8.05 > 0.486	SI

Fuente: Elaboración propia (2024).

La tabla 14 muestra que existe diferencia significativa en la comparación de las medias de todos los grupos con el grupo control, siendo este inferior a todos estadísticamente.

4.3. Comparación de la resistencia a la tracción y compresión con la Norma E.080

Para la comparación de los resultados con la Norma E.080, se aplicó la prueba T-Student, ya que el tamaño de la muestra es menor a 30 y la varianza poblacional es desconocida.

$$t = \frac{(\bar{x} - \mu)}{s/\sqrt{n}}$$

Donde:

t: Valor T-Student

$\bar{x}$: Media muestral

μ : Media poblacional (Valor Norma E.080: 0.81Kg/cm²)

s: Desviación estándar

n: Tamaño de la muestra

Tabla 15

Comparación de la resistencia a la tracción con a la Norma E.080 (0.81 kg/cm²) mediante la prueba T- Student para una muestra.

Tratamientos	Media ($\bar{x}$)	Desviación estándar (s)	$t = \frac{(\bar{x} - \mu)}{s/\sqrt{n}}$	P Valor
0% Vástago de plátano	1.84	0.103	30.05 **	0.0000
1.5% Vástago de plátano	2.19	0.137	30.13 **	0.0000
3% Vástago de plátano	2.31	0.092	49.11 **	0.0000
4.5% Vástago de plátano	2.49	0.069	73.31 **	0.0000

ns: No significativo

*: Significativo

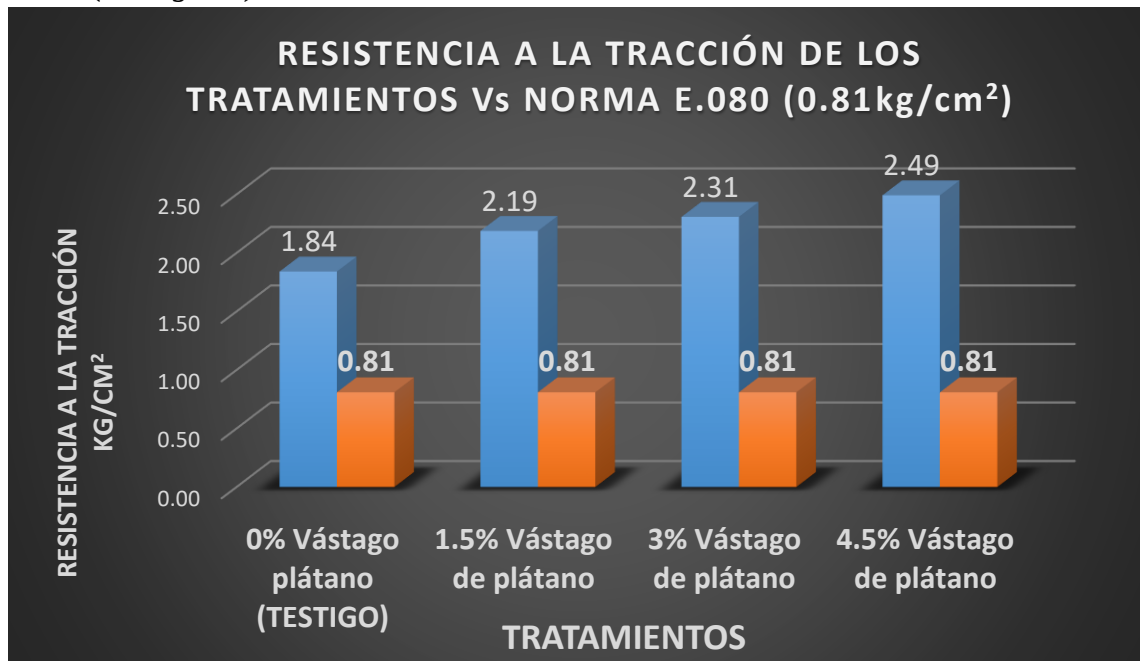
** : Altamente significativo

Hipótesis Nula (H₀): La media del tratamiento es igual a la Norma E.080.

Hipótesis Alterna (H₁): La media del tratamiento es diferente a la Norma E.080.

Figura 7

Comparación de la resistencia a la tracción con la resistencia establecida en la Norma E.080 (0.81kg/cm²).



Fuente: Elaboración propia (2024).

La tabla 15 y Figura 7 demuestran que todos los tratamientos evaluados son estadísticamente diferentes al valor mínimo establecido por la Norma E.080, que es 0.81 kg/cm² a un nivel de confianza del 95%, aprobándose la hipótesis alterna.

Tabla 16

Comparación de la resistencia a la compresión con a la Norma E.080 (10.2 kg/cm²) mediante la prueba T-Student para una muestra.

	Media ($\bar{x}$)	Desviación estándar (s)	$t = \frac{(\bar{x} - \mu)}{s/\sqrt{n}}$	P Valor
0% Vástago de plátano	11.63	0.315	13.59 **	0.0000
1.5% Vástago de plátano	18.91	0.563	46.43 **	0.0000
3% Vástago de plátano	22.79	0.360	105.03 **	0.0000
4.5% Vástago de plátano	19.68	0.393	72.32 **	0.0000

ns: No significativo

*: Significativo

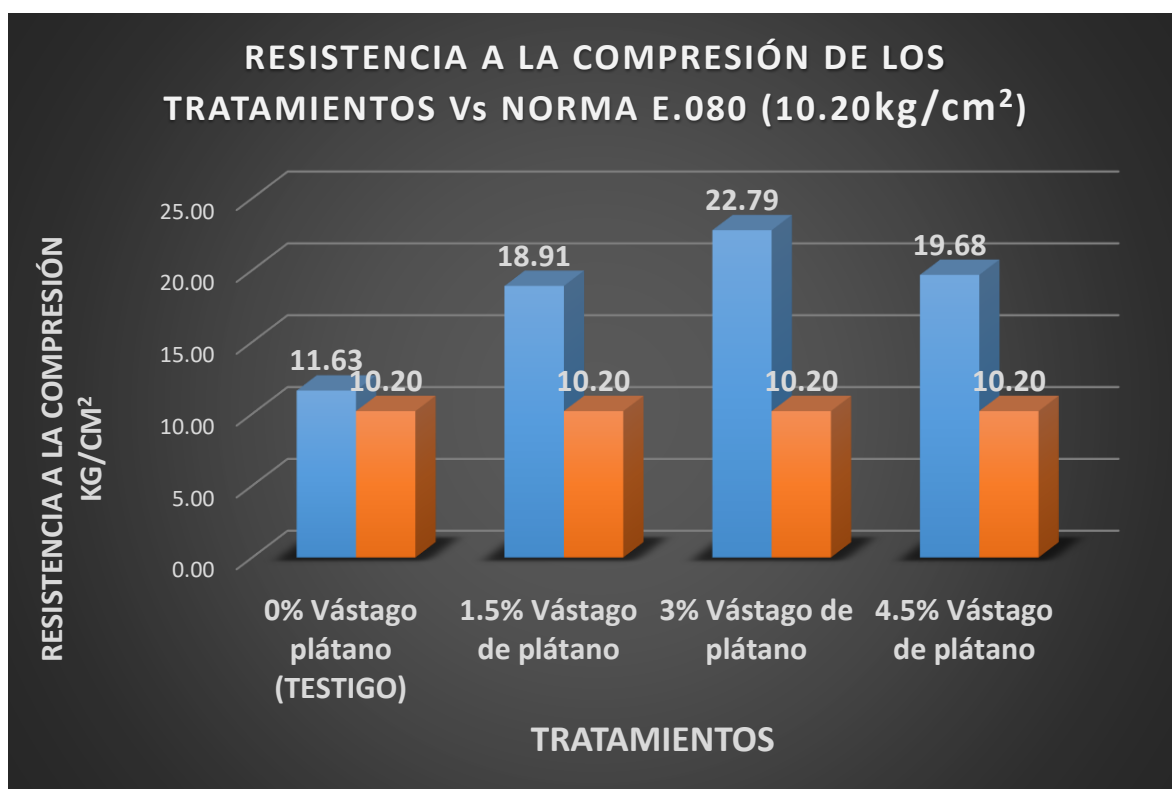
**: Altamente significativo

Hipótesis Nula (H_0): La media del tratamiento es igual a la Norma E.080.

Hipótesis Alterna (H_1): La media del tratamiento es diferente a la Norma E.080.

Figura 8

Comparación de la resistencia a la compresión con la resistencia establecida en la Norma E.080 (10.2 kg/cm²).



Fuente: Elaboración propia (2024).

La tabla 16 y Figura 8 demuestran que todos los tratamientos evaluados son estadísticamente diferentes al valor mínimo establecido por la Norma E.080, que es 10.2 kg/cm² a un nivel de confianza del 95%, aprobándose la hipótesis alterna.

V. DISCUSIÓN

Dosificación de vástago de plátano (chante) que influye en la mayor resistencia a la tracción en el adobe

A partir de los resultados obtenidos por las tablas 7, 8 y 9, se evidencia de forma clara que la adición de fibras de vástago de plátano tiene una influencia directa en la resistencia a la tracción del adobe artesanal. A medida que se incrementa el porcentaje de esta fibra en la mezcla, se observa un aumento proporcional en dicha resistencia. Esta mejora estructural es notoria al comparar los adobes reforzados con chante frente al adobe patrón elaborado con cáscara de arroz, encontrándose diferencias significativas. La mayor resistencia se alcanzó con una dosificación del 4.5% de fibra, superando en un 26.1% al adobe convencional. Según Donkor y Obonyo (2016), estas mejoras se atribuyen a la presencia de fibras longitudinales distribuidas aleatoriamente en la matriz del adobe, las cuales optimizan su comportamiento mecánico al evitar fracturas frágiles y permitir una mayor deformación tras alcanzar la carga máxima. Además, la capacidad de absorción de energía del material compuesto depende de la proporción de fibra en relación con la masa total del adobe. Por otro lado, Koutous y Hilali (2021) analizaron el comportamiento mecánico del adobe reforzado con fibras de paja de cebada, concluyendo que estas fibras vegetales mejoran directamente las propiedades estructurales, con un efecto más significativo en la resistencia a la tracción que en la compresión. Del mismo modo, Pedraza (2019) en su estudio sobre el uso de fibras tejidas del tallo del plátano para reforzar tejas de arcilla, identificó que la incorporación de dicho tejido otorga elasticidad y flexibilidad a la matriz de barro, mejorando sus cualidades estructurales de forma efectiva.

Dosificación de vástago de plátano (chante) que influye en la mayor resistencia a la compresión en el adobe

Con base en los resultados experimentales que se muestran en la figura 6, se obtuvieron valores de resistencia a la compresión de 11.63 kg/cm², 18.91 kg/cm², 22.79 kg/cm² y 19.68 kg/cm², correspondientes a los tratamientos con 0%, 1.5%, 3% y 4.5% de incorporación de fibra de vástago de plátano, respectivamente. Estos datos permiten concluir que la adición de dicha fibra vegetal contribuye al fortalecimiento mecánico del adobe, mejorando su resistencia a compresión. No obstante, este efecto positivo se mantiene hasta un determinado límite volumétrico, identificándose que la dosificación del 3% representa el punto óptimo de refuerzo, ya que proporciona el mayor esfuerzo

estructural alcanzado por las unidades. Superado este porcentaje, la resistencia a la compresión disminuye progresivamente. Según lo planteado por Flores y Calderón (2022), esta tendencia se explica por la existencia de un umbral ideal de material estabilizante que puede ser incorporado sin comprometer la integridad estructural del adobe. Al exceder esta proporción, se altera la relación entre el volumen de fibras y la matriz de barro, generándose deficiencias en la adherencia de las fibras dentro de la mezcla, lo que ocasiona zonas de debilidad o fallas interfaciales. Estas fallas favorecen la aparición de fisuras alrededor de las fibras, disminuyendo la capacidad del material para resistir esfuerzos compresivos. Por su parte, los resultados de esta investigación se alinean con los hallazgos de López y Teque (2021), quienes determinaron que, al incorporar fibras de coco al adobe, una proporción del 3% mejora notablemente su comportamiento estructural, mientras que dosis mayores provocan una disminución en la resistencia a la compresión. De forma similar, Cubas y Quiroz (2022) demostraron que el uso de un 3% de fibra de maíz en la fabricación de adobe estabilizado genera la mejor respuesta estructural, superando incluso la obtenida en los adobes tradicionales elaborados sin refuerzo vegetal.

Comparación de la resistencia a la tracción y compresión con la Norma E.080

De acuerdo con la Norma Técnica Peruana E.080, los adobes deben alcanzar una resistencia mínima a la compresión de $\geq 10.2 \text{ kg/cm}^2$ y una resistencia a la tracción de $\geq 0.81 \text{ kg/cm}^2$. En este estudio, todos los tratamientos evaluados superaron ampliamente estos requerimientos. En el caso de la compresión, el valor más bajo registrado fue de 11.63 kg/cm^2 en el adobe testigo, mientras que el más alto fue de 22.79 kg/cm^2 , correspondiente al tratamiento con 3% de fibra de vástago de plátano. En cuanto a la tracción, los resultados oscilaron entre 1.84 kg/cm^2 para el testigo y 2.49 kg/cm^2 para la dosificación de 4.5%. Estos valores demuestran que todos los especímenes evaluados cumplen técnicamente con los estándares mínimos establecidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), por lo que se considera que los tratamientos aplicados son viables para su uso constructivo. Estos hallazgos coinciden con los resultados obtenidos por Tucto (2022), quien evaluó el efecto de las fibras de vástago de plátano en la resistencia del adobe, concluyendo que su incorporación permite cumplir con los parámetros exigidos por la Norma E.080, demostrando su efectividad como refuerzo mecánico. Asimismo, Ticona (2020) corroboró estos resultados en su investigación sobre adobes reforzados con fibras vegetales, destacando que este tipo de adición no solo

cumple con los requisitos normativos, sino que mejora significativamente la resistencia a la compresión, haciendo de esta técnica una estrategia recomendable para mejorar el desempeño estructural del adobe en aplicaciones reales.

Los resultados del análisis estadístico confirman que la incorporación de fibras de vástago de plátano en la fabricación de adobes artesanales tiene un efecto altamente significativo en sus propiedades mecánicas. A través del análisis de varianza (ANOVA) se identificaron diferencias significativas entre los tratamientos aplicados en los ensayos de resistencia a la tracción (Tabla 8) y compresión (Tabla 13), lo que indica que la variación en la dosificación de la fibra impacta directamente en el desempeño estructural del material. La aplicación de la prueba de comparaciones múltiples de Dunnett permitió establecer que todos los tratamientos con incorporación de fibra fueron estadísticamente superiores al testigo, lo que respalda su eficacia como refuerzo estructural, donde estos resultados se muestran en la Tabla 9 y Tabla 14. Asimismo, la prueba T-Student para una muestra arrojó que cada tratamiento superó de manera altamente significativa los valores mínimos establecidos por la Norma Técnica Peruana E.080, tanto para tracción (≥ 0.81 kg/cm²) como para compresión (≥ 10.2 kg/cm²), donde los resultados se muestran en la Tabla 15 y Tabla 16. Estos hallazgos evidencian que los adobes reforzados no solo mejoran su resistencia frente a cargas, sino que cumplen y superan los estándares normativos requeridos.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- 1). La incorporación de vástago de plátano (1.5%, 3% y 4.5%) genera un efecto significativo en la resistencia a la tracción y compresión del adobe artesanal, mejorándolo respecto adobe convencional.
- 2). La dosificación del 4.5% de vástago de plátano alcanzó la mayor resistencia a la tracción (2.49 kg/cm²), evidenciando una mejora progresiva al aumentar el contenido de fibra.
- 3). El 3% fue la dosificación óptima para resistencia a la compresión (22.79 kg/cm²); dosificaciones mayores reducen esta propiedad debido a una menor cohesión en la mezcla.
- 4). Se comprueba que todos los tratamientos ensayados con vástago de plátano, superan la resistencia mínima establecida por la Norma E.080 del Reglamento Nacional de Edificaciones, tanto para tracción 0.81kg/cm² y compresión 10,2kg/cm², concluyéndose que es viable la incorporación de vástago de plátano en la fabricación de adobes artesanales, haciéndolos más resistente frente a la tracción y compresión.

6.2. Recomendaciones

- ✓ Estudiar la incorporación de porcentajes de las hojas de la planta de plátano en las propiedades mecánicas del adobe artesanal.
- ✓ Ejecutar el mismo estudio, con suelos de otras canteras la ciudad de Jaén, con la finalidad de conocer la repercusión del tipo de sustrato en las propiedades del adobe.
- ✓ Evaluar el mismo estudio con diferentes tamaños de fibras para ensayos de flexión, absorción y compresión de muretes de adobe.
- ✓ Realizar estudios en distintos periodos de secado, para conocer su incidencia del tiempo de secado en las propiedades del adobe artesanal.
- ✓ Elaborar adobes con el mismo material estabilizador, pero en diferentes tamaños y proporciones a la de este estudio.
- ✓ Estudiar otras fibras vegetales para comparar su efecto con el vástago de plátano.
- ✓ Realizar estudios de pruebas a escala en construcciones para evaluar su desempeño en condiciones reales.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, G., Mustapha, K., Lefebvre, G., Solís, J., Gómez, M. y Horn, M. (2017). Thermal properties of adobe employed in Peruvian rural areas: Experimental results and numerical simulation of a traditional bio-composite material. *Case Studies in Construction Materials*, vol. 6, pp. 177-191. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509516300900>
- Atalaya, J. y Alva, A. (2020). Physical and mechanical properties of compacted adobe with incorporation of coconut fibers. *Actas de la multiconferencia internacional LACCEI de ingeniería, educación y tecnología*, pp. 1-9, ISBN: 978-958-52071-4-1 ISSN: 2414-6390. https://laccei.org/LACCEI2020-VirtualEdition/full_papers/FP447.pdf
- Ayala, R. y Hernández, O. (2019). *Evaluación de la condición del deterioro superficial en el pavimento rígido de la avenida Pakamuros para determinar la serviciabilidad de los usuarios, provincia de Jaén, 2019*. [Tesis de Grado. Universidad Nacional de Jaén]. <https://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/280>
- Carpi, A. y Egger, A. (2008). *La experimentación en la investigación científica: Variables y controles en la práctica*. Visionlearning. <https://www.visionlearning.com/es/library/Proceso-de-la-Ciencia/49/La-Experimentaci%C3%B3n-en-la-Investigaci%C3%ADfica/150#:~:text=La%20experimentaci%C3%B3n%20es%20un%20m%C3%A9todo,esta%20manipulaci%C3%B3n%20sobre%20otras%20variables.>
- Carvajal, I. (2014). *El método deductivo de investigación*. Fomento de la práctica científica y literaria. <https://www.lizardo-carvajal.com/el-metodo-deductivo-de-investigacion/>
- Cemex (2021). *Manual del Constructor – Cemex*. <https://www.cemexmexico.com/documents/27057941/45587277/aplicacion-es-manual-construccion-general.pdf/772d227d-d168-efc4-a2e3-86ba78c80cb4>

- Cubas, E. y Quiroz, A. (2022). *Análisis de la resistencia a compresión del adobe reforzado con flor seca de Zea Mays, Jaén 2022*. [Tesis de Pregrado. Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional de la Universidad Cesar Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/93728>
- Cutipa, G. (2023). *Ventajas y desventajas del uso de la observación, la entrevista y la encuesta en el proceso de la investigación*. Investigación científica. <https://guidocutipa.blog.bo/investigacion/ventajas-desventajas-observacion-entrevista-encuesta-proceso-investigacion/>
- Diario Correo. (06 de junio de 2021). *Más de 15 mil viviendas son vulnerables en Chiclayo ante un sismo de alta intensidad*. Obtenido de Diario Correo: <https://diariocorreo.pe/edicion/lambayeque/mas-de-15-mil-viviendas-sonvulnerables-en-chiclayo-ante-un-sismo-de-alta-intensidad-noticia/>
- Diario El Peruano. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2017). *Norma E.080-RNE. Diseño y Construcción con Tierra Reforzada*. Anexo - Resolución ministerial n° 121-2017-vivienda. Normas Legales. https://procurement-notices.undp.org/view_file.cfm?doc_id=109376
- Donkor, P. y Obonyo, E. (2016). *Compressed soil blocks: Influence of fibers on flexural properties and failure mechanism*. Construction and Building Materials. 121 (2016) 25–33. <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.05.151>
- Flores, S. y Calderón, E. (2022). *Influencia de la incorporación de caucho reciclado sobre la resistencia a la compresión del adobe artesanal, Jaén – Cajamarca, 2021*. [Tesis de Pregrado. Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio Institucional. http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/429/1/Flores_ASE_Calder%C3%B3n_VEM.pdf
- Gallardo, E. (2017). *Metodología de la Investigación: Manual autoformativo interactivo*. Huancayo: Universidad Continental. https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/4278/1/DO_UC_EG_MAI_UC0584_2018.pdf
- Gómez, F., Mileto, M., López, L. y García, L. (2017). Procesos patológicos en muros de adobe. Panorama general de los mecanismos de degradación del adobe en la

- arquitectura tradicional española. *Arquitectura en tierra. Historia y renovación*. ISBN 978-84-697-4387-4, págs. 169-180.
<https://resarquitectura.blogs.upv.es/files/2018/07/76-ACint-low.pdf>
- Greco, F. y Lourenco, P. (2021). Seismic assessment of large historic vernacular adobe buildings in the Andean Region of Peru. Learning from Casa Arones in Cusco," *Journal of Building Engineering*, vol. 40, p. 102341.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710221001972>
- Guerrero, L. (2007). La pérdida de la arquitectura de adobe en México. *Icomos World Report 2006-2007 on Monuments and Sites in Danger* (pp. 112-114). Altenburg, Alemania: E. Reinhold-Verlag. <https://journals.ub.uni-heidelberg.de/index.php/heritage/article/view/19867/13664>
- Hernández, G. (2017, diciembre). *Método Analítico*.
https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presentaciones/b_huejutla/2017/Metodo_Analitico.pdf.
- Hurtado, P. (2020). Tecnología andina y española: Características constructivas de la torre de adobe de la iglesia virreinal San Cristóbal de Huánuco, Perú. *Informes de la Construcción*, vol. 72, no. 559, p. 72150.
<https://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/6011/7308>
- Koutous, A y Hilali, E. (2021). Reinforcing rammed earth with plant fibers: A case study. *Case Studies in Construction Materials*. Volume 14, e00514.
<https://doi.org/10.1016/j.cscm.2021.e00514>
- López, A. y Teque, E. (2021). *Fibras de coco y su influencia en las propiedades físico mecánicas del adobe*, Chiclayo - 2021 [Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional de la Universidad Cesar Vallejo.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/85199>
- Mantilla, J. (2018). *Variación de las propiedades físico mecánicas del adobe al incorporar viruta y caucho* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Cajamarca. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/1996>

- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Manual de ensayo de materiales*. Edición mayo del 2016. https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf
- Muguirra, A. (s. f.). *Muestreo aleatorio simple: ¿Qué es y cómo realizarlo?*. QuiestioPro. <https://www.questionpro.com/blog/es/muestreo-aleatorio-simple/>
- Muñoz, C. (2015). *Metodología de la investigación*. Mexico: Progreso S.A de C.V. https://books.google.com.pe/books/about/Metodolog%C3%ADa_de_la_investigaci%C3%B3n.html?id=jp5PAQAACAAJ&redir_esc=y
- Pedraza, C. (2019). *Caracterización de la fibra del pseudo tallo de plátano como refuerzo y desarrollo de un material compuesto para fabricación de tejas*. [Tesis de Pregrado. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia]. Repositorio Institucional de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. <https://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/2768>
- Sánchez, A., Alonso, E. y López, M. (2021). Vulnerabilidad sísmica y la pérdida de la vivienda de adobe en Jojutla, Morelos, México, tras los sismos de 2017. *Vivienda y Comunidades Sustentables*, (10), 9–29. <https://doi.org/10.32870/rvcs.v2i10.162>
- Ticona, J. (2020). *Análisis comparativo entre el adobe tradicional y el adobe reforzado con fibras de coco, Huancané, Puno – 2019* [Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional de la Universidad Cesar Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/57615#:~:text=Finalmente%2C%20los%20bloques%20de%20adobes,en%20comparaci%C3%B3n%20al%20adobe%20patr%C3%B3n>
- Tucto, R. (2022). *Incorporación de fibras de pseudo tallo de plátano para mejoramiento de propiedades físico-mecánicas del adobe, Chachapoyas, 2022*. [Tesis de Pregrado. Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional de la Universidad Cesar Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/104879>

AGRADECIMIENTO

Al Mg. Ing. Marcos Antonio González Santisteban, quien con su conocimiento, experiencia y dedicación fueron fundamentales para la realización de esta investigación. A nuestro jurado por guiarnos y observarnos en cada etapa del trabajo, permitiendo alcanzar los objetivos planteados. Asimismo, expresamos nuestra gratitud a la Universidad, nuestra alma mater por su compromiso con la excelencia académica y la investigación científica ha sido una inspiración para llevar a cabo este proyecto con responsabilidad y rigor.

DEDICATORIA

Esta investigación está dedicada a mi papa, mi mamá, mis hermanos, porque todos ellos me apoyaron para poder llegar a estas instancias.

Junior

A mis padres, hermano y hermanas; abuelos y abuelas; para mi tío Osmer A. Díaz Flores, porque ellos son mi fortaleza y fuente de inspiración para culminar esta meta trazada.

Anderson

ANEXOS

Anexo 01: Clasificación del suelo

ENSAYOS DE LABORATORIO



PROYECTO:

"EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE VÁSTAGO DE PLATANO (CHANTE) EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL, JAÉN, 2024"

SOLICITANTE:

**JUNIOR VILLANUEVA DÍAZ Y
YHONY ANDERSON DÍAZ HORNA**

JAÉN, CAJAMARCA.

REPORTE DE ENSAYO
DETERMINACIÓN EN LABORATORIO DEL
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS MEDIANTE TAMIZADO
ASTM D6913 / D6913M - 17

PROYECTO : EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE VÁSTAGO DE PLATANO (CHANTE) EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL, JAÉN, 2024 REGISTRO N° : LSP24 - MS - 315

SOLICITANTE : JUNIOR VILLANUEVA DÍAZ Y YHONY ANDERSON DÍAZ HORNA ENSAYADO POR : JHONATAN H.

MATERIAL : NATURAL ASIST LAB : : ARODY CIEZA.

CALICATA : C - 1 MUESTRA : : M - 1 FECHA : SETIEMBRE - 2024

LOCALIDAD : JAÉN PROFUNDIDAD : 0.20 - 1.50

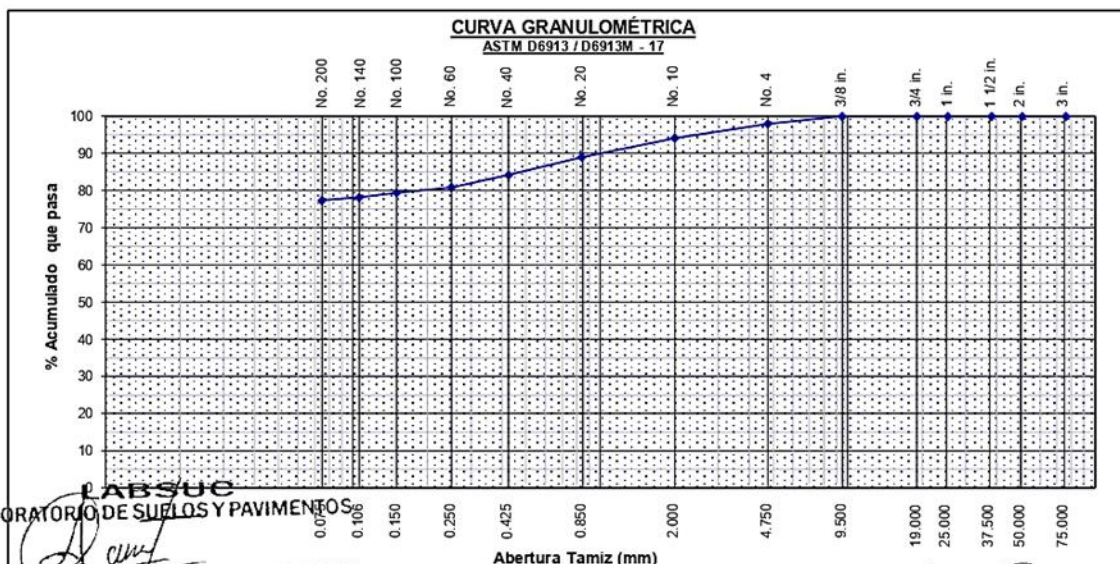
DISTRITO : JAÉN PROVINCIA : : JAÉN REGION : CAJAMARCA

Tamiz (Malla)	Abertura (mm)	Masa retenida (g)	Masa retenida (%)	Acumulado Retenido (%)	Acumulado Pasante (%)
3 in.	76.20	0	0.0	0.0	100
2 in.	50.80	0	0.0	0.0	100
1 1/2 in.	38.10	0	0.0	0.0	100
1 in.	25.40	0	0.0	0.0	100
3/4 in.	19.00	0	0.0	0.0	100
3/8 in.	9.50	0	0.0	0.0	100
No. 4	4.75	16	2.0	2.0	98
No. 10	2.00	31	3.8	5.9	94
No. 20	0.840	41	5.2	11.0	89
No. 40	0.425	39	4.8	15.8	84
No. 60	0.250	27	3.3	19.2	81
No. 100	0.150	11	1.4	20.6	79
No. 140	0.106	10	1.3	21.9	78
No. 200	0.075	6	0.8	22.6	77

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
I. Clasificación visual	Arcilla de baja plasticidad con arena
II. Tamaño máximo de la partícula	3/8 in.

CONDICIONES DEL ENSAYO	
I. Método de ensayo	A
II. Tipo de tamizado	Simple
III. Tamiz separador	No. 4

Masa inicial de la muestra seca (g)	800
1ª sep.: Fracción ret. limpia y seca (g)	—
Masa de la fracción fina seca (g)	—
% Tamiz separador <2 % (1ª sep.)	—



LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
BACH. ARODY R. CIEZA ROMERO
JEFE DE LABORATORIO

OBSERVACIONES:
* No se descartaron o encontraron materiales ajenos al suelo ensayado
* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de LABSUC

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ING. JHONATAN J. HERRERA BARAHONA
INGENIERO CIVIL
CIP: 312615

REPORT DE ENSAYO
DETERMINACIÓN EN LABORATORIO DEL
LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS
ASTM D4318-17E1

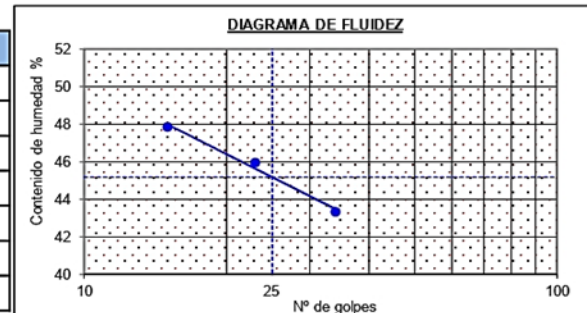
PROYECTO	: EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE VÁSTAGO DE PLATANO (CHANTE) EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL, JAÉN, 2024	REGISTRO N°	: LSP24 - MS - 315	
SOLICITANTE	: JUNIOR VILLANUEVA DÍAZ Y YHONY ANDERSON DÍAZ HORNA	ENSAYADO POR	: JHONATAN H.	
MATERIAL	: NATURAL	ASIST LAB	: ARODY CIEZA.	
CALICATA	: C - 1	MUESTRA	: M - 1	
LOCALIDAD	: JAÉN	FECHA	: SETIEMBRE - 2024	
DISTRITO	: JAÉN	PROFUNDIDAD	: 0.20 - 1.50	
	PROVINCIA	: JAÉN	REGION	: CAJAMARCA

LÍMITE LÍQUIDO			
Prueba N°	1	2	3
N° de golpes	34	23	15
Masa del Recipiente (g)	8.56	8.24	8.63
Masa del Recipiente + Suelo Húmedo (g)	30.86	30.54	30.26
Masa del Recipiente + Suelo Seco (g)	24.12	23.52	23.26
Masa del Agua (g)	6.74	7.02	7.00
Masa del Suelo Seco (g)	15.56	15.28	14.63
Contenido de Humedad (%)	43.32	45.94	47.85

CONDICIONES DEL ENSAYO	
I. Método de ensayo de Límite Líquido	: A. Multipunto
II. Preparación de muestra:	: Húmedo

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
Condición de la muestra	: Alterada
Tamaño Max. de partícula	: 3/4 in.

LÍMITE PLÁSTICO		
Prueba N°	1	2
Masa del Recipiente (g)	8.56	8.41
Masa del Recipiente + Suelo Húmedo (g)	15.63	15.47
Masa del Recipiente + Suelo Seco (g)	14.28	14.15
Masa del Agua (g)	1.35	1.32
Masa del Suelo Seco (g)	5.72	5.74
Contenido de Humedad (%)	23.60	23.00



RESULTADOS:

Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
45	23	22

OBSERVACIONES:

- * No se descartaron o encontraron materiales ajenos al suelo ensayado
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de LABSUC

DIRECCION: CALLE LA COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A 1 CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN

CEL: 969577841 - 975421091 - 912493920

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

BACH. ARODY R. CIEZA ROMERO
JEFE DE LABORATORIO

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ING. JHONATAN J. HERRERA BARAHONA
INGENIERO CIVIL
CIP: 312615

DETERMINACIÓN EN LABORATORIO DE LA
CLASIFICACIÓN DE SUELOS - SUCS (ASTM D2487 - 17e1)
CLASIFICACIÓN DE SUELOS - AASHTO (ASTM D3282 - 18)

PROYECTO : EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE VÁSTAGO DE PLATANO (CHANTE) EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL, JAÉN, 2024 REGISTRO N° : LSP24 - MS - 315

SOLICITANTE : JUNIOR VILLANUEVA DÍAZ Y YHONY ANDERSON DÍAZ HORNA ENSAYADO POR : JHONATAN H.

MATERIAL : NATURAL ASIST LAB : ARODY CIEZA

CALICATA : C - 1 MUESTRA : M - 1 FECHA : SETIEMBRE - 2024

LOCALIDAD : JAÉN PROFUNDIDAD : 0.20 - 1.50

DISTRITO : JAÉN PROVINCIA : JAÉN REGION : CAJAMARCA

GRANULOMETRÍA: ASTM D6913/613M-17		
Tamiz		% Acumulado que Pasa
Alternativo	mm	
3 in.	76.20	100
2 in.	50.80	100
1 1/2 in.	38.10	100
1 in.	25.40	100
3/4 in.	19.00	100
3/8 in.	9.50	100
No. 4	4.75	98
No. 10	2.00	94
No. 20	0.840	89
No. 40	0.425	84
No. 60	0.250	81
No. 80	0.177	79
No. 100	0.150	78
No. 200	0.075	77

HUMEDAD DEL SUELO: ASTM D2216-19	
Porcentaje de Humedad (%)	7.57

D ₁₀ (0,01 mm)	0.00	D ₆₀ (0,01 mm)	0.00	D ₃₀ (0,01 mm)	0.00
Coefficiente de Curvatura (Cc)	—	Coefficiente de Uniformidad (Cu)	—	Retenido en tamiz 3 in	-

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA			
% Grava	2	% Grava Gruesa :	0
		% Grava Fina :	2
% Arena	21	% Arena Gruesa :	4
		% Arena Media :	10
		% Arena fina :	7
% Finos	77		-

LÍMITES DE ATTERBERG: ASTM D4318-17	
Límite Líquido (LL) - %	45
Límite Plástico (LP) - %	23
Índice Plástico (IP) - %	22

CLASIFICACIÓN DE SUELOS:	
SUCS	Símbolo de Grupo
Nombre de Grupo	CL
	Lean clay with sand
	Arcilla de baja plasticidad con arena

CLASIFICACIÓN DE SUELOS:	
AASHTO	Clasificación de Grupo
Tipo habitual de material significativo	A-7-6
	Índice de Grupo
	17
	Clayey Soils
Clasificación general como subrasante	Suelos Arcillosos
	REGULAR A DEFICIENTE

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

OBSERVACIONES: BACH. ARODY R. CIEZA ROMERO
JEFE DE LABORATORIO

* No se descartaron o encontraron materiales ajenos al suelo ensayado

* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de LABSUC

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ING. JHONATAN J. HERRERA BARAHONA
INGENIERO CIVIL
CIP: 312615

PROYECTO	EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE VÁSTAGO DE PLATANO (CHANTE) EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL, JAÉN, 2024			REGISTRO N°	LSP24 - MS - 315
SOLICITANTE	JUNIOR VILLANUEVA DÍAZ Y YHONY ANDERSON DÍAZ HORNA			ENSAYADO POR	JHONATAN H.
MATERIAL	NATURAL			ASIST LAB :	ARODY CIEZA.
CALICATA	C - 1	MUESTRA	M - 1	FECHA	SEPTIEMBRE - 2024
LOCALIDAD	JAÉN			PROFUNDIDAD	0.20 - 1.50
DISTRITO	JAÉN	PROVINCIA	JAÉN	REGION	CAJAMARCA

DATOS	PRUEBA No.1	PRUEBA No.2	PRUEBA No.3	PRUEBA No.4
Recipiente No	14	25	30	45
W1 - Masa del recipiente con el espécimen húmedo (g)	930.6	922.6	940.6	953.7
W2 - Masa del recipiente con el espécimen seco (g)	872.7	868.5	882.3	892.5
Wc - Masa del recipiente (g)	116.36	120.5	113.7	110.4
Ww - Masa del agua (g)	57.91	54.02	58.22	61.11
Ws - Masa de las partículas sólidas (seco) (g)	756.29	748.00	768.69	782.12
W - Contenido de humedad (Ww / Ws)x100 (%)	7.66	7.22	7.57	7.81
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.57			

OBSERVACIONES:

* No se descartaron o encontraron materiales ajenos al suelo ensayado

* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de LABSUC

DIRECCIÓN: CALLE LA COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A 1 CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAÉN - JAÉN

CEL: 963577841 - 973421091 - 912493320

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

BACH. ARODY R. CIEZA ROMERO
JEFE DE LABORATORIO

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ING. JHONATAN J. HERRERA BARAHONA
INGENIERO CIVIL
CIP: 312615

	FORMATO DE PERFIL ESTRATIGRAFICO		RUC REG. INDECOPI	2060454231 00116277				
	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		DIRECCION PAGINA	LA COLINA 381 - JAEN - CAJAMARCA 1 de 1				
PROYECTO :	EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE VÁSTAGO DE PLATANO (CHANTE) EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL, JAÉN, 2024		JEFE DE CALIDAD :	JHONATAN HERRERA BARAHONA				
UBICACIÓN :	DISTRITO DE JAÉN, PROVINCIA DE JAÉN - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA		TECNICO DE LAB :	CIEZA ROMERO ARODY				
SOLICITANTE :	JUNIOR VILLANUEVA DÍAZ Y YHONY ANDERSON DÍAZ HORNA							
DATOS DE CAMPO								
CALICATA :		C - 1	PROFUNDIDAD (m) :		1.50			
PROFUNDIDAD (m)	N.F. (m)	CLASIFICACION		DESCRIPCION DEL MATERIAL	MUESTRAS	W (%)	LIMITES	
		SIMBOLO A.S.T.M. D 422	SIMBOLO GRAFICO				LL (%)	IP (%)
0.20	0.00			CONFORMADO POR MATERIAL INADECUADO (DE PASTOS Y RAÍCES)	S/M	-	-	-
0.50		CL		Arcilla arenosa Inorgánica (CL), de baja plasticidad. Mezclada con poca cantidad de grava (2 %). Se encuentra mediamente consolidada, poca húmeda, se encuentra sin olor.	M - 1	7.57	45.00	22.00
1.00								
1.50								
2.00								
2.50								
3.00								
3.50								
4.00								

DIRECCION : CALLE LA COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A 1 CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN

CEL: 969577841 - 975421091 - 912493920

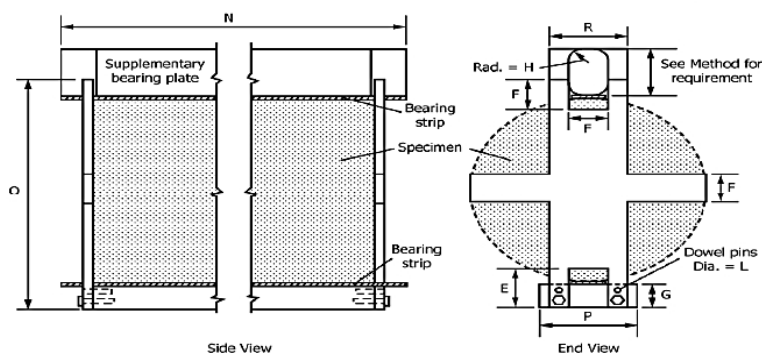
LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
BACH. ARODY R. CIEZA ROMERO
JEFE DE LABORATORIO

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ING. JHONATAN J. HERRERA BARAHONA
INGENIERO CIVIL
CIP: 312615

Anexo 02: Resultados del ensayo de resistencia a la tracción

LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	RUC	20604546231
		INDECOPI	116277
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL	PAGINA	1 de 1
DATOS DEL MUESTREO			
TESIS:	EFFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE VÁSTAGO DE PLATANO (CHANTE) EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL, JAÉN, 2024	REGISTRO N°:	LSP24 - ET - 315
UBICACIÓN:	DISTRITO DE JAÉN - PROVINCIA DE JAÉN - REGIÓN DE CAJAMARCA	ENSAYADO POR:	JOEL HERRERA B
SOLICITANTE	JUNIOR VILLANUEVA DÍAZ Y YHONY ANDERSON DÍAZ HORNA	FECHA DE ENSAYO:	30/10/2023

Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C496/C496M-17							
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS CON 0% DE VÁSTAGO DE PLÁTANO (CHANTE).							
CÓDIGO DE PROBETA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	LONGITUD (cm)	FUERZA MÁXIMA (kg)	TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL (kg/cm ²)
A1	02/10/2023	30/10/2023	28	9.90	19.90	560	1.81
A2	02/10/2023	30/10/2023	28	9.80	19.80	580	1.90
A3	02/10/2023	30/10/2023	28	10.00	19.90	590	1.89
A4	02/10/2023	30/10/2023	28	9.90	19.80	530	1.72
A5	02/10/2023	30/10/2023	28	9.80	20.00	630	2.05
A6	02/10/2023	30/10/2023	28	10.00	19.80	540	1.74
A7	02/10/2023	30/10/2023	28	9.90	19.90	580	1.87
A8	02/10/2023	30/10/2023	28	9.80	20.00	570	1.85
A9	02/10/2023	30/10/2023	28	10.00	19.70	540	1.75
RESISTENCIA PROM.						1.84 Kg/cm ²	



Fuente: ASTM C496

OBSERVACIONES:

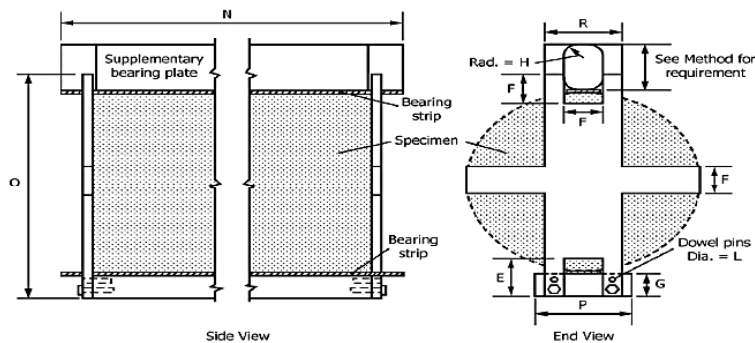
* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
BACH. ARODI R. CIEZA ROMERO
JEFE DE LABORATORIO

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ING. JHONATAN J. HERRERA BARAHONA
INGENIERO CIVIL
CIP: 312615

 LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	RUC	20604546231
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL	INDECOPI	116277
		PAGINA	1 de 1
DATOS DEL MUESTREO			
TESIS:	EFFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE VÁSTAGO DE PLÁTANO (CHANTE) EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL, JAÉN, 2024	REGISTRO N°:	LSP24 - ET - 315
UBICACIÓN:	DISTRITO DE JAÉN - PROVINCIA DE JAÉN - REGIÓN DE CAJAMARCA	ENSAYADO POR:	JOEL HERRERA B.
SOLICITANTE	JUNIOR VILLANUEVA DÍAZ Y YHONY ANDERSON DÍAZ HORNA	FECHA DE ENSAYO:	30/10/2023

Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C496/C496M-17							
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS CON 1.5% DE VÁSTAGO DE PLÁTANO (CHANTE).							
CÓDIGO DE PROBETA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	LONGITUD (cm)	FUERZA MÁXIMA (kg)	TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL (kg/cm ²)
B1	02/10/2023	30/10/2023	28	9.90	20.00	650	2.09
B2	02/10/2023	30/10/2023	28	9.90	19.80	690	2.24
B3	02/10/2023	30/10/2023	28	10.00	19.80	640	2.06
B4	02/10/2023	30/10/2023	28	9.80	19.90	730	2.38
B5	02/10/2023	30/10/2023	28	9.90	20.00	700	2.25
B6	02/10/2023	30/10/2023	28	9.80	19.80	630	2.07
B7	02/10/2023	30/10/2023	28	9.90	19.70	720	2.35
B8	02/10/2023	30/10/2023	28	9.70	19.80	680	2.25
B9	02/10/2023	30/10/2023	28	9.90	19.90	620	2.00
RESISTENCIA PROM.							2.19 Kg/cm ²



Fuente: ASTM C496

OBSERVACIONES:

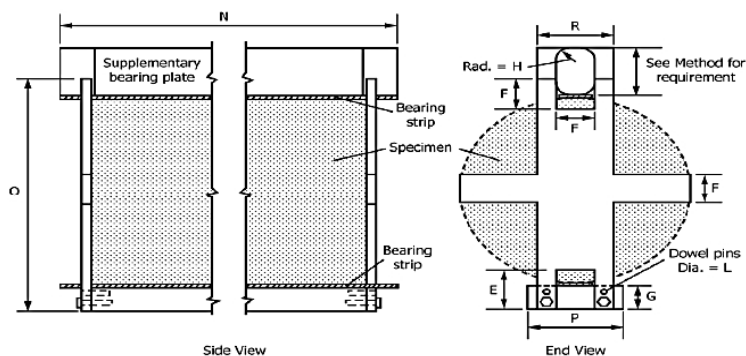
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
BACH. ARODI R. CIEZA ROMERO
JEFE DE LABORATORIO

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ING. JHONATAN I. HERRERA BARAHONA
INGENIERO CIVIL
CIP: 312615

 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		RUC	20604546231	
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL		INDECOPI	116277	
			PAGINA	1 de 1	
DATOS DEL MUESTREO					
TESIS:	EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE VÁSTAGO DE PLATANO (CHANTE) EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL, JAÉN, 2024			REGISTRO N°:	LSP24 - ET - 315
UBICACIÓN:	DISTRITO DE JAÉN - PROVINCIA DE JAÉN - REGIÓN DE CAJAMARCA			ENSAYADO POR:	JOEL HERRERA B.
SOLICITANTE	JUNIOR VILLANUEVA DÍAZ Y YHONY ANDERSON DÍAZ HORNA			FECHA DE ENSAYO:	30/10/2023

Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C496/C496M-17							
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS CON 3% DE VÁSTAGO DE PLÁTANO (CHANTE).							
CÓDIGO DE PROBETA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	LONGITUD (cm)	FUERZA MÁXIMA (kg)	TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL (kg/cm ²)
C1	02/10/2023	30/10/2023	28	10.00	19.90	730	2.34
C2	02/10/2023	30/10/2023	28	9.80	19.90	670	2.19
C3	02/10/2023	30/10/2023	28	9.80	19.80	710	2.33
C4	02/10/2023	30/10/2023	28	9.90	19.90	690	2.23
C5	02/10/2023	30/10/2023	28	10.00	20.00	740	2.36
C6	02/10/2023	30/10/2023	28	9.80	19.80	750	2.46
C7	02/10/2023	30/10/2023	28	9.70	19.70	730	2.43
C8	02/10/2023	30/10/2023	28	9.80	19.80	680	2.23
C9	02/10/2023	30/10/2023	28	9.90	19.90	690	2.23
RESISTENCIA PROM.							2.31 Kg/cm ²



Fuente: ASTM C496

OBSERVACIONES:

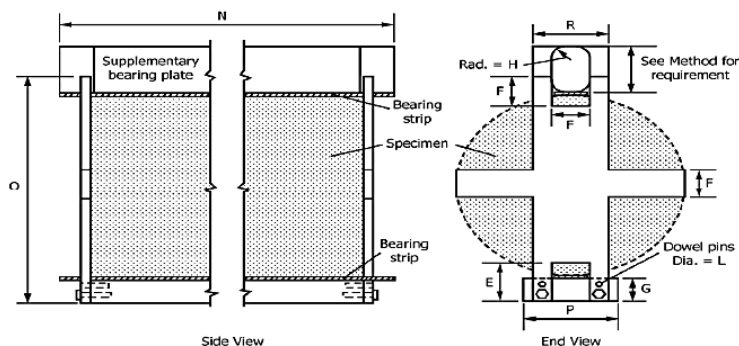
* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
BACH. ARODI R. CIEZA ROMERO
JEFE DE LABORATORIO

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ING. JHONATAN J. HERRERA BARAHONA
INGENIERO CIVIL
CIP: 312615

	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	RUC	20604546231
		INDECOPI	116277
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL	PAGINA	1 de 1
DATOS DEL MUESTREO			
TESIS:	EFFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE VÁSTAGO DE PLÁTANO (CHANTE) EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL, JAÉN, 2024	REGISTRO N°:	LSP24 - ET - 315
UBICACIÓN:	DISTRITO DE JAÉN - PROVINCIA DE JAÉN - REGIÓN DE CAJAMARCA	ENSAYADO POR:	JOEL HERRERA B.
SOLICITANTE	JUNIOR VILLANUEVA DÍAZ Y YHONY ANDERSON DÍAZ HORNA	FECHA DE ENSAYO:	30/10/2023

Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C496/C496M-17							
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS CON 4.5% DE VÁSTAGO DE PLÁTANO (CHANTE).							
CÓDIGO DE PROBETA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	LONGITUD (cm)	FUERZA MÁXIMA (kg)	TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL (kg/cm ²)
D1	02/10/2023	30/10/2023	28	9.90	19.90	770	2.49
D2	02/10/2023	30/10/2023	28	9.70	19.80	780	2.59
D3	02/10/2023	30/10/2023	28	9.90	20.00	760	2.44
D4	02/10/2023	30/10/2023	28	9.80	19.90	760	2.48
D5	02/10/2023	30/10/2023	28	10.00	19.80	790	2.54
D6	02/10/2023	30/10/2023	28	9.80	20.00	740	2.40
D7	02/10/2023	30/10/2023	28	9.90	19.90	770	2.49
D8	02/10/2023	30/10/2023	28	10.00	19.80	750	2.41
D9	02/10/2023	30/10/2023	28	9.70	20.00	790	2.59
RESISTENCIA PROM.						2.49 Kg/cm ²	



Fuente: ASTM C496

OBSERVACIONES:

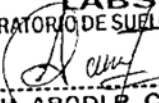
* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo

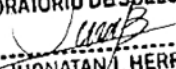
LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
BACH. ARODI R. CIEZA ROMERO
JEFE DE LABORATORIO

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ING. JHONATAN J. HERRERA BARAHONA
INGENIERO CIVIL
CIP: 312615

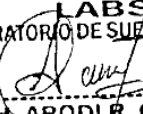
Anexo 03: Resultados del ensayo de resistencia a la compresión

 LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	INFORME DE ENSAYO						Código	LSP24 - EC - 315
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ARCILLA						Versión	01
							Fecha	Octubre - 2024
							Página 1 de 1	
NTP 339.613								
TESIS:		EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE VÁSTAGO DE PLÁTANO (CHANTE) EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL, JAÉN, 2024						
SOLICITANTE:		JUNIOR VILLANUEVA DÍAZ Y YHONY ANDERSON DÍAZ HORNA				Realizado por:		Arody Cieza Romero
UBICACIÓN:		DISTRITO: JAÉN - PROVINCIA: JAÉN - DEPARTAMENTO: CAJAMARCA				Revisado por:		Jhonatan Herrera Barahona
Método de ensayo:		ITEM 8 NORMA NTP 339.613						
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CON 0% DE VÁSTAGO DE PLÁTANO (CHANTE).								
Codigo Bloque No.	Dimensiones (cm)		Fecha de fabricación	Fecha de ensayo	Edad (días)	Area Bruta (cm ²)	Carga máxima aplicada (kgf)	Resistencia a la compresión
	Largo (2)	Ancho (3)						kg/cm ²
A1	9.90	9.80	02-10-24	30-10-24	28.0	97.02	1120.00	11.54
A2	9.70	9.90	02-10-24	30-10-24	28.0	96.03	1140.00	11.87
A3	9.80	9.80	02-10-24	30-10-24	28.0	96.04	1130.00	11.77
A4	9.90	10.00	02-10-24	30-10-24	28.0	99.00	1110.00	11.21
A5	9.70	9.90	02-10-24	30-10-24	28.0	96.03	1150.00	11.98
A6	9.90	9.80	02-10-24	30-10-24	28.0	97.02	1140.00	11.75
A7	9.80	9.70	02-10-24	30-10-24	28.0	95.06	1090.00	11.47
A8	9.80	9.90	02-10-24	30-10-24	28.0	97.02	1160.00	11.96
A9	10.00	9.90	02-10-24	30-10-24	28.0	99.00	1100.00	11.11
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO								11.63
DESVIACIÓN ESTÁNDAR								0.32
Los resultados presentados corresponden unicamente a la muestra entregada al laboratorio y sometida a ensayo. Este informe no es reproducible ni total ni parcial sin la autorizacion de LABSUC								
OBSERVACIONES:								

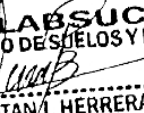

 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

 BACH. ARODI R. CIEZA ROMERO
 JEFE DE LABORATORIO


 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

 ING. JHONATAN J. HERRERA BARAHONA
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 312615

 LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	INFORME DE ENSAYO						Código	LSP24 - EC - 315
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ARCILLA						Versión	01
							Fecha	Octubre - 2024
							Página 1 de 1	
NTP 339.613								
TESIS:		EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE VÁSTAGO DE PLATANO (CHANTE) EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL, JAÉN, 2024						
SOLICITANTE:		JUNIOR VILLANUEVA DÍAZ Y YHONY ANDERSON DÍAZ HORNA				Realizado por:		Arody Cieza Romero
UBICACIÓN:		DISTRITO: JAÉN - PROVINCIA: JAÉN - DEPARTAMENTO: CAJAMARCA				Revisado por:		Jhonatan Herrera Barahona
Método de ensayo:		ITEM 8 NORMA NTP 339.613						
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CON 1.5% DE VÁSTAGO DE PLÁTANO (CHANTE).								
Codigo Bloque No.	Dimensiones (cm)		Fecha de fabricación	Fecha de ensayo	Edad (días)	Area Bruta (cm ²)	Carga máxima aplicada (kgf)	Resistencia a la compresión
	Largo (2)	Ancho (3)						kg/cm ²
B1	9.90	9.90	02-10-24	30-10-24	28.0	98.01	1870.00	19.08
B2	9.70	9.80	02-10-24	30-10-24	28.0	95.06	1880.00	19.78
B3	9.80	9.90	02-10-24	30-10-24	28.0	97.02	1850.00	19.07
B4	9.90	9.70	02-10-24	30-10-24	28.0	96.03	1830.00	19.06
B5	9.80	10.00	02-10-24	30-10-24	28.0	98.00	1730.00	17.65
B6	9.90	9.70	02-10-24	30-10-24	28.0	96.03	1840.00	19.16
B7	9.90	9.90	02-10-24	30-10-24	28.0	98.01	1850.00	18.88
B8	10.00	9.90	02-10-24	30-10-24	28.0	99.00	1870.00	18.89
B9	9.90	9.80	02-10-24	30-10-24	28.0	97.02	1810.00	18.66
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO								18.91
DESVIACIÓN ESTÁNDAR								0.56
Los resultados presentados corresponden unicamente a la muestra entregada al laboratorio y sometida a ensayo. Este informe no es reproducible ni total ni parcial sin la autorización de LABSUC								
OBSERVACIONES:								

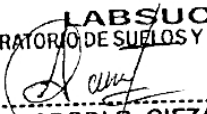

LABSUC
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

BACH. ARODI R. CIEZA ROMERO
JEFE DE LABORATORIO


LABSUC
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

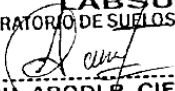
ING. JHONATAN J. HERRERA BARAHONA
INGENIERO CIVIL
CIP: 312615

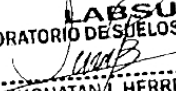
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	INFORME DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ARCILLA NTP 339.613						Código	LSP24 - EC - 315
							Versión	01
							Fecha	Octubre - 2024
							Página 1 de 1	
TESIS:		EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE VÁSTAGO DE PLATANO (CHANTE) EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL, JAÉN, 2024						
SOLICITANTE:		JUNIOR VILLANUEVA DÍAZ Y YHONY ANDERSON DÍAZ HORNA				Realizado por:		Arody Cieza Romero
UBICACIÓN:		DISTRITO: JAÉN - PROVINCIA: JAÉN - DEPARTAMENTO: CAJAMARCA				Revisado por:		Jhonatan Herrera Barahona
Método de ensayo:		ITEM 8 NORMA NTP 339.613						
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CON 3% DE VÁSTAGO DE PLÁTANO (CHANTE).								
Codigo Bloque No.	Dimensiones (cm)		Fecha de fabricación	Fecha de ensayo	Edad (días)	Area Bruta (cm ²)	Carga máxima aplicada (kgf)	Resistencia a la compresión
	Largo (2)	Ancho (3)						kg/cm ²
C1	9.80	9.90	02-10-24	30-10-24	28.0	97.02	2240.00	23.09
C2	9.90	9.70	02-10-24	30-10-24	28.0	96.03	2230.00	23.22
C3	9.90	9.80	02-10-24	30-10-24	28.0	97.02	2180.00	22.47
C4	10.00	9.90	02-10-24	30-10-24	28.0	99.00	2230.00	22.53
C5	9.70	9.80	02-10-24	30-10-24	28.0	95.06	2220.00	23.35
C6	9.90	9.90	02-10-24	30-10-24	28.0	98.01	2190.00	22.34
C7	9.80	9.90	02-10-24	30-10-24	28.0	97.02	2210.00	22.78
C8	9.90	10.00	02-10-24	30-10-24	28.0	99.00	2230.00	22.53
C9	9.80	9.80	02-10-24	30-10-24	28.0	96.04	2190.00	22.80
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO								22.79
DESVIACIÓN ESTÁNDAR								0.36
Los resultados presentados corresponden unicamente a la muestra entregada al laboratorio y sometida a ensayo. Este informe no es reproducible ni total ni parcial sin la autorización de LABSUC								
OBSERVACIONES: 								


 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 BACH. ARODI R. CIEZA ROMERO
 JEFE DE LABORATORIO


 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 ING. JHONATAN J. HERRERA BARAHONA
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 312615

 LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	INFORME DE ENSAYO						Código	LSP24 - EC - 315
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ARCILLA						Versión	01
							Fecha	Octubre - 2024
							NTP 339.613	
TESIS:		EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE VÁSTAGO DE PLATANO (CHANTE) EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y COMPRESIÓN DEL ADOBE ARTESANAL, JAÉN, 2024						
SOLICITANTE:		JUNIOR VILLANUEVA DÍAZ Y YHONY ANDERSON DÍAZ HORNA				Realizado por:	Arody Cieza Romero	
UBICACIÓN:		DISTRITO: JAÉN - PROVINCIA: JAÉN - DEPARTAMENTO: CAJAMARCA				Revisado por:	Jhonatan Herrera Barahona	
Método de ensayo:		ITEM 8 NORMA NTP 339.613						
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CON 4.5% DE VÁSTAGO DE PLÁTANO (CHANTE).								
Codigo Bloque No.	Dimensiones (cm)		Fecha de fabricación	Fecha de ensayo	Edad (días)	Area Bruta (cm ²)	Carga máxima aplicada (kgf)	Resistencia a la compresión
	Largo (2)	Ancho (3)						kg/cm ²
D1	9.80	9.90	02-10-24	30-10-24	28.0	97.02	1930.00	19.89
D2	9.90	9.70	02-10-24	30-10-24	28.0	96.03	1890.00	19.68
D3	9.90	9.90	02-10-24	30-10-24	28.0	98.01	1910.00	19.49
D4	10.00	9.90	02-10-24	30-10-24	28.0	99.00	1890.00	19.09
D5	9.70	9.80	02-10-24	30-10-24	28.0	95.06	1880.00	19.78
D6	9.90	9.90	02-10-24	30-10-24	28.0	98.01	1900.00	19.39
D7	9.80	9.90	02-10-24	30-10-24	28.0	97.02	1940.00	20.00
D8	9.90	10.00	02-10-24	30-10-24	28.0	99.00	1920.00	19.39
D9	9.80	9.80	02-10-24	30-10-24	28.0	96.04	1960.00	20.41
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO								19.68
DESVIACIÓN ESTÁNDAR								0.39
Los resultados presentados corresponden unicamente a la muestra entregada al laboratorio y sometida a ensayo.								
Este informe no es reproducible ni total ni parcial sin la autorización de LABSUC								
OBSERVACIONES:								

LABSUC
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

 BACH. ARODY R. CIEZA ROMERO
 JEFE DE LABORATORIO

LABSUC
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

 ING. JHONATAN J. HERRERA BARAHONA
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 312615

Anexo 04: Documentación correspondiente al laboratorio



PERÚ

Presidencia
del Consejo de Ministros

INDECOPI

Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00116277

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 014173-2019/DSD - INDECOPI de fecha 28 de junio de 2019, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : La denominación LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo

Distingue : Estudios de mecánica de suelos, concreto y asfalto

Clase : 42 de la Clasificación Internacional.

Solicitud : 0796363-2019

Titular : GROUP JHAC S.A.C.

País : Perú

Vigencia : 28 de junio de 2029

Tomo : 0582

Folio : 091

RAY MELONI GARCIA
Director
Dirección de Signos Distintivos
INDECOPI

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ING. JONATAN J. HERRERA BARAHONA
INGENIERO CIVIL
CIP: 312615



CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-0208-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 4

1. Expediente 0358
2. Solicitante LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
3. Dirección CAL. LA COLONIA NRO. 316 - CAJAMARCA JAEN JAEN
4. Instrumento calibrado **MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL (PRENSA DE CONCRETO)**
Marca PERUTEST
Modelo PT-120
N° de serie 10
Identificación NO INDICA
Procedencia PERÚ
Intervalo de indicación 0 kgf a 100000 kgf
Resolución 10 kgf
Clase de exactitud NO INDICA
Modo de fuerza Compresión
Indicador Digital
Marca NO INDICA Serie NO INDICA
Modelo NO INDICA Resolución 10 kgf
Transductor de Presión
Marca ZEMIC Serie 4474
Modelo NO INDICA
5. Fecha de calibración 2024-10-28

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2024-11-05

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ING. JHONATAN J. HERRERA BARAHONA
INGENIERO CIVIL
CIP: 312615

Jefe de Laboratorio



Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

☎ Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
📍 CALIBRATEC SAC



CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-0208-2024

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 4

6. Método de calibración

La calibración se realiza por comparación directa entre el valor de fuerza indicada en el dispositivo indicador de la máquina a ser calibrada y la indicación de fuerza real tomada del instrumento de medición de fuerza patrón siguiendo la PC-032 "Procedimiento para la calibración de máquinas de ensayos uniaxiales" Edición 01 del INACAL - DM.

7. Lugar de calibración

Instalaciones de LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C. ubicado en Cal. La Colonia Nro. 316 Cajamarca - Jaen - Jaen

8. Condiciones de calibración

	Inicial	Final
Temperatura	29,3 °C	28,6 °C
Humedad relativa	60 %	62 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PUCP	Celda de carga de 150 t con una incertidumbre de 272 kg	INF-LE N° 070-24 B

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- El instrumento a calibrar no indica la clase, sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase 1 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ING. JHONATAN I. HERRERA BARAHONA
INGENIERO CIVIL
CIP: 312615

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

☎ Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
☎ ventascalibratec@gmail.com
📍 CALIBRATEC SAC



CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-0208-2024

Area de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 4

11. Resultados de medición

Indicación de la máquina de ensayo		Indicación del transductor de fuerza patrón						Error de medición
		1ra Serie	2da Serie	3ra Serie		4ta Serie Accesorios	Promedio	
				Ascenso kgf	Descenso kgf	Ascenso kgf		
%	kgf	kgf	kgf	kgf	kgf	kgf	kgf	kgf
10	10000	10067	10052	10067	--	--	10062	-62
20	20000	20036	20021	20036	--	--	20031	-31
30	30000	30013	29989	30013	--	--	30005	-5
40	40000	39976	39946	39976	--	--	39966	34
50	50000	49982	49957	49982	--	--	49974	26
60	60000	59988	59968	59988	--	--	59982	18
70	70000	70003	69983	70003	--	--	69997	3
80	80000	80003	79988	80003	--	--	79998	2
90	90000	90032	90022	90032	--	--	90028	-28
100	100000	100110	100065	100110	--	--	100095	-95

Indicación de la máquina de ensayo		Errores relativos de medición					Incertidumbre de medición relativa
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución relativa	Error con accesorios	
		q %	b %	v %	a %	%	
%	kgf						%
10	10000	-0,62	0,15	—	0,10	—	0,96
20	20000	-0,15	0,07	—	0,05	—	0,54
30	30000	-0,02	0,08	—	0,03	—	0,42
40	40000	0,09	0,07	—	0,03	—	0,37
50	50000	0,05	0,05	—	0,02	—	0,34
60	60000	0,03	0,03	—	0,02	—	0,32
70	70000	0,00	0,03	—	0,01	—	0,31
80	80000	0,00	0,02	—	0,01	—	0,30
90	90000	-0,03	0,01	—	0,01	—	0,30
100	100000	-0,09	0,05	—	0,01	—	0,30

Clase de la escala de la máquina de ensayo	Valor máximo permitido (ISO 7500 - 1)				
	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución relativa	Cero f0
	q %	b %	v %	a %	%
0,5	± 0,50	0,5	± 0,75	± 0,25	± 0,05
1	± 1,00	1,0	± 1,50	± 0,50	± 0,10
2	± 2,00	2,0	± 3,00	± 1,00	± 0,20
3	± 3,00	3,0	± 4,50	± 1,50	± 0,30

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f₀)

0,00 %

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ING. JHONATAN J. HERRERA BARAHONA
INGENIERO CIVIL
CIP: 312615

RT03-F01

Revisión 00

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

☎ Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
📍 CALIBRATEC SAC



CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-0208-2024

Area de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 4 de 4

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

FIN DEL DOCUMENTO

LABSUC
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ING. JONATHAN J. HERRERA BARAHONA
INGENIERO CIVIL
CIP: 312615

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

Anexo 05: Memoria de cálculo del análisis estadístico

1) TEST DE SHAPIRO-WILKS PARA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

Tabla 17

Resultados de resistencia a la tracción.

	T1	T2	T3	T4
N° unidad adobe	0% (Testigo)	1.5%	3%	4.5%
1	1.81	2.09	2.34	2.49
2	1.90	2.24	2.19	2.59
3	1.89	2.06	2.31	2.44
4	1.72	2.38	2.24	2.48
5	2.05	2.25	2.37	2.54
6	1.74	2.07	2.46	2.40
7	1.87	2.35	2.41	2.49
8	1.85	2.25	2.24	2.41
9	1.75	2.00	2.23	2.59
x̄	1.84	2.19	2.31	2.49

Fuente: Elaboración propia (2024).

Tabla 18

Test de Shapiro-Wilks para el 0% de vástago de plátano (testigo).

n	Xi	(Xi-Media)²	ai	Xi invertido	(Xi-Xi invertido)
1	1.72	0.014473786	0.5888	2.05	-0.324981923
2	1.74	0.011102307	0.3244	1.90	-0.166668273
3	1.75	0.009322694	0.1976	1.89	-0.142416655
4	1.81	0.001024925	0.0947	1.87	-0.064628223
5	1.85	9.58657E-05	0	1.85	0
6	1.87	0.001063658		1.81	
7	1.89	0.002103374		1.75	
8	1.90	0.003757787		1.74	
9	2.05	0.041891803		1.72	

Fuente: Elaboración propia (2024).

α = 5% significancia estadística.

n = Número de datos analizar (9).

X_i = Se ordenan los datos de menor a mayor.

a_i = Valores obtenidos de la tabla Shapiro para n .

X_i invertido = Se ordenan los datos X_i de mayor a menor.

Media = 1.84

$\sum(x_i - \text{Media})^2$ = 0.0848362

$\sum(a_i * (X_i - X_i \text{ invertido}))$ = -0.27967837

SW calculado = $[\sum(a_i * (X_i - X_i \text{ invertido}))]^2 / [\sum(x_i - \text{Media})^2]$

SW cal. = $[-0.27967837]^2 / [0.0848362]$ = **0.922011936**

SW tabular (α ; n) = **0.829** Obtenido de la tabla 02 de Shapiro

Entonces tenemos que:

			La distribución es
SW cal.	>	SW tab.	normal
0.922	>	0.829	

Tabla 19

Test de Shapiro-Wilks para el 1.5% de vástago de plátano.

n	X_i	$(X_i - \text{Media})^2$	a_i	X_i invertido	$(X_i - X_i \text{ invertido})$
1	2.00	0.034252549	0.5888	2.38	-0.379525942
2	2.06	0.01710517	0.3244	2.35	-0.292473875
3	2.07	0.014786632	0.1976	2.25	-0.1870435
4	2.09	0.009728704	0.0947	2.25	-0.160762705
5	2.24	0.002744221	0	2.24	0
6	2.25	0.003859952		2.09	
7	2.25	0.004282813		2.07	
8	2.35	0.026142731		2.06	
9	2.38	0.037811385		2.00	

Fuente: Elaboración propia (2024).

α = 5% significancia estadística.

n = Número de datos analizar (9).

X_i = Se ordenan los datos de menor a mayor.

a_i = Valores obtenidos de la tabla Shapiro para n .

X_i invertido = Se ordenan los datos X_i de mayor a menor.

Media = 2.19

$\sum (x_i - \text{Media})^2 = 0.15071416$

$\sum (a_i * (X_i - X_i \text{ invertido})) = -0.37052742$

SW calculado = $[\sum (a_i * (X_i - X_i \text{ invertido}))]^2 / [\sum (x_i - \text{Media})^2]$

SW cal. = $[-0.37052742]^2 / [0.15071416] = 0.911$

SW tabular (α ; n) = 0.829 Obtenido de la tabla 02 de Shapiro

Entonces tenemos que:

SW cal.	>	SW tab.	
0.911	>	0.829	La distribución es normal

Tabla 20

Test de Shapiro-Wilks para el 3% de vástago de plátano.

N	X_i	$(X_i - \text{Media})^2$	a_i	X_i invertido	$(X_i - X_i \text{ invertido})$
1	2.19	0.014744501	0.5888	2.46	-0.273515872
2	2.23	0.006223792	0.3244	2.41	-0.177894181
3	2.24	0.004573822	0.1976	2.37	-0.126397137
4	2.24	0.004388696	0.0947	2.34	-0.093023365
5	2.31	5.95415E-06	0	2.31	0
6	2.34	0.000716961		2.24	
7	2.37	0.003453572		2.24	
8	2.41	0.009801627		2.23	
9	2.46	0.023131044		2.19	

Fuente: Elaboración propia (2024).

α = 5% significancia estadística.

n = Número de datos analizar (9).

X_i = Se ordenan los datos de menor a mayor.

ai = Valores obtenidos de la tabla Shapiro para n.

Xi invertido = Se ordenan los datos Xi de mayor a menor.

Media = 2.31

$\sum(xi-Media)^2 = 0.06703997$

$\sum(ai*(Xi-Xi invertido)) = -0.2525404$

SW calculado = $[\sum(ai*(Xi-Xi invertido))]^2/[\sum(xi-Media)^2]$

SW cal. = $[-0.2525404]^2/[0.06703997] = \mathbf{0.951}$

SW tabular (α ; n) = **0.829** Obtenido de la tabla 02 de Shapiro

Entonces tenemos que:

SW cal. > **SW tab.**

0.951 > **0.829** La distribución es normal

Tabla 21

Test de Shapiro-Wilks para el 4.5% de vástago de plátano.

n	Xi	(Xi-Media)²	ai	Xi invertido	(Xi-Xi invertido)
1	2.40	0.007935704	0.5888	2.59	-0.188856435
2	2.41	0.006594817	0.3244	2.59	-0.174021484
3	2.44	0.002406485	0.1976	2.54	-0.096457623
4	2.48	0.00013728	0.0947	2.49	-0.007254188
5	2.49	1.99136E-05	0	2.49	0
6	2.49	1.99136E-05		2.48	
7	2.54	0.00224692		2.44	
8	2.59	0.008614254		2.41	
9	2.59	0.009954824		2.40	

Fuente: Elaboración propia (2024).

α = 5% significancia estadística.

n = Número de datos analizar (9).

Xi = Se ordenan los datos de menor a mayor.

ai = Valores obtenidos de la tabla Shapiro para n.

Xi invertido = Se ordenan los datos Xi de mayor a menor.

Media = 2.49

$$\begin{aligned} \sum (x_i - \text{Media})^2 &= 0.03793011 \\ \sum (a_i * (X_i - X_i \text{ invertido})) &= -0.18739824 \\ \text{SW calculado} &= [\sum (a_i * (X_i - X_i \text{ invertido}))]^2 / [\sum (x_i - \text{Media})^2] \\ \text{SW cal.} &= [-0.18739824]^2 / [0.03793011] = \mathbf{0.926} \\ \text{SW tabular } (\alpha; n) &= \mathbf{0.829} \quad \text{obtenido de la tabla 02 de Shapiro} \\ \text{Entonces tenemos que:} \\ \text{SW cal.} &> \text{SW tab.} \\ \mathbf{0.926} &> \mathbf{0.829} \quad \text{La distribución es normal} \end{aligned}$$

Tabla 22

Resumen del Test de Shapiro – Wilks de todos los tratamientos.

T1		T2		T3		T4	
0% vástago de plátano		1.5% vástago de plátano		3% vástago de plátano		4.5% vástago de plátano	
SW calculado	SW tabular	SW calculado	SW tabular	SW calculado	SW tabular	SW calculado	SW tabular
0.922	> 0.829	0.911	> 0.829	0.951	> 0.829	0.926	> 0.829

Fuente: Elaboración propia (2024).

Nota: Los valores de SW tabular, han sido obtenidos de la tabla “Niveles de Significación Para el Contraste de Shapiro-Wilks”, para una significancia del 5%.

Hipótesis Nula (H₀): Los resultados siguen una distribución normal.

Hipótesis Alterna (H₁): Los resultados no siguen una distribución normal.

Se evidencia que el SW calculado > SW tabular en todos los tratamientos, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula admitiendo que los datos siguen una distribución normal, y se rechaza la hipótesis alterna que indica el efecto contrario, a un nivel de significancia del 5%.

2) HOMOCEDASTICIDAD PARA LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

Tabla 23

Resultados de resistencia a la tracción.

	T1	T2	T3	T4
N° unidad adobe	0% (Testigo)	1.5%	3%	4.5%
1	1.81	2.09	2.34	2.49
2	1.90	2.24	2.19	2.59
3	1.89	2.06	2.31	2.44
4	1.72	2.38	2.24	2.48
5	2.05	2.25	2.37	2.54
6	1.74	2.07	2.46	2.40
7	1.87	2.35	2.41	2.49
8	1.85	2.25	2.24	2.41
9	1.75	2.00	2.23	2.59
$\bar{x}$	1.84	2.19	2.31	2.49

Fuente: Elaboración propia (2024).

Tratamientos (t) = 4

Repeticiones (r) = 9

Significancia (α) = 0.05

Tabla 24

Determinación de varianzas de cada resultado respecto a la media.

	Variación 01	Variación 02	Variación 03	Variación 04	
	0%	1.5%	3%	4.5%	
	0.032	0.099	0.027	0.004	
	0.061	0.052	0.121	0.093	
	0.046	0.131	0.002	0.049	
	0.120	0.194	0.068	0.012	
	0.205	0.062	0.059	0.047	
	0.105	0.122	0.152	0.089	
	0.033	0.162	0.099	0.004	
	0.010	0.065	0.066	0.081	
	0.097	0.185	0.079	0.100	
ΣX_i	0.708	1.072	0.673	0.480	2.934

Fuente: Elaboración propia (2024).

1) Fact. corrección (F.c):

$$F_c = (\sum x_i)^2 / (r \cdot t)$$

$$F_c = (2.934)^2 / (9 \cdot 4) = \mathbf{0.24}$$

2) Sumatoria de cuadrados en los tratamientos (SCt):

$$SC_t = (\sum x_i^2 / r) - F_c$$

$$SC_t = ((0.708^2 + 1.072^2 + 0.673^2 + 0.480^2) / 9) - 0.24 = \mathbf{0.02}$$

3) Sumatoria de cuadrados totales (SCtot):

$$SC_{tot} = \sum x_{ij}^2 - F_c$$

$$SC_{tot} = (0.032^2 + 0.061^2 + 0.046^2 + \dots + 0.081^2 + 0.100^2) - 0.24 = \mathbf{0.10}$$

4) Sumatoria de cuadrados en las muestras (SCe):

$$SC_e = SC_{tot} - SC_t$$

$$SC_e = 0.10 - 0.02 = \mathbf{0.08}$$

5) Cuadrado medio en los tratamientos (CMtr):

$$GL_t = t - 1 \rightarrow 4 - 1 = 3$$

$$CM_{tr} = SC_t / GL_t$$

$$CM_{tr} = 0.02 / 3 = \mathbf{0.01}$$

6) Cuadrado medio dentro de la muestra (CMe):

$$GL_e = t(r - 1) \rightarrow 4(9 - 1)$$

$$GL_e = 32$$

$$CM_e = SC_e / GL_e$$

$$CM_e = 0.08 / 32 = \mathbf{0.03}$$

7) Prueba F Calculado:

$$F_{calculado} = CM_t / CM_e \rightarrow 0.01 / 0.03$$

$$F_{calculado} = \mathbf{2.68}$$

Tabla 25

Homogeneidad de varianzas para la resistencia a la tracción.

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	F cal.	P. valor	Signific.
Entre tratamientos	3	0.02	0.01	2.68	0.0635	> 0.05
Dentro de la muestra (error)	32	0.08	0.003			
Total	35	0.10				

Fuente: Elaboración propia (2024).

Hipótesis Nula (H_0): Los grupos presentan varianzas homogéneas.

Hipótesis Alterna (H_1): Los grupos presentan varianzas diferentes.

Se evidencia que el P. valor (0.0635) > Significancia (0.05), por lo tanto, se acepta la hipótesis nula admitiendo que todos los grupos presentan varianzas homogéneas, y se rechaza la hipótesis alterna que indica el efecto contrario.

3) ANOVA PARA LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

Tabla 26

Análisis de varianza asociado al Diseño Experimental Completamente al Azar (D.C.A) para la resistencia a la tracción.

N° unidad. adobe	0%	1.5%	3%	4.5%	TOTAL (Σx_i)
1	1.81	2.09	2.34	2.49	
2	1.90	2.24	2.19	2.59	
3	1.89	2.06	2.31	2.44	
4	1.72	2.38	2.24	2.48	
5	2.05	2.25	2.37	2.54	
6	1.74	2.07	2.46	2.40	
7	1.87	2.35	2.41	2.49	
8	1.85	2.25	2.24	2.41	
9	1.75	2.00	2.23	2.59	
ΣX_i	16.57	19.70	20.78	22.43	79.48
$\bar{x}$	1.84	2.19	2.31	2.49	
Dsv Stand	0.103	0.137	0.092	0.069	

Fuente: Elaboración propia (2024).

Tratamientos (t) = 4

Repeticiones (r) = 9

Significancia (α) = 0.05

1) Fact. corrección (F.c):

$$F_c = (\sum x_i)^2 / (r \cdot t)$$

$$F_c = (79.48)^2 / (9 \cdot 4) = 175.48$$

2) Sumatoria de cuadrados en los tratamientos (SCt):

$$SC_t = (\sum x_i^2 / r) - F_c$$

$$SC_t = ((1.84^2 + 2.19^2 + 2.31^2 + 2.49^2) / 9) - 175.48 = 2.03$$

3) Sumatoria de cuadrados totales (SCtot):

$$SC_{tot} = \sum x_{ij}^2 - F_c$$

$$SC_{tot} = (1.81^2 + 1.90^2 + 1.89^2 + \dots + 2.41^2 + 2.59^2) - 175.48 = 2.37$$

4) Sumatoria de cuadrados en las muestras (SCe):

$$SC_e = SC_{tot} - SC_t$$

$$SC_e = 2.37 - 2.03 = 0.34$$

5) Cuadrado medio en los tratamientos (CMtr):

$$GL_t = t - 1 \rightarrow 4 - 1 = 3$$

$$CM_{tr} = SC_t / GL_t$$

$$CM_{tr} = 2.03 / 3 = 0.68$$

6) Cuadrado medio dentro de la muestra (CMe):

$$GL_e = t(r - 1) \rightarrow 4(9 - 1)$$

$$GL_e = 32$$

$$CM_e = SC_e / GL_e$$

$$CM_e = 0.34 / 32 = 0.01$$

7) Prueba F Calculado:

$$F_{calculado} = CM_t / CM_e \rightarrow 0.68 / 0.01$$

$$F_{calculado} = 68.65$$

8) F tab. (Fα):

$$GL_t = t - 1 = 3$$

$$GL_e = t(r - 1) \rightarrow 4(9 - 1) = 32$$

$$F_{\alpha} = 2.901$$

Tabla 27

Análisis de varianza (Anova) para la resistencia a la tracción.

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	F cal.	F tab.	P. valor	Signif.
Entre tratamiento	3	2.03	0.68	63.65	> 2.901	1.394E-13	0.05
Dentro de la muestra (error)	32	0.34	0.01				
Total	35	2.37					

Fuente: Elaboración propia (2024).

Nota: El F tabular lo adquirimos de la Tabla Estadística de la Prueba “F” (Fisher) para una significancia del 5%.

Hipótesis Nula (H₀): Todas las medias son iguales.

Hipótesis Alterna (H₁): No todas las medias son iguales.

Se evidencia que el F calculado > F tabular, por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula, admitiendo que existe significancia estadística entre los grupos estudiados y por lo menos un tratamiento es superior a los demás estadísticamente, a un nivel de confianza del 95%.

4) TEST DE DUNNET PARA LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

$$VCd = q_{\alpha(t-1; n-t)} * \sqrt{2CMe/r}$$

$$VCd = 2.464 * \sqrt{2(0.01)/9}$$

$$VCd = 0.12$$

Tenemos:

VCd: Valor crítico de la prueba

r: Número de repeticiones (9)

CMe :cuadrado medio del error Anova (0.01)

n: Cantidad de datos (36)

α: Nivel significancia (5%)

t: Cantidad de tratamientos (4)

q :Valor de la tabla Dunnet (2.464)

Tabla 28*Diferencia de medias de los tratamientos.*

	Tratamientos			
	0% (testigo)	1.5%	3.0%	4.5%
Medias	1.84	2.19	2.31	2.49
Clave	T1	T2	T3	T4

Fuente: Elaboración propia (2024).

Tabla 29*Determinación de significancia estadística del patrón.*

Tratamientos	Diferencia de medias ($\bar{x}_i$)	Valor crítico de la prueba (VCd)	Comparación $\bar{x}_i > VCd$	Existe significancia
T1 - T2	0.35	0.12	$0.35 > 0.12$	SI
T1 - T3	0.47	0.12	$0.47 > 0.12$	SI
T1 - T4	0.65	0.12	$0.65 > 0.12$	SI

Fuente: Elaboración propia (2024).

Se evidencia que existe diferencia significativa en la comparación de las medias de todos los grupos con el grupo control, siendo este inferior a todos estadísticamente.

1) TEST DE SHAPIRO-WILKS PARA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Tabla 30

Resultados de resistencia a la compresión.

	T1	T2	T3	T4
N° unidad adobe	0% (Testigo)	1.5%	3%	4.5%
1	11.54	19.08	23.09	19.89
2	11.87	19.78	23.22	19.68
3	11.77	19.07	22.47	19.49
4	11.21	19.06	22.53	19.09
5	11.98	17.65	23.35	19.78
6	11.75	19.16	22.34	19.39
7	11.47	18.88	22.78	20.00
8	11.96	18.89	22.53	19.39
9	11.11	18.66	22.80	20.41
x̄	11.63	18.91	22.79	19.68

Fuente: Elaboración propia (2024).

Tabla 31

Test de Shapiro-Wilks para el 0% de vástago de plátano (testigo).

N	Xi	(Xi-Media) ²	ai	Xi invertido	(Xi-Xi invertido)
1	11.11	0.267264164	0.5888	11.98	-0.864313235
2	11.21	0.173027613	0.3244	11.96	-0.744176458
3	11.47	0.026129056	0.1976	11.87	-0.404847975
4	11.54	0.007068698	0.0947	11.77	-0.221919318
5	11.75	0.014900478	0	11.75	0
6	11.77	0.019000905		11.54	
7	11.87	0.059147763		11.47	
8	11.96	0.107722184		11.21	
9	11.98	0.120643169		11.11	

Fuente: Elaboración propia (2024).

α = 5% significancia estadística.

n = Número de datos analizar (9).

X_i = Se ordenan los datos de menor a mayor.

a_i = Valores obtenidos de la tabla Shapiro para n .

X_i invertido = Se ordenan los datos X_i de mayor a menor.

Media = 11.36

$\sum (x_i - \text{Media})^2 = 0.794904$

$\sum (a_i * (X_i - X_i \text{ invertido})) = -0.8513322$

SW calculado = $[\sum (a_i * (X_i - X_i \text{ invertido}))]^2 / [\sum (x_i - \text{Media})^2]$

SW cal. = $[-0.8513322]^2 / [0.794904] = 0.91176605$

SW tabular (α ; n) = 0.829 Obtenido de la tabla 02 de Shapiro

Entonces tenemos que:

			La distribución es
SW cal.	>	SW tab.	normal
0.912	>	0.829	

Tabla 32

Test de Shapiro-Wilks para el 1.5% de vástago de plátano.

n	X_i	$(X_i - \text{Media})^2$	a_i	X_i invertido	$(X_i - X_i \text{ invertido})$
1	17.65	1.587067232	0.5888	19.78	-2.123921734
2	18.66	0.065998927	0.3244	19.16	-0.504731727
3	18.88	0.00138569	0.1976	19.08	-0.20406081
4	18.89	0.000574125	0.0947	19.07	-0.179344465
5	19.06	0.020648264	0	19.06	0
6	19.07	0.024144052		18.89	
7	19.08	0.027834236		18.88	
8	19.16	0.061419294		18.66	
9	19.78	0.74672613		17.65	

Fuente: Elaboración propia (2024).

α = 5% significancia estadística.

n = Número de datos analizar (9).

X_i = Se ordenan los datos de menor a mayor.

a_i = Valores obtenidos de la tabla Shapiro para n .

Xi invertido = Se ordenan los datos Xi de mayor a menor.

Media = 18.91

$\sum(\text{xi-Media})^2 = 2.535798$

$\sum(\text{ai}*(\text{Xi-Xi invertido})) = -1.4716064$

SW calculado = $[\sum(\text{ai}*(\text{Xi-Xi invertido}))]^2 / [\sum(\text{xi-Media})^2]$

SW cal. = $[-1.4716064]^2 / [2.535798] = \mathbf{0.854}$

SW tabular (α ; n) = **0.829** Obtenido de la tabla 02 de Shapiro

Entonces tenemos que:

SW cal. > **SW tab.**

0.854 > **0.829** La distribución es normal

Tabla 33

Test de Shapiro-Wilks para el 3% de vástago de plátano.

n	Xi	(Xi-Media)²	ai	Xi invertido	(Xi-Xi invertido)
1	22.34	0.198345609	0.5888	23.35	-1.009012657
2	22.47	0.102672116	0.3244	23.22	-0.752315922
3	22.53	0.070101179	0.1976	23.09	-0.562770563
4	22.53	0.070101179	0.0947	22.80	-0.277746225
5	22.78	0.000125671	0	22.78	0
6	22.80	0.000168479		22.53	
7	23.09	0.088806557		22.53	
8	23.22	0.186529856		22.47	
9	23.35	0.317704218		22.34	

Fuente: Elaboración propia (2024).

α = 5% significancia estadística.

n = Número de datos analizar (9).

Xi = Se ordenan los datos de menor a mayor.

ai = Valores obtenidos de la tabla Shapiro para n.

Xi invertido = Se ordenan los datos Xi de mayor a menor.

Media = 22.79

$\sum(\text{xi-Media})^2 = 1.0345549$

$$\sum(ai*(Xi-Xi\text{ invertido})) = -0.975664$$

$$SW\text{ calculado} = [\sum(ai*(Xi-Xi\text{ invertido}))]^2/[\sum(xi-Media)^2]$$

$$SW\text{ cal.} = [-0.975664]^2/[1.0345549) = \mathbf{0.920}$$

$$SW\text{ tabular } (\alpha; n) = \mathbf{0.829} \quad \text{Obtenido de la tabla 02 de Shapiro}$$

Entonces tenemos que:

$$SW\text{ cal.} > SW\text{ tab.}$$

$$\mathbf{0.920} > \mathbf{0.829} \quad \text{La distribución es normal}$$

Tabla 34

Test de Shapiro-Wilks para el 4.5% de vástago de plátano.

n	Xi	(Xi-Media) ²	ai	Xi invertido	(Xi-Xi invertido)
1	19.09	0.346192272	0.5888	20.41	-1.317254174
2	19.39	0.086149992	0.3244	20.00	-0.610100177
3	19.39	0.081425055	0.1976	19.89	-0.498866213
4	19.49	0.036665657	0.0947	19.78	-0.289175592
5	19.68	4.24124E-06	0	19.68	0
6	19.78	0.009543885		19.49	
7	19.89	0.04558885		19.39	
8	20.00	0.100227321		19.39	
9	20.41	0.531256017		19.09	

Fuente: Elaboración propia (2024).

α = 5% significancia estadística.

n = Número de datos analizar (9).

Xi = Se ordenan los datos de menor a mayor.

ai = Valores obtenidos de la tabla Shapiro para n .

$Xi\text{ invertido}$ = Se ordenan los datos Xi de mayor a menor.

$Media$ = 19.68

$$\sum(xi-Media)^2 = 1.2370533$$

$$\sum(ai*(Xi-Xi\text{ invertido})) = -1.0994766$$

$$SW\text{ calculado} = [\sum(ai*(Xi-Xi\text{ invertido}))]^2/[\sum(xi-Media)^2]$$

$$SW\text{ cal.} = [-1.0994766]^2/[1.2370533) = \mathbf{0.977}$$

SW tabular (α ; n) = 0.829 obtenido de la tabla 02 de Shapiro

Entonces tenemos que:

SW cal. > SW tab.
0.977 > 0.829 La distribución es normal

Tabla 35

Resumen del Test de Shapiro–Wilks de todos los tratamientos, para resistencia a la compresión.

T1		T2		T3		T4	
0% vástago de plátano		1.5% vástago de plátano		3% vástago de plátano		4.5% vástago de plátano	
SW calculado	SW tabular	SW calculado	SW tabular	SW calculado	SW tabular	SW calculado	SW tabular
0.912	> 0.829	0.854	> 0.829	0.920	> 0.829	0.977	> 0.829

Fuente: Elaboración propia (2024).

Nota: Los valores de SW tabular, han sido obtenidos de la tabla “Niveles de Significación Para el Contraste de Shapiro-Wilks”, para una significancia del 5%.

Hipótesis Nula (H_0): Los resultados siguen una distribución normal.

Hipótesis Alterna (H_1): Los resultados no siguen una distribución normal.

Se evidencia que el SW calculado > SW tabular en todos los tratamientos, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula admitiendo que los datos siguen una distribución normal, y se rechaza la hipótesis alterna que indica el efecto contrario, a un nivel de significancia del 5%.

2) HOMOCEDASTICIDAD PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Tabla 36

Resultados de resistencia a la compresión.

	T1	T2	T3	T4
N° unidad adobe	0% (Testigo)	1.5%	3%	4.5%
1	11.54	19.08	23.09	19.89
2	11.87	19.78	23.22	19.68
3	11.77	19.07	22.47	19.49
4	11.21	19.06	22.53	19.09
5	11.98	17.65	23.35	19.78
6	11.75	19.16	22.34	19.39
7	11.47	18.88	22.78	20.00
8	11.96	18.89	22.53	19.39
9	11.11	18.66	22.80	20.41
$\bar{x}$	11.63	18.91	22.79	19.68

Fuente: Elaboración propia (2024).

Tratamientos (t) = 4

Repeticiones (r) = 9

Significancia (α) = 0.05

Tabla 37

Determinación de varianzas de cada resultado respecto a la media.

	Variación 01	Variación 02	Variación 03	Variación 04	
	0%	1.5%	3%	4.5%	
	0.084	0.167	0.298	0.214	
	0.243	0.864	0.432	0.002	
	0.138	0.155	0.320	0.191	
	0.416	0.144	0.265	0.588	
	0.347	1.260	0.564	0.098	
	0.122	0.248	0.445	0.294	
	0.162	0.037	0.011	0.317	
	0.328	0.024	0.265	0.285	
	0.517	0.257	0.013	0.729	
ΣXi	2.357	3.156	2.613	2.717	10.844

Fuente: Elaboración propia (2024).

1) Fact. corrección (F.c):

$$F_c = (\sum x_i)^2 / (r \cdot t)$$

$$F_c = (10.844)^2 / (9 \cdot 4) = 3.27$$

2) Sumatoria de cuadrados en los tratamientos (SCt):

$$SC_t = (\sum x_i^2 / r) - F_c$$

$$SC_t = ((2.357^2 + 3.156^2 + 2.613^2 + 2.717^2) / 9) - 3.27 = 0.04$$

3) Sumatoria de cuadrados totales (SCtot):

$$SC_{tot} = \sum x_{ij}^2 - F_c$$

$$SC_{tot} = (0.084^2 + 0.2431^2 + 0.138^2 + \dots + 0.285^2 + 0.729^2) - 3.27 = 2.34$$

4) Sumatoria de cuadrados en las muestras (SCe):

$$SC_e = SC_{tot} - SC_t$$

$$SC_e = 2.34 - 0.04 = 2.30$$

5) Cuadrado medio en los tratamientos (CMtr):

$$GL_t = t - 1 \rightarrow 4 - 1 = 3$$

$$CM_{tr} = SC_t / GL_t$$

$$CM_{tr} = 0.04 / 3 = 0.01$$

6) Cuadrado medio dentro de la muestra (CMe):

$$GL_e = t(r - 1) \rightarrow 4(9 - 1)$$

$$GL_e = 32$$

$$CM_e = SC_e / GL_e$$

$$CM_e = 2.30 / 32 = 0.07$$

7) Prueba F Calculado:

$$F_{calculado} = CM_t / CM_e \rightarrow 0.01 / 0.07$$

$$F_{calculado} = 0.17$$

Tabla 38

Homogeneidad de varianzas para la resistencia a la compresión.

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	F cal.	P. valor	Signific.
Entre tratamientos	3	0.04	0.01	0.17	0.91492	> 0.05
Dentro de la muestra (error)	32	2.30	0.07			
Total	35	2.34				

Fuente: Elaboración propia (2024).

Hipótesis Nula (H_0): Los grupos presentan varianzas homogéneas.

Hipótesis Alterna (H_1): Los grupos presentan varianzas diferentes.

Se evidencia que el P. valor (0.91492) > Significancia (0.05), por lo tanto, se acepta la hipótesis nula admitiendo que todos los grupos presentan varianzas homogéneas, y se rechaza la hipótesis alterna que indica el efecto contrario.

3) ANOVA PARA LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

Tabla 39

Análisis de varianza asociado al Diseño Experimental Completamente al Azar (D.C.A) para la resistencia a la compresión.

N° unidad. adobe	0%	1.5%	3%	4.5%	TOTAL (Σx_i)
1	11.54	19.08	23.09	19.89	
2	11.87	19.78	23.22	19.68	
3	11.77	19.07	22.47	19.49	
4	11.21	19.06	22.53	19.09	
5	11.98	17.65	23.35	19.78	
6	11.75	19.16	22.34	19.39	
7	11.47	18.88	22.78	20.00	
8	11.96	18.89	22.53	19.39	
9	11.11	18.66	22.80	20.41	
ΣX_i	104.65	170.22	205.11	177.11	657.09
$\bar{x}$	11.63	18.91	22.79	19.68	
Dsv Stand	0.315	0.563	0.360	0.393	

Fuente: Elaboración propia (2024).

Tratamientos (t) = 4

Repeticiones (r) = 9

Significancia (α) = 0.05

1) Fact. corrección (F.c):

$$Fc = (\sum x_i)^2 / (r * t)$$

$$Fc = (657.09)^2 / (9 * 4) = 11993.62$$

2) Sumatoria de cuadrados en los tratamientos (SCt):

$$SCt = (\sum x_i^2 / r) - Fc$$

$$SCt = ((104.65^2 + 170.22^2 + 205.11^2 + 117.11^2) / 9) - 11993.62 = 602.49$$

3) Sumatoria de cuadrados totales (SCtot):

$$SCtot = \sum x_{ij}^2 - Fc$$

$$SCtot = (11.54^2 + 11.87^2 + 11.77^2 + \dots + 19.39^2 + 20.41^2) - 11993.62 = 608.10$$

4) Sumatoria de cuadrados en las muestras (SCe):

$$SCe = SCtot - SCt$$

$$SCe = 608.10 - 602.49 = 5.60$$

5) Cuadrado medio en los tratamientos (CMtr):

$$GLt = t - 1 \rightarrow 4 - 1 = 3$$

$$CMtr = SCt / GLt$$

$$CMtr = 602.49 / 3 = 200.83$$

6) Cuadrado medio dentro de la muestra (CMe):

$$Gle = t(r - 1) \rightarrow 4(9 - 1)$$

$$Gle = 32$$

$$CMe = SCe / Gle$$

$$CMe = 5.60 / 32 = 0.18$$

7) Prueba F Calculado:

$$F \text{ calculado} = CMt / CMe \rightarrow 200.83 / 0.18$$

$$F \text{ calculado} = 1147.13$$

8) F tab. (F α):

$$GLt = t - 1 = 3$$

$$Gle = t(r - 1) \rightarrow 4(9 - 1) = 32$$

$$F\alpha = 2.901$$

Tabla 40

Análisis de varianza (Anova) para la resistencia a la compresión.

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	F cal.	F tab.	P. valor	Signif.
Entre tratamiento	3	602.49	200.83	1147.13	> 2.901	1.239E-32	0.05
Dentro de la muestra (error)	32	5.60	0.18				
Total	35	608.10					

Fuente: Elaboración propia (2024).

Nota: El F tabular lo adquirimos de la Tabla Estadística de la Prueba “F” (Fisher) para una significancia del 5%.

Hipótesis Nula (H₀): Todas las medias son iguales.

Hipótesis Alterna (H₁): No todas las medias son iguales.

Se evidencia que el F calculado > F tabular, por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula, admitiendo que existe significancia estadística entre los grupos estudiados y por lo menos un tratamiento es superior a los demás estadísticamente, a un nivel de confianza del 95%.

4) TEST DE DUNNET PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

$$VCd = q_{\alpha(t-1; n-t)} * \sqrt{2CMe/r}$$

$$VCd = 2.464 * \sqrt{2(0.18)/9}$$

$$VCd = 0.486$$

Tenemos:

VCd: Valor crítico de la prueba

r: Número de repeticiones (9)

CMe :cuadrado medio del error Anova (0.18)

n: Cantidad de datos (36)

α: Nivel significancia (5%)

t: Cantidad de tratamientos (4)

q :Valor de la tabla Dunnet (2.464)

Tabla 41*Diferencia de medias de los tratamientos.*

	Tratamientos			
	0% (testigo)	1.5%	3.0%	4.5%
Medias	11.63	18.91	22.79	19.68
Clave	T1	T2	T3	T4

Fuente: Elaboración propia (2024).

Tabla 42*Determinación de significancia estadística del patrón.*

Tratamientos	Diferencia de medias ($\bar{x}_i$)	Valor critico de la prueba (VCd)	Comparación $\bar{x}_i > VCd$	Existe significancia
T1 - T2	7.28	0.486	$7.28 > 0.486$	SI
T1 - T3	11.16	0.486	$11.16 > 0.486$	SI
T1 - T4	8.05	0.486	$8.05 > 0.486$	SI

Fuente: Elaboración propia (2024).

Se evidencia que existe diferencia significativa en la comparación de las medias de todos los grupos con el grupo control, siendo este inferior a todos estadísticamente.

Anexo 06: Panel fotográfico

Figura 9

Habilitación del vástago de plátano (chante) en fibras.



Figura 10

Proceso de incorporación de la fibra en el sustrato.



Figura 11

Batido de la fibra de chante en la mezcla.



Figura 12

Fabricación de especímenes de 10 cm de arista para el ensayo de resistencia a la compresión.



Figura 13

Fabricación de testigos incorporando pajilla de arroz.



Figura 14

Elaboración de cilindros de 10 cm de diámetro y 20 cm de altura para el ensayo de resistencia a la tracción.



Figura 15

Población de especímenes para el ensayo de tracción y compresión.



Figura 16

Secado de los especímenes libres del sol y la lluvia.



Figura 17

Con el propietario de la cantera estudiada.



Figura 18

En el laboratorio de ensayo de materiales.



Figura 19

Registro de dimensiones de probetas para el ensayo a compresión.



Figura 20

Registro de dimensiones de especímenes para el ensayo a tracción.



Figura 21

Ensayo de resistencia a la compresión.



Figura 22

Probeta fracturada frente al aplastamiento axial de la prensa hidráulica.



Figura 23

Ensayo de resistencia a la tracción indirecta (método brasileiro).



Figura 24

Probeta cilíndrica fallada frente al ensayo de resistencia a la tracción indirecta.



Figura 25

Probeta patrón fallada frente al ensayo de resistencia a la tracción indirecta.



Figura 26

Probeta cilíndrica ensayada a la resistencia a la tracción indirecta.

