



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN  
DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE  
FIBRAS DE HENO EN PORCENTAJES (0.75%,  
1.5%, 3.0%), CAJAMARCA 2023”

Tesis para optar el título profesional de:

**INGENIERO CIVIL**

**Autores:**

Yajaira Anais Martos Guevara  
Kevin Antony Quiliche Villar

**Asesor:**

Mg. Ing. Felix Alejandra Velásquez Huayta  
<https://orcid.org/0000-0002-5247-4190>

Cajamarca - Perú

**2023**

**JURADO EVALUADOR**

Jurado 1 Presidente(a)	<b>LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO</b>	<b>40012838</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	<b>KATIA NATALY CARRIÓN RABANAL</b>	<b>46269439</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	<b>HECTOR ARTURO CUADROS ROJAS</b>	<b>43275350</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

## INFORME DE SIMILITUD

### TESIS QUILICHE\_MARTOS

---

#### INFORME DE ORIGINALIDAD

---

**8%**

INDICE DE SIMILITUD

**0%**

FUENTES DE INTERNET

**8%**

PUBLICACIONES

**0%**

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

---

#### FUENTES PRIMARIAS

---

## **DEDICATORIA**

Este proyecto se lo dedico a mis padres y hermanas por su apoyo constante, por lamotivación y por el aliento para continuar con cada una de mis metas y también se la dedico amis hijos, por ser esa inspiración y motivación para mejorar día a día y cumplir con cada uno de mis sueños.

**YAJAIRA ANAÍS MARTOS GUEVARA.**

A Dios por la bendición y tranquilidad del día a día, a mis padres quienes fueron el mayor apoyo durante todo el proceso de mi formación como profesional, así mimos a mishermanos que me acompañaron con aquellos buenos ánimos para no decaer en el camino.

**KEVIN ANTONY QUILICHE VILLAR**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por cada instante de mi vida, gracias por mis seres queridos, gracias por guiar mi mente y mis pasos para cumplir cada sueño propuesto.

Gracias a mis padres y hermanas por haber estado presente en cada instante de mi vida, gracias por su amor, su apoyo incondicional. Gracias a mis hijos por enseñarme que la vida está hecha para aprender cada día y por motivarme a seguir adelante.

Gracias a nuestra asesora por su apoyo constante y a la Universidad Privada del Norte por abrirme las puertas de su casa para poder adquirir los conocimientos que aplicaré en mi vida profesional.

**YAJAIRA ANAÍS MARTOS GUEVARA.**

Agradezco primeramente a Dios por ser aquel que nos brinda la salud para poder seguir adelante, también a mis padres y hermanos. Asimismo, agradezco a la Ing. Félix Alejandra Velásquez Huayta quien fue mi asesora de tesis por tener aquella paciencia de poder guiarnos por el camino correcto del desarrollo y presentación de hoy en día. Y finalmente agradecer a todos los docentes por sus enseñanzas, dedicación y sobre todo por llenarme de conocimientos para ser un buen profesional.

**KEVIN ANTONY QUILICHE VILLAR**

## Tabla de contenido

Jurado Evaluador .....	2
Informe de similitud .....	3
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>4</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>5</b>
<b>TABLA DE CONTENIDO.....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>7</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>9</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>12</b>
1.1. Realidad problemática.....	12
1.2. Formulación del problema.....	24
1.3. Objetivos.....	24
1.4. Hipótesis.....	24
<b>CAPÍTULO II: METODOLOGÍA.....</b>	<b>25</b>
2.1. Tipo de investigación.....	25
2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y método).....	25
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	27
2.4. Procedimiento de recolección de datos.....	28
2.5. Procedimiento de tratamiento y análisis de datos.....	29
<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS.....</b>	<b>52</b>
<b>CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>67</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>71</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>75</b>

## Índice de tablas

<b>Tabla N° 1:</b> Cantidad de adobes compactados para ensayos de compresión y flexión.....	25
<b>Tabla N° 2:</b> Protocolos de ensayos de mecánica de suelos.....	27
<b>Tabla N° 3:</b> Protocolos de los ensayos para determinar las propiedades mecánicas de los adobes compactados.....	27
<b>Tabla N° 4:</b> Primera fase, ensayos de mecánica de suelos de materiales empleados en el estudio.....	27
<b>Tabla N° 5:</b> Segunda fase, ensayos para determinar las propiedades mecánicas de los adobes compactados con la máquina CINVA RAM.....	28
<b>Tabla N° 6:</b> Coordenadas UTM cantera “Cruz Blanca”.....	29
<b>Tabla N° 7:</b> Coordenadas UTM caserío “Yanamarca”.....	30
<b>Tabla N° 8:</b> Límites de Atterberg.....	34
<b>Tabla N° 9:</b> Sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS) ASTM D2487.....	42
<b>Tabla N° 10:</b> Especificaciones técnicas ensayos Proctor Modificado.....	43
<b>Tabla N° 11:</b> Contenido de humedad.....	51
<b>Tabla N° 12:</b> Análisis granulométrica mediante tamizado por lavado.....	51
<b>Tabla N° 13:</b> Límite líquido.....	52
<b>Tabla N° 14:</b> Límite plástico.....	53
<b>Tabla N° 15:</b> Índice de plasticidad.....	53
<b>Tabla N° 16:</b> Proctor Modificado – Cantidad de agua y heno.....	54
<b>Tabla N° 17:</b> Cuadro resumen. Proctor Modificado adobe patrón con 4% de agua.....	55
<b>Tabla N° 18:</b> Cuadro resumen. Proctor Modificado con 0.75% de heno y 6% de agua.....	56
<b>Tabla N° 19:</b> Cuadro resumen. Proctor Modificado con 1.5% de heno y 8% de agua.....	57
<b>Tabla N° 20:</b> Cuadro resumen. Proctor Modificado con 3.0% de heno y 10% de agua.....	58
<b>Tabla N° 21:</b> Resumen de resultados de ensayos de Proctor Modificado.....	58

<b>Tabla N° 22:</b> Cantidad de material utilizado en la elaboración de adobes para ensayo a FLEXIÓN.....	59
<b>Tabla N° 23:</b> Cantidad de material utilizado en la elaboración de adobes para ensayo de COMPRESIÓN.....	60
<b>Tabla N° 24:</b> Resumen de Resistencia a compresión de los bloques de adobes compactados con 0% de fibra de heno.....	60
<b>Tabla N° 25:</b> Resumen de Resistencia a compresión de los bloques de adobe compactado con 0.75% de fibra de heno.....	61
<b>Tabla N° 26:</b> Resumen de Resistencia a compresión de los bloques de adobe compactado con 1.5% de fibra de heno.....	61
<b>Tabla N° 27:</b> Resumen de Resistencia a compresión de los bloques de adobe compactado con 3.0% de fibra de heno.....	62
<b>Tabla N° 28:</b> Resumen de la Resistencia a Compresión de acuerdo con el porcentaje de fibra de heno.....	62
<b>Tabla N° 29:</b> Resumen de Resistencia a flexión de los bloques de adobe compactado con 0% de fibra de heno.....	63
<b>Tabla N° 30:</b> Resumen de Resistencia a flexión de los bloques de adobe compactado con 0.75% de fibra de heno.....	64
<b>Tabla N° 31:</b> Resumen de Resistencia a flexión de los bloques de adobe compactado con 1.5% de fibra de heno.....	64
<b>Tabla N° 32:</b> Resumen de Resistencia a flexión de los bloques de adobe compactado con 3.0% de fibra de heno.....	64
<b>Tabla N° 33:</b> Resumen de la Resistencia a Flexión de acuerdo con el porcentaje de fibra de heno.....	65



## Índice de figuras

<b>Figura N° 1:</b> Prensa CINVA – RAM.....	14
<b>Figura N° 2:</b> Máquina compactadora CINVA RAM.....	25
<b>Figura N° 3:</b> Ubicación de la Cantera “Cruz Blanca”.....	29
<b>Figura N° 4:</b> Ubicación de caserío “Yanamarca”.....	30
<b>Figura N° 5:</b> Clasificación SUCS. Separación en componente fina y gruesa.....	39
<b>Figura N° 6:</b> Símbolos que se usan en el sistema SUCS.....	40
<b>Figura N° 7:</b> Carta de Plasticidad Casagrande.....	41

## Índice de ecuaciones

<b>Ecuación N° 1:</b> Peso del agua.....	32
<b>Ecuación N° 2:</b> Peso de la muestra seca.....	32
<b>Ecuación N° 3:</b> Contenido de humedad.....	32
<b>Ecuación N° 4:</b> Porcentajes de los pesos retenidos.....	33
<b>Ecuación N° 5:</b> Porcentaje que pasa en cada tamiz.....	33
<b>Ecuación N° 6:</b> Índice de plasticidad.....	37
<b>Ecuación N° 7:</b> Densidad seca.....	45
<b>Ecuación N° 8:</b> Densidad húmeda.....	45
<b>Ecuación N° 9:</b> Resistencia a la compresión simple.....	49

## RESUMEN

En la presente investigación se realizó un estudio sobre la resistencia a compresión y flexión del adobe compactado con la adición de fibras de heno en porcentajes (0.75%, 1.5%, 3.0%), utilizando material de la cantera “Cruz Blanca”. Se realizaron ensayos de contenido de húmedas, análisis granulométrico, límites de Atterberg y Proctor Modificado. Después de obtenidas las propiedades físicas del material y las fibras de heno con dimensiones de 5cm de largo; y con ayuda de la máquina CINVA RAM se dispuso a elaborar 14 unidades patrón y 14 unidades por cada porcentaje de adición de fibra de heno, haciendo un total de 56 unidades de adobe compactado. La metodología empleada según el propósito de nuestra investigación es considerada aplicada, con un enfoque cuantitativo y diseño cuasi experimental. Los resultados obtenidos cumplieron parcialmente la hipótesis, ya que el adobe patrón alcanzó una resistencia a compresión de 33.93 kg/cm<sup>2</sup> y al incorporar el 0.75% de fibra de heno la resistencia a compresión aumentó un 29.56% llegando hasta 43.96 kg/cm<sup>2</sup>, pero esta resistencia disminuyó un 15.38%, llegando a 28.71 kg/cm<sup>2</sup> con el porcentaje de 3.0% de fibra de heno. Por otro lado, en cuanto a la resistencia a flexión el adobe patrón alcanzó una resistencia de 5.87 kg/cm<sup>2</sup> y al adicionar el 1.5% de fibra de heno esta resistencia aumentó un 21.47% llegando a 7.13 kg/cm<sup>2</sup>, pero disminuyó 39.86% llegando a 3.53 kg/cm<sup>2</sup> con el 3.0% de fibra de heno.

**PALABRAS CLAVES:** Heno, adobe, compresión, flexión, fibra, adobe patrón, compactación.

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

Aunque durante un tiempo el uso del adobe se descuidó por el uso del acero y concreto, la construcción con tierra está recobrando renovado interés en todo el mundo, ya que la difícil situación económica, al igual que las contingencias ambientales han puesto al día la valorización de los materiales locales (Abessolo, Biwole, Fokwa, Ganou Koungang, & Baah, 2022). El adobe es el componente más antiguo y ampliamente usado en diferentes edificaciones de mampostería, especialmente en países en desarrollo, debido a la facilidad en su diseño, su mayor disponibilidad, su costo relativamente bajo y su apariencia atractiva (Bitar, Saad, Awwad, El Khatib, & Mabsout, 2020)

Paul, Islam, & Elahi (2022), han demostrado que las características de los adobes pueden mejorarse con estabilizadores de origen natural. (Abessolo, Biwole, Fokwa, Ganou Koungang, & Baah, 2022) argumenta que el uso de fibra reduce el agrietamiento debido a contracción y mejora la firmeza a compresión y flexión de los adobes y la estabilidad térmica.

Según INEI (2018), en el censo realizado en el año 2017, el 27.9% de las viviendas construidas son de adobe o tapial lo que representa 2'148,494.00 viviendas, así mismo, Cajamarca es el tercer departamento con la mayor cantidad de edificaciones de adobe o tapial, con el 70.3% representando 264,310.00 viviendas.

El empleo del adobe como material de construcción tiene la principal ventaja de ser un material ecológico y disponible en todo el mundo. Sin embargo, uno de los principales problemas en las edificaciones con adobes es la baja resistencia que este representa. Según la norma E-080, los bloques de adobe tienen una resistencia mínima a la compresión por unidad de 10.2kgf/cm<sup>2</sup>, el cual resulta muy baja para resistir grandes

esfuerzos y por lo cual ha disminuido su uso en ciudades con alta sismicidad. Y es ante este problema y dado que Cajamarca de acuerdo con la norma E-030 de Diseño Sismorresistente se encuentra en una zona de alta sismicidad.

Sobre la problemática del adobe, Alcocer (1996), menciona que: en general se han sugerido tres filosofías para mejorar el comportamiento de la estructura ante acciones sísmicas: a) incrementar la resistencia, b) aumentar la capacidad de deformación elástica, o c) aumentar ambas.

Por ello, se está busca un mejor adobe para la construcción proveniente de arcilla que no cause malestar alguno al medio ambiente y que cumpla con los requerimientos de seguridad ante las sollicitaciones sísmicas (Martínez, Hernández , López, & Menchaca, 2015).

Como menciona Minke (1994), el adobe sufre diversas degradaciones, debido a una fuerza de cohesión baja y una baja resistencia a la humedad. El efecto de capilaridad, debido a la presencia de poros en la microestructura, tiene un papel importante en la degradación por humedad, la cual reduce el periodo de vida del material (Calabria, 2008).

De acuerdo con Morales, Ortíz, & Alvaréz (2007), hoy en día un producto que está cobrando mayor fuerza respecto al adobe tradicional, tanto en el estudio como en el mercado, es el adobe compactado o también conocido en otros países como bloques de tierra comprimida. El adobe compactado surge como una alternativa para retomar el uso del suelo como material de construcción, debido a que presenta mejores características mecánicas, el mejorar el proceso de fabricación y propiedades estructurales proporcionadas por el proceso de compactación. Por ello se debe investigar varios métodos de incorporación y de estabilización de los bloques de tierra comprimida (BTC),

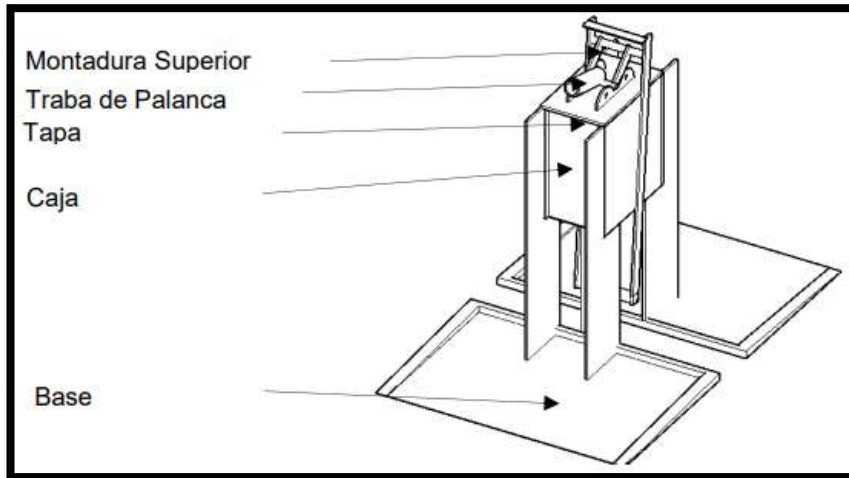
como pueden ser agentes estabilizadores o fibras vegetales, informándonos la mejora en la resistencia a la compresión, flexión y absorción de agua (Pineda, y otros, 2005).

El adobe compactado surge como una alternativa para retomar el uso del suelo como material de construcción, debido a que presenta mejores características mecánicas, al mejorar el proceso de fabricación y propiedades estructurales proporcionadas por el proceso de compactación. Así también menciona Ríos (2010), que la compactación en el adobe es una alternativa en la que se aprovecha para minimizar sus desventajas de resistencia, ya que al adicionarle una fuerza de compactación con una prensa al adobe tradicional se obtiene un material más homogéneo. El efecto que la compactación produce, un aumento en la densidad del adobe y su resistencia mecánica debido a que se disminuye la porosidad.

La máquina CINVA RAM permite realizar esta compactación en una unidad de adobe, debido que a medida en que se va comprimiendo la mezcla se incrementa la presión sobre ésta. Esta máquina fue desarrollada por el ingeniero Raúl Ramírez (RAM) del CINVA – Centro Interamericano de vivienda y planteamiento en Colombia, dentro del proyecto 22 de la OEA. Se produce un bloque de construcción de buena resistencia y durabilidad, además está considerada como una de las tecnologías latinoamericanas más difundidas en el mundo (De Valencia, Limón Villalba, & Arruda Filho, 2001).

## Figura 1

*Prensa CINVA – RAM*



Fuente: Adaptado CETA – Ram, 1981

De tal manera este tipo de investigación ya ha sido realizada por diferentes autores a nivel Internacional, Nacional y Local; tales como:

En Bogotá, Lacouture (2002), presenta los resultados de los proyectos de investigación que realizó; “Estudio de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones construidas en técnicas tradicionales de adobe y tapia pisada”, de la misma manera desarrolló una investigación enfocada a conocer el comportamiento de esta técnica constructiva en su estado real y proponer alternativas de rehabilitación sísmica viables desde el punto de vista técnico. Las dos opciones propuestas, refuerzo con malla y pañete y refuerzo con maderas de confinamiento, prueban ser posibles, asegurando la segunda un mejor comportamiento.

Caballero, Silva, & Montes (2010), en su investigación científica: “Resistencia mecánica del adobe compactado incrementada por bagazo de agave” publicada en el Congreso Internacional Anual de la Somim – México, realizaron un estudio para determinar concentraciones de fibra de bagazo de Agave en el adobe compactado, con el

objetivo de incrementar su resistencia a la flexión y a compresión. Para determinar el incremento de la resistencia se realizaron pruebas con adobes compactados hecho con suelo sin fibra, posteriormente fue incorporada fibra con longitudes de 10, 15, 20 y 25 mm, con concentraciones de 0.25, 0.50, 0.75 y 1% con respecto al peso del adobe, manteniendo constante el porcentaje de humedad. Al incorporar al adobe compactado, fibra con longitud de 25 mm y concentración de 1%, se incrementó la resistencia a compresión en 24.12% de 685 a 8.512 Mpa (69.85 a 86.77 kg/cm<sup>2</sup>). En la investigación concluye que la resistencia a flexión hubo un incremento de 7.86% con fibra de 25 mm de longitud y concentración de 0.75%.

También se realizaron investigaciones en nuestra nación como la de Mamani Condori (2017), en su tesis: “Prototipo de vivienda con adobe mejorado en el distrito de Chupa Azángaro” publicada por la Universidad Nacional del Altiplano propone satisfacer la ascendente necesidad de viviendas económicas y sustentables con una serie de métodos y técnicas; de tal manera que no haga mucho impacto con el medio ambiente. Para el desarrollo de este proyecto utilizó un adobe mejorado con porcentajes de PET (0.1, 0.2 y 0.3%) y 5% de cemento, para aumentar sus propiedades mecánicas; el resultado en una de sus conclusiones muestra que el adobe mejorado con PET y 5% de cemento, obtuvo una mejora en su resistencia a compresión de 21.86% a comparación con el adobe sin mejora.

En las investigaciones locales tenemos la de Carbajal, J. (2022), denominada “Influencia de la paja de trigo en el adobe sobre la succión, compresión y flexión en el distrito de Santiago de Chuco – La Libertad, 2021”, basó su estudio en un análisis comparativo de la investigación de las variables de resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y resistencia a la succión del adobe, en viviendas del distrito de Santiago de



Chuco 2021, teniendo como resultado que la adición de la paja de trigo en el adobe en su incorporación del 1%, 3%, 5% mejora sus propiedades mecánicas, en la resistencia a la compresión hasta en 31.45%, 54.18% y 44.62% respectivamente con respecto al valor encontrado para la muestra patrón (sin adición de paja de trigo), así mismo en su resistencia a flexión hasta en un 61.05%, 117.60% y 44.62% con respecto a la muestra patrón mejorando conforme a la adición de la paja de trigo.

En la investigación de Alayo D. (2017), denominada “Resistencia a la flexión y compresión axial del adobe compactado con adición de fibras de yute, Cajamarca 2017”, se orientó a estudiar la resistencia a flexión y compresión del adobe compactado al incorporar fibras de yute, en diferentes porcentajes (0.1%, 0.5% y 1.0%) con respecto a un adobe patrón. De dicho estudio se concluyó que la hipótesis planteada se cumplió parcialmente; debido a que la resistencia a la compresión axial del adobe compactado viene ascendiendo con la incorporación de yute de 0.10%, 0.50%; en un 10.81% y 27.15% respectivamente con respecto al adobe patrón; pero disminuye en la última incorporación de 1% de fibra de yute, resultando solo un aumento de 10.55%. Caso contrario ocurre con los resultados obtenidos en flexión que la hipótesis si cumple debido a que su resistencia va en aumento según se le incorpora yute en 0.10, 0.50 y 1% respecto al peso del adobe; resultando 18.71, 61.89 y 92.10% respectivamente.

Bolaños J. (2016), en su investigación denominada “Resistencia a la compresión, flexión y absorción del adobe compactado con adición de goma de tuna”, se orientó a determinar la resistencia a compresión, flexión y absorción del adobe adicionando 5%, 10% y 15% de goma de tuna. Dicho estudio concluyó que la resistencia a compresión de los bloques de adobe compactado y ensayado en mitades tiene una resistencia de 19.19kg para la muestra patrón y para los porcentajes de 5%, 10% y 15% presenta valores de 21.90

kg/cm<sup>2</sup>, 25.27 kg/cm<sup>2</sup> y 27.56 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, siendo estos valores de 21.90 kg/cm<sup>2</sup>, 25.27 kg/cm<sup>2</sup> y 27.56 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, siendo estos valores mayor a lo que especifica la norma E.080 – Adobe, el cual indica una resistencia mínima a compresión de 12 kg/cm<sup>2</sup>. En cuanto a la resistencia a flexión del adobe se obtuvo que la resistencia del bloque de adobe compactado de la muestra patrón es de 4.77 kg/cm<sup>2</sup> y con porcentajes de 5%, 10% y 15% presenta valores de 6.47 kg/cm<sup>2</sup>, 6.81 kg/cm<sup>2</sup> y 6.11 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, los bloques de adobe compactado y estabilizado con dichos porcentajes presentan una resistencia mayor a la muestra patrón, siendo la mejor muestra con porcentajes de 10% de goma de tuna alcanzando un valor de 6.81 kg/cm<sup>2</sup>.

En la investigación de Cotrina W. (2021), denominado “Resistencia a la compresión, flexión y absorción del adobe compactado, adicionando fibra de fique” orientó su investigación al estudio de la resistencia a la compresión, flexión y absorción del adobe compactado con la incorporación del 1%, 1.5% y 2% de fibra de fique en la que concluyó que, los resultados obtenidos para el ensayo a compresión, nos indica que todos los adobes con porcentajes de 1%, 1.5% y 2% de adición de fibra, superan la resistencia de la muestra patrón (36.90 kg/cm<sup>2</sup>) así como de la norma técnica de edificaciones E.080 (10.20 kg/cm<sup>2</sup>), los resultados de los bloques de adobe en dichos porcentajes presentan valores de 81.88 kg/cm<sup>2</sup>, 58.27 kg/cm<sup>2</sup> y 51.97 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, donde se pudo apreciar que la resistencia a compresión disminuye por cada porcentaje mayor de fibra de fique; así mismo, los bloques de adobe con los mismos porcentajes sometidos al ensayo de flexión presentaron valores de 13.25kg/cm<sup>2</sup>, 16.43 kg/cm<sup>2</sup> y 22.00 kg/cm<sup>2</sup> siendo mayores a los bloques de adobe muestra patrón (8.90 kg/cm<sup>2</sup>), además se puede apreciar que la resistencia a la flexión aumenta por cada adición de fibra de fique.

Carhuanambo J. (2016), en su investigación denominada “Propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado con adición de viruta y aserrín, Cajamarca 2016”, orientó su estudio a determinar la resistencia a la compresión y flexión del adobe compactado con viruta y aserrín de Eucalipto en cantidades de 1.5%, 3% y 4.5% en la que concluyó que con la adición de viruta de Eucalipto en dichos porcentajes se obtuvo una resistencia a la compresión de 28.04 kg/cm<sup>2</sup>, 29.79 kg/cm<sup>2</sup> y 30.94 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente; los cuales superan hasta en un 32% la resistencia a compresión de un adobe patrón de 21.17 kg/cm<sup>2</sup> y para la resistencia a la flexión con la adición de los mismos porcentajes de viruta de Eucalipto se obtuvo como resultados 29.67 kg/cm<sup>2</sup>, 19.38 kg/cm<sup>2</sup> y 23.34 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente; los cuales mejoran hasta en un 28% la resistencia a flexión de un adobe patrón de 18.11 kg/cm<sup>2</sup>. En cuanto a la adición de aserrín de Eucalipto en la resistencia a la compresión del adobe compactado para porcentajes de 1.5%, 3% y 4.5%, se obtuvo una resistencia de 21.01 kg/cm<sup>2</sup>, 18.53 kg/cm<sup>2</sup> y 13.64 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente; los cuales reducen hasta en un 35% la resistencia a compresión de un adobe patrón de 21.17 kg/cm<sup>2</sup> y en la resistencia a la flexión con la adición de los mismos porcentajes de aserrín de Eucalipto se obtuvo una resistencia de 18.06 kg/cm<sup>2</sup>, 9.81 kg/cm<sup>2</sup> y 12.48 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, los cuales mejoran hasta en un 28% la resistencia a la flexión de un adobe patrón de 18.11 kg/cm<sup>2</sup>.

En la investigación de Chávez J. (2019), denominada “Propiedades físico y mecánicas del adobe compactado con incorporación de fibras de coco” elaboró los bloques de adobe usando la máquina CINVA RAM que fue desarrollada por el ingeniero Raúl Ramírez (RAM) del CINVA – Centro Interamericano de Vivienda y Planeamiento dentro del Proyecto 22 de la OEA. Chávez extrajo material de la cantera “La Arenita” ubicada en Otuzco – Cajamarca para su respectivo estudio de suelo y posteriormente ser

utilizado en la elaboración de las unidades. Realizó el análisis granulométrico rigiéndose a la Norma E.080 (Diseño y Construcción con Tierra Reforzada) en la que le adicionó las fibras de coco en cantidades de 0.25%, 0.50% y 0.75% los cuales fueron sometidos al ensayo de compresión obteniendo como resultados 36.83 kg/cm<sup>2</sup>, 32.72 kg/cm<sup>2</sup> y 23.30 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente; los cuales aumentaron en un 24.40%, 13.78% y disminuye en un 21.07% a la resistencia a compresión axial respectivamente con respecto a la muestra patrón. Y con la incorporación de los mismos porcentajes de fibra de coco fueron sometidos al ensayo de resistencia a flexión obteniendo como resultados 8.19 kg/cm<sup>2</sup>, 8.48 kg/cm<sup>2</sup> y 8.27 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente; los cuales superan hasta un 10.62%, 13.68% y 11.49 a la resistencia a flexión respectivamente con respecto a la muestra patrón.

La investigación de Salazar L. (2019), denominada “Resistencia a la compresión axial del adobe compactado con adición de fibra de maguey” tuvo como objetivo evaluar la resistencia a la compresión axial del adobe compactado con adición de fibra de maguey, por ser un vegetal muy abundante en la ciudad de Cajamarca, dicha fibra se colocó en porcentajes de 0.25%, 0.50%, 0.75% y 1% con fibras de tamaño de 4cm. De los resultados obtenidos, se obtuvo que para porcentajes de 0.25%, 0.50%, 0.75% y 1%, la resistencia a la compresión axial era de 24.75 kg/cm<sup>2</sup>, 23.93kg/cm<sup>2</sup>, 23.49kg/cm<sup>2</sup> y 21.99kg/cm<sup>2</sup>; por lo que concluyó en que el adobe compactado con mayor resistencia a la compresión se obtiene con la adición de 0.25% de fibra de Maguey, superando la resistencia a compresión de la muestra patrón que fue de 19.82 kg/cm<sup>2</sup>.

Esta investigación realizó el estudio de la incorporación de fibra de heno en porcentajes de 0.75%, 1.5% y 3.0% al adobe compactado para determinar su resistencia a la compresión y flexión. Dichos porcentajes fueron considerados debido a que el heno

en estado seco es un material altamente frágil por lo que se debería considerar una cantidad considerable para obtener la resistencia adecuada.

Para esta investigación, se procede a describir los conceptos relevantes a la investigación, denotando las siguientes bases teóricas:

**Adobe:** Es un material de construcción muy común en el Perú y en muchos países del mundo que se elaboran con una mezcla de buena tierra, arena gruesa, agua y paja que mejore su estabilidad frente a agentes externos. (Chávez, 2010)

### **Tipos de adobes**

- **Adobe estabilizado:** Resulta de la incorporación de otros materiales (asfalto, cemento, cal, etc.) con el fin de mejorar sus condiciones de resistencia a la compresión y estabilidad ante la presencia de humedad. (Edificaciones Antisísmicas de adobe, Manual de construcción, 2010). Según la Norma E-080, el suelo usado para la elaboración de adobes debe contener los siguientes porcentajes: arcillas 10-20%, limo 15-25% y arena 55-70%, no usar suelos orgánicos. Un adobe totalmente estabilizado debe limitar la proporción del agua que asimila al 4% de su peso, requiriendo para ello la incorporación de una emulsión asfáltica que fluctúa entre el 6 y el 12% de su peso total.
- **Adobe compactado:** La compactación en el adobe es una alternativa en la que se aprovecha las ventajas del adobe tradicional para minimizar sus desventajas de resistencia, ya que al mezclar adecuadamente los ingredientes del adobe tradicional y luego a estos agregarle una fuerza de compactación con una prensa se obtiene un material más homogéneo. El efecto que la compactación produce se refleja en el aumento en la densidad del adobe, incrementando su resistencia mecánica, debido a que se disminuye la porosidad. (Ríos Pérez, 2010)

**Suelo:** Hace referencia a todo tipo de material terroso, desde un relleno de desperdicio, hasta la arenisca parcialmente cementada o lutitas suaves. En esta definición quedan excluidas las rocas sanas, ígneas o metamórficas y los depósitos sedimentarios altamente cementados, que no se ablanden o desintegran rápidamente por acción de la intemperie. El agua contenida juega un papel tan fundamental en el comportamiento mecánico del suelo, que debe considerarse como parte integral del mismo. (Juárez y Rico, 2005).

De acuerdo con Crespo C. (2004) el suelo está compuesto por minerales, materia orgánica, diminutos organismos vegetales y animales, aire y agua. Es una capa delgada que se ha formado muy lentamente, a través de los siglos, con la desintegración de las rocas superficiales por la acción del agua, los cambios de temperatura y el viento, etc. y también indica que el suelo está conformado por diferente granulometría, la NTP 339.134,1999 y el libro de Mecánica de Suelos y Cimentaciones define que existe tres tipos de suelo: arenas, limos y arcillas.

- **Arenas:** Es el nombre que se le da a los materiales de granos finos procedentes de la denudación de las rocas o de su trituración artificial y cuyas partículas varían entre 2mm y 0.05mm de diámetro.
- **Limos:** Son los suelos de granos finos con poca o ninguna plasticidad, pudiendo ser un limo inorgánico como el producido en canteras. El diámetro de las partículas de los limos está comprendido entre 0.05mm y 0.005mm.
- **Arcillas:** Son las partículas sólidas con diámetro menor a 0.005mm y cuya masa tiene la propiedad de volverse plástica al ser mezclada con agua.

**Heno:** Es una hierba de gramíneas o de leguminosas, cortada, seca y utilizada como alimento para los animales, la avena, la cebada y el trigo también suelen formar

parte del heno. En la actualidad este elemento natural ha sido usado en la bioconstrucción, teniendo como resultado viviendas ecológicas, como es el caso de España, México o California, países en los que se han construido más de 500 viviendas utilizando pacas de este material, que ahorran hasta el 75% en el consumo de energía y son 80% más baratas que el hormigón, destacando entre sus bondades la rapidez de ejecución, la facilidad y sencillez de manipulación, un excelente comportamiento térmico y acústico, siendo un material transpirable, regulador de la humedad ambiente y además funciona muy bien con revestimientos de arcilla y cal. (Astudillo , 2014)

**Dosificación:** La dosificación implica que se debe establecer las proporciones apropiadas de los materiales que componen al concreto a fin de obtener la resistencia y durabilidad requerida, o bien, para obtener un acabado o pegado correctos. (Vivienda, Norma E0.80 Diseño y construcción con tierra reforzada, 2017)

**Resistencia a la compresión:** Es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento, si la resistencia de un material falla debido a la rotura de una fractura se puede definir en límites bastante ajustados, sin embargo, la resistencia de los materiales que no se rompen en la compresión se define como la cantidad de esfuerzos necesarios para deformar el material una cantidad arbitraria. (INSTRON, 2018)

**Resistencia a la flexión:** Es una medida de la resistencia a la tracción del concreto, es una medida de la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto reforzada. Esta resistencia se expresa como el Módulo de Rotura (MR) en libras por pulgada cuadrada (MPa) y es determinada mediante los métodos de ensayo ASTM C78 o ASTM C293.

Por todo lo visto anteriormente, este estudio se propone en búsqueda de mejorar las propiedades físicas y mecánicas de un adobe compactado con adición de fibra de heno ya que al ser un material abundante en la zona se dispone de ella con facilidad, a un bajo costo accesible para todos los cajamarquinos para ser aplicado como en este caso en la construcción de viviendas, buscando la menor contaminación posible al momento de construir y promover técnicas que se vienen utilizando hace mucho tiempo.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cuál es la resistencia a compresión y flexión del adobe compactado con la adición de fibras de heno en porcentajes de 0.75%, 1.5% y 3.0%, Cajamarca 2023?

## **1.3. Objetivos**

### **Objetivo General**

Determinar la resistencia a compresión y flexión del adobe compactado con la adición de fibras de heno en porcentajes (0.75%, 1.5%, 3.0%), Cajamarca 2023.

### **Objetivos Específicos**

- Determinar las propiedades físicas del suelo obtenido de la cantera “Cruz Blanca”.
- Determinar la resistencia a compresión de bloques patrón de adobe compactado y los bloques de adobe compactado con adición de fibra de heno en porcentajes de 0.75%, 1.5% y 3.0%.
- Determinar la resistencia a flexión de los bloques patrón de adobe compactado y los bloques de adobe compactado con adición de fibra de heno en porcentajes de 0.75%, 1.5% y 3.0%.

## **1.4. Hipótesis**

A medida que aumenta el porcentaje de fibra de heno, la resistencia a compresión y flexión aumenta hasta un 20%, en base al adobe patrón.



## CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

La presente investigación según su propósito es considerada aplicada con un diseño cuasi experimental y analizada en un periodo, es decir, transversal, tiene un enfoque cuantitativo de alcance descriptivo. Es de tipo aplicada porque utilizó como base la norma Técnica peruana E.0.80 (adobe) del reglamento nacional de edificaciones. Además, se busca conocer la realidad problemática, como también analizar datos y parámetros para el diseño y elaboración de bloques de adobe (Borja, 2016). Es de diseño experimental debido a que se ha realizado la aplicación práctica pendiente ensayos. Según Martins F. (2013) el diseño experimental es aquel que el investigador manipula una variable experimental no comprobada, Por otro lado, Borja (2016) afirma que una investigación es transversal, es cuando se analiza datos recopilados en un determinado tiempo sobre una población, muestra o subconjunto predefinido, a raíz de esto se utiliza un método cuantitativo que consiste en recopilar y analizar datos utilizando herramientas informáticas, estadísticas y matemáticas para obtener resultados. Por último, tiene un alcance descriptivo porque está enfocada en describir mediante, frecuencias, porcentajes, comparaciones, entre otros, a los eventos observados (Ramos, 2020).

### 2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y método)

En cuanto a la población de esta investigación está conformada por el total de 56 adobes compactados, elaborados en la maquina CINVA RAM: 14 adobes elaborados como muestra patrón y 42 adobes con los diferentes porcentajes de fibra de heno, en porcentajes de 0.75%, 1.5%, 3.0%.

La elección de la muestra es de 56 unidades de adobes compactados (asumida a la conveniencia del investigador), se realizan mediante un muestreo no probabilístico

intencional, cuyas dimensiones de cada unidad están compuestas por 30.00 cm de largo, 15.00 cm de ancho y 10.00 cm de altura para el ensayo de flexión, seguidamente 15.00 cm de largo, 15.00 cm ancho y 10.00 cm de alto para el ensayo de compresión.

**Tabla 1**

*Cantidad de adobes compactados para ensayos de compresión y flexión*

Tipo de adobe	Ensayos		Cantidad
	Compresión	Flexión	Parcial
Adobe patrón	7	7	14
Adobe compactado con 0.75% de fibra de heno.	7	7	14
Adobe compactado con 1.5% de fibra de heno	7	7	14
Adobe compactado con 3.0% de fibra de heno	7	7	14
<b>TOTAL</b>			<b>56</b>

*Nota:* Cantidad de muestras empleadas en el estudio. Fuente: Elaboración propia, 2023.

**Figura 2**

*Máquina compactadora CINVA RAM.*



Fuente: Elaboración propia, 2023.

## **2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos**

### **2.3.1. Técnicas de recolección de datos**

Esta investigación se basó en ensayos y pruebas realizadas en los laboratorios de concreto y suelos de la Universidad Privada del Norte sede Cajamarca, haciendo uso de la técnica de la observación directa de los ensayos. mediante el seguimiento de las normas especificadas en la American Society for Testing and Materials de la ASTM (American Society for Testing and Materials) y las Normas Técnicas Peruanas (NTP). Para evidenciar que los datos recolectados de los ensayos son veraces y fidedignos fueron plasmados en los protocolos que se representaron en la sección de anexos, evidenciando que todos los ensayos fueron supervisados por el personal calificado de laboratorio.

### **2.3.2. Instrumentos de recolección de datos**

Los instrumentos que se emplearon para la recolección de datos de los ensayos realizados en el laboratorio, fueron protocolos proporcionados por la universidad privada del norte tales como contenido Humedad con la normativa (MTC E108 /ASTM D2216/NTP 339.127), Granulometría por método de lavado (ASTM D421/NTP 339.128), Límite de Plasticidad (Límite Líquido y Límite Plástico) con la normativa (NTP E339.130/MTC E111/ASTM D4318), ensayo de compactación Proctor modificado (MTC E115/ASTM D1557/NTP 339.141 ., estos protocolos tuvieron como propósito recolectar datos de ensayo indicados en la primera etapa correspondiente a ensayos de mecánica de suelos que se utilizó para la elaboración de adobe compactado que viene a ser la muestra patrón ( MP) compuesta por tierra extraída de la cantera CRUZ BLANCA , a esta muestra se le agrego fibra de heno extraída del caserío Yanamarca. Posterior en la segunda etapa se realizaron ensayos para establecer las propiedades mecánicas usando

protocolos de resistencia a la compresión y flexión con normativa (NTP 339.034 / ASTM D695, NTP 339.078 / ASTM C78).

**Tabla 2**

*Protocolos de ensayos de mecánica de suelos*

PROTOCOLOS	NORMAS
Contenido de humedad.	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127
Análisis granulométrico	ASTM D421. / NTP 339.128
Límites de plasticidad.	NTP E339.130 / MTC E111 / ASTM D4318
Proctor modificado	MTC E 115 / ASTM D1557 / NTP 339.141.

*Nota:* Elaboración propia, 2023.

**Tabla 3**

*Protocolos de los ensayos para determinar las propiedades mecánicas de los adobes compactado.*

PROTOCOLOS	NORMAS
Resistencia a la Compresión de la Unidad ( $f^b$ )	NTP 339.034 / ASTM D695
Resistencia a la Flexión ( $f^f$ )	NTP 339.078 / ASTM C78

*Nota:* Elaboración propia, 2023.

#### 2.4. Procedimiento de recolección de datos

La recolección de datos se realizó en dos etapas: en la primera etapa se realizaron ensayos de mecánica de suelos de los materiales a emplear en el estudio y en la segunda etapa se realizó ensayos para determinar las propiedades mecánicas

**Tabla 4**

*Primera fase, ensayos de mecánica de suelos de materiales empleados en el estudio.*

TIPO DE ENSAYO	DESCRIPCIÓN
Contenido de humedad	Determinar la cantidad de agua presente en un material, expresada en porcentaje (W%)
Análisis granulométrico mediante tamizado por lavado	Conocer el tamaño de las partículas que compone el suelo (%)

Límites de plasticidad	Conocer la consistencia del suelo (plástica – líquida) con relación al contenido de humedad (%)
Proctor Modificado	Determinar la relación entre densidad seca y la humedad de compactación (DS, HO)

*Nota:* Elaboración propia, 2023.

### Tabla 5

*Segunda fase, ensayos para determinar las propiedades mecánicas de los adobes compactados con la máquina CINVA RAM*

TIPO DE ENSAYO	DESCRIPCIÓN
Contenido de humedad	Determinar la cantidad de agua presente en un material, expresada en porcentaje (W%)
Análisis granulométrico mediante tamizado por lavado	Conocer el tamaño de las partículas que compone el suelo (%)
Límites de plasticidad	Conocer la consistencia del suelo (plástica – líquida) con relación al contenido de humedad (%)
Proctor Modificado	Determinar la relación entre densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> ) y la humedad de compactación (%)

*Nota:* Elaboración propia, 2023.

## 2.5. Procedimiento de tratamiento y análisis de datos

### 2.5.1. Técnicas de análisis de datos

La presente investigación utilizó la técnica de la estadística descriptiva para el análisis de los datos. Esta técnica consiste en analizar los datos recopilados en el laboratorio mediante tablas de frecuencia, gráficos y medidas estadísticas como porcentajes, promedios, coeficientes de variación y desviación estándar.

### 2.5.2. Instrumentos de análisis de datos

El instrumento utilizado para el análisis de datos en la estadística descriptiva fue el software Excel 2016. Con este programa se crearon varias hojas de cálculo para cada

prueba, cada una especificada por medio de gráficos y tablas comparativas, permitiendo la visualización, análisis e interpretación estadística de todos los resultados de laboratorio

### 2.5.3. Recolección de material

Se recolectaron 2 tipos de material para el muestreo de los componentes utilizados para elaborar los adobes compactados con la maquina CINVA RAM:

- ***Muestra seca (suelo), extraída de cantera “Cruz Blanca”***

Se extrajo de la cantera cruz blanca ubicada a 16 minutos de la universidad privada del norte con dirección a la av. independencia recorriendo un total 5.4 km, ubicada en provincia de Cajamarca – departamento de Cajamarca.

#### Ubicación Geográfica

**Tabla 6**

*Coordenadas UTM cantera “Cruz Blanca”*

PUNTOS	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACIÓN (m)
P1	-7.19111333	-78.5094691	2969

*Nota:* Elaboración propia, 2023.

**Figura 3**

*Ubicación de la Cantera “Cruz Blanca”*



*Nota:* Ruta de acceso a la cantera “Cruz Blanca”. Fuente: Google Earth

- **Fibra de heno (FH) extraído de caserío “Yanamarca”**

Es un agregado natural que fue cortado y secado en el caserío Yanamarca distrito de Llacanora, provincia de Cajamarca ubicada a 27 minutos de la Universidad Privada del Norte, con dirección carretera a Jesús recorriendo un total de 13. Km de la ciudad de Cajamarca – departamento de Cajamarca

### Ubicación Geográfica

**Tabla 7**

*Coordenadas UTM caserío “Yanamarca”*

PUNTOS	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACIÓN (m)
P2	-7.2243604	-78.4228196	2633.122

*Nota:* Elaboración propia, 2023.

### Figura 4

*Ubicación de caserío “Yanamarca”*



*Nota:* Ruta de acceso a caserío “Yanamarca”. Fuente: Google Earth

#### **2.5.4. Ensayos para determinar las propiedades físicas mecánicas de los adobes compactados con la máquina CINVA RAM.**

##### **Contenido de Humedad**

Para realizar este ensayo se tuvo como base la norma MTC E 108, ASTM D2216 y la NTP 339.127:1998 (SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo) la cual indica que el contenido de humedad de un suelo es la relación entre el peso de agua contenido en una muestra y el peso de la parte sólida, ello expresado en porcentaje.

Este ensayo tiene por finalidad, determinar el contenido de humedad de una muestra de suelo. El contenido de humedad de una masa de suelo está formado por la suma de sus aguas libre, capilar e higroscópica. La importancia del contenido de agua que presenta un suelo representa junto con la cantidad de aire una de las características más importantes para explicar el comportamiento de este, especialmente en aquellos de textura más fina, como por ejemplo cambios de volumen, cohesión y estabilidad mecánica.

##### **Material y equipo:**

Como material se utilizó la muestra alterada del estrato de estudio. Y como equipos se utilizó una balanza con aproximación de 0.01 gr, una estufa con control de temperatura y taras debidamente identificadas.

##### **Procedimiento:**

- Pesamos las taras (Wt)
- Pesamos la muestra húmeda en la tara (Wh + t)
- Secamos la muestra en la estufa por un periodo de 24 horas a 105 °C.
- Pesamos la muestra seca en la tara (Ws + t)



- Determinamos el peso de agua con la siguiente fórmula:

$$W_w = (W_h + t) - (W_s + t) \dots\dots\dots \text{Ecuación 1. Peso del agua}$$

- Determinamos el peso de la muestra seca con la siguiente fórmula:

$$W_s = (W_s + t) - W_t \dots\dots\dots \text{Ecuación 2. Peso de la muestra seca}$$

- Finalmente determinar el contenido de humedad con la siguiente fórmula:

$$W(\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \dots\dots\dots \text{Ecuación 3. Contenido de humedad}$$

### **Granulometría por método de tamizado por lavado**

Para este ensayo se tuvo como referencia la norma ASTM D421 y la NTP 339.128:1999 (SUELOS: Método de ensayo para el análisis granulométrico), la que indica que el presente ensayo consiste en la determinación cuantitativa de la distribución de tamaño de partículas de los suelos. La clasificación de las partículas mayores a 75  $\mu\text{m}$  (retenido en el tamiz N° 2000) se efectúa por tamizado, en tanto que la determinación de las partículas menores que 75  $\mu\text{m}$  se realiza mediante un proceso de sedimentación basada en la ley de Stokes utilizando un densímetro adecuado. Y debido a que nuestra muestra presenta limos, arcillas y suelo orgánico este ensayo nos sirvió para saber la composición de tamaño de las partículas del suelo.

### **Material y equipo:**

Se utilizó aproximadamente 500 gr de muestra seca. Como equipos se utilizó un juego de tamices (3/8”, N° 4, N° 10, N° 20, N° 30, N° 40, N° 100 y N° 200), una balanza con aproximación de 0.01gr, estufa con control de temperatura y taras.

### **Procedimiento:**

- Secar la muestra
- Pesar la muestra seca (Ws)

- Colocar la muestra en un recipiente, cubrir con agua y dejar durante algunas horas dependiendo del tipo del material.
- Luego tamizar la muestra por la malla N° 200 mediante chorro de agua.
- La muestra retenida en la malla N° 200 se retira en un recipiente y se deja secar.
- Pasar la muestra por el juego de tamices, agitando en forma manual o mediante tamizador.
- Determinar los porcentajes de los pesos retenidos en cada tamiz (%RP) utilizando la siguiente ecuación:

$$(\%RP) = \frac{PRP}{W_t} \times 100 \dots\dots\dots \text{Ecuación 4. Porcentaje de los pesos retenidos}$$

- Determinar los porcentajes retenidos acumulados en cada tamiz %RA, para lo cual se sumarán en forma progresiva los %RP, es decir:

$$\%RA1 = \%RP1$$

$$\%RA2 = \%RP1 + \%RP2$$

$$\%RA3 = \%RP1 + \%RP2 + \%RP3, \text{ etc.}$$

- Determinar los porcentajes acumulados que pasan en cada tamiz con la siguiente ecuación:

$$\% \text{ que pasa} = 100\% - \%R.A \dots \text{Ecuación 5. Porcentajes que pasa en cada tamiz}$$

- Finalmente se dibuja la curva granulométrica en escala semilogarítmica, en el eje de las abscisas, se registrará la abertura de las mallas en milímetros, y en el eje de las ordenadas se registrará los porcentajes acumulados que pasan en las mallas que se utilizan.

### **Límites de Atterberg o límites de consistencia**

Para este ensayo se tuvo como base la norma ASTM D4318, y la NTP

339.129:1999, (SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos) en el que Albert Atterberg definió seis “límites de consistencia” de suelos de grano fino; el límite superior de flujo viscoso, el límite líquido, el límite de pegajosidad, el límite de cohesión, el límite plástico y el límite de contracción. En ingeniería se usan frecuentemente el límite líquido, el límite plástico y en algunas referencias el límite de contracción.

**Tabla 8**  
*Límites de Atterberg*

<b>Límites de consistencia de Atterberg</b>	<b>Zonas límites</b>	<b>Zonas preferenciales</b>
Índice plástico	De 7 a 29	De 7 a 18
Límite líquido	De 25 a 30	De 30 a 35
Límite plástico	De 10 a 25	De 12 a 22

*Nota:* Zonas especiales dentro de las cuales se debe ubicar el valor de los límites de Atterberg de un suelo en la construcción con tierra. Según Craterre (1979).

### **Límite Líquido (LL)**

Como indica la NTP 339.129:1999, el Límite Líquido es el contenido de humedad, expresado en porcentajes, para el cual el suelo se halla en límite entre los estados líquidos y plástico. Arbitrariamente se designa como el contenido de humedad al cual el surco separador de dos mitades de una pasta de suelo se cierra a lo largo de su fondo en una distancia de 13 mm (1/2 pulg) cuando se deja caer la copa 25 veces desde una altura de 1 cm a razón de dos caídas por segundo.

### **Material y equipos:**

Para este ensayo se usó como material suelo seco que pasa la malla N° 40. Como equipos se utilizó la malla N° 40, la copa de Casagrande, un ranurador o acanalador,

una balanza con aproximación de 0.01 gr, una estufa con control de temperatura, una espátula, una probeta de 100 ml, una cápsula de porcelana y taras debidamente identificadas.

### **Procedimiento:**

- En una capsula de porcelana mezclar el suelo con agua mediante una espátula hasta obtener una pasta uniforme.
- Colocar una Proción de la pasta en la copa de Casagrande, nivelar mediante la espátula hasta obtener un espesor de 1 cm.
- En el centro hacer una ranura con el acanalador de tal manera que la muestra queda dividida en dos partes.
- Elevar y caer la copa mediante la manivela a razón de 2 caídas por segundo hasta que las dos mitades de suelo se pongan en contacto en la parte inferior de la ranura y a lo lardo de 1.27 cm, registrar el número de golpes.
- Mediante la cápsula retirar la porción de suelo que se ha puesto en contacto en la parte inferior de la ranura y colocarlo en una tara para determinar su contenido de humedad.
- Retirar el suelo de la copa de Casagrande y colocar en la cápsula de porcelana, agregar agua si el número de golpes del ensayo anterior ha sido alto, o agregar suelo si el número de golpes ha sido bajo (el número de golpes debe estar comprendido entre 6 y 35).
- Lavar y secar el acanalador.
- Repetir el ensayo mínimo 2 veces.
- Dibujar a curva de fluidez (la recta) en escala semilogarítmica, en el eje de las abscisas se registrará el número de golpes en escala logarítmica, en el eje de

ordenadas los contenidos de humedad en escala natural.

- Determinar la ordenada correspondiente a los 25 golpes en la curva de fluidez, este valor será el límite líquido del suelo.

### **Límite Plástico (LP)**

Como indica la NTP 339.129:1999, el LP es el contenido de humedad expresado en porcentaje, para el cual el suelo se halla en el límite entre los estados plástico y semisólido. Arbitrariamente se designa como el contenido de humedad más bajo al cual el suelo puede ser rolando en hilos de 3,2mm (1/8 pulg) sin que se rompa en pedazos.

### **Material y equipos:**

Como material se utilizó una porción de la mezcla preparada en el ensayo de límite líquido. Como equipos se utilizó una balanza de aproximación de 0.01 gr, una estufa, una espátula, una cápsula de porcelana, una placa de vidrio y taras debidamente identificadas.

### **Procedimiento:**

- A la porción de la mezcla preparada para el límite líquido agregar suelo seco de tal manera que la pasta baje su contenido de humedad.
- Enrollar la muestra con la mano sobre una placa de vidrio hasta obtener cilindros de 3 mm de diámetro y que presenten agrietamientos, determinar su contenido de humedad.
- Repetir el ensayo una vez más.
- El límite plástico en un promedio de los 2 valores de contenidos de humedad.

## Índice de Plasticidad

De acuerdo con la NTP 339.129, 1999, el Índice de Plasticidad es el rango de contenido de humedad sobre el cual un suelo se comporta plásticamente.

Numéricamente es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico.

Según el contenido de agua en orden decreciente, un suelo susceptible de ser plástico puede estar en cualquiera de los siguientes estados de consistencia, definidos por Atterberg:

- Estado líquido, con las propiedades y apariencias de una suspensión.
- Estado semilíquido, con las propiedades de un fluido viscoso.
- Estado plástico, en que el suelo se comporta plásticamente.
- Estado semisólido, en el que el suelo tiene la apariencia de un sólido, pero aún disminuye de volumen al estar sujeto a secado.

$$IP = LL - LP \dots\dots\dots \text{Ecuación 6. Índice de plasticidad}$$

IP: Índice de plasticidad

LL: Límite líquido

LP: Límite plástico

## Clasificación de los suelos

Debido a la infinita variedad con que el suelo se presenta en la naturaleza la Mecánica de Suelos desarrolló los sistemas de clasificación de los suelos desde un principio.

Hoy en día un sistema de clasificación que pretenda cubrir las necesidades correspondientes debe estar basado en las propiedades mecánicas de los suelos, por ser

estás lo fundamental para las aplicaciones ingenieriles. A la vez esta base debe ser preponderantemente cualitativa, puesto que un sistema que incluye relaciones cuantitativas y de detalle respecto a las propiedades mecánicas resultaría excesivamente complicado y de engorrosa aplicación práctica; además, un sistema útil de clasificación debe servir para normar el criterio del técnico respecto al suelo de que se trate.

Entre los diversos estudios tendientes a encontrar un sistema de clasificación que satisfaga los distintos campos de aplicación a Mecánica de Suelos, destacan los efectuados por el doctor A. Casagrande en la Universidad de Harvard, los cuales cristalizaron en el conocido “Sistema de Clasificación de Aeropuertos”, fue originalmente llamado así ya que su uso estaba orientado a ese tipo de obras. (Juárez & Rico, 2009)

Este sistema reconoce que las propiedades mecánicas e hidráulicas de los suelos constituidos por las partículas menores que la malla N° 200, pueden reducirse cualitativamente a partir de sus características de plasticidad. En cuanto a los suelos formados por partículas mayores que la malla mencionada, el criterio básico de clasificación es el ensayo granulométrico que, aunque no es lo determinante para el comportamiento de un material, si puede usarse como base de clasificación en los materiales granulares.

### **Sistema unificado de clasificación de suelos**

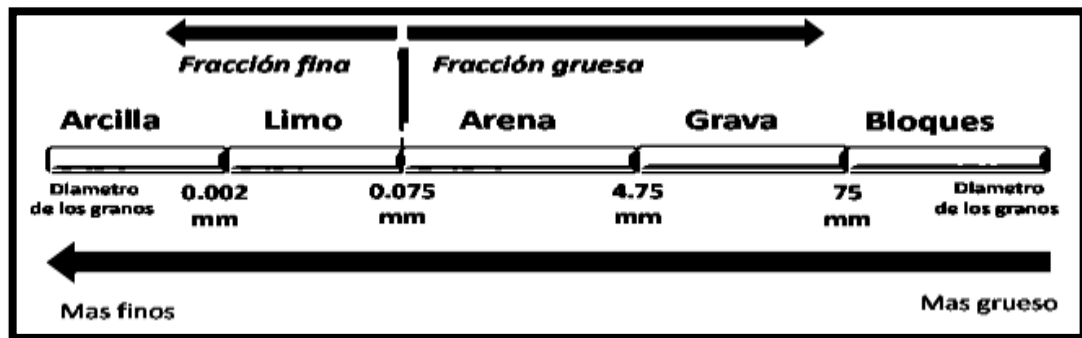
De acuerdo con lo mencionado anteriormente, este sistema está basado en el Sistema de Clasificación de Aeropuertos, hasta el grado que puede decirse que es el mismo con ligeras modificaciones.

Este sistema cubre los suelos gruesos y los finos, distinguiendo ambos por el cribado a través de la malla N° 200; las partículas gruesas son mayores que dicha malla

y las finas, menores. Un suelo se considera “GRUESO” si más del 50% de sus partículas son gruesas y “FINO”, si más de la mitad de sus partículas, en peso son finas.

**Figura 5**

*Clasificación SUCS. Separación en componente fina y gruesa*



Fuente: GEOTECNIA I. Instituto de Geología

#### a. Suelos gruesos

El símbolo de cada grupo está formado por dos letras mayúsculas, que son las iniciales de los nombres en inglés de los suelos típicos de ese grupo, tal como se indica a continuación:

- Símbolo genérico G: Gravas y suelos en que predominen éstas.
- Símbolo genérico S: Arenas y suelos arenosos.

Las gravas y las arenas se separan con la malla N° 4, de tal manera que un suelo pertenece al grupo genérico G, si más del 50% de su fracción gruesa no pasa la malla N° 4 es del grupo genérico S.

#### b. Suelos finos

También en este caso el sistema clasifica a los suelos formándose el símbolo de cada grupo por dos letras mayúsculas, elegidas con un criterio similar al usado para los suelos gruesos y dando lugar a las siguientes clasificaciones:

- Símbolo genérico M: Limos inorgánicos.



- Símbolo genérico C: Arcillas inorgánicas.
- Símbolo genérico O: Limos y arcillas orgánicas.

Cada uno de estos tres tipos de suelos se subdivide, según su límite líquido, en dos grupos. Si éste es menor de 50%, es decir, si son suelos de compresibilidad bajo o media. Se añade al símbolo genérico la letra L, obteniéndose por esta combinación los grupos ML, CL y OL. Los suelos finos con límite líquido mayor de 50% o sea de alta compresibilidad, llevan después del símbolo genérico la letra H, teniéndose así los grupos MH, CH y OH.

Ha de notarse que las letras L y H no se refieren a bajo o alta plasticidad, pues esta propiedad del suelo, como se ha dicho, ha de expresarse en función de dos parámetros (Límite Líquido e Índice de Plasticidad), mientras que en el caso actual solo el valor del límite líquido interviene. Por otra parte, ya se hizo notar que la compresibilidad de un suelo es una función directa del límite líquido, de modo que un suelo es más compresible a mayor límite líquido.

### Figura 6

*Símbolos que se usan en el sistema SUCS*

Símbolo	G	S	M	C	O	Pt	H	L	W	P
Descripción	Grava	Arena	Limo	Arcilla	Limos o arcillas orgánicas	Turba y suelos altamente orgánicos	Alta plasticidad	Baja plasticidad	Bien graduado	Mal graduado
	Primera letra					Segunda letra				

*Fuente:* GEOTECNIA I. Instituto de Geología

### Clasificación de los suelos finos

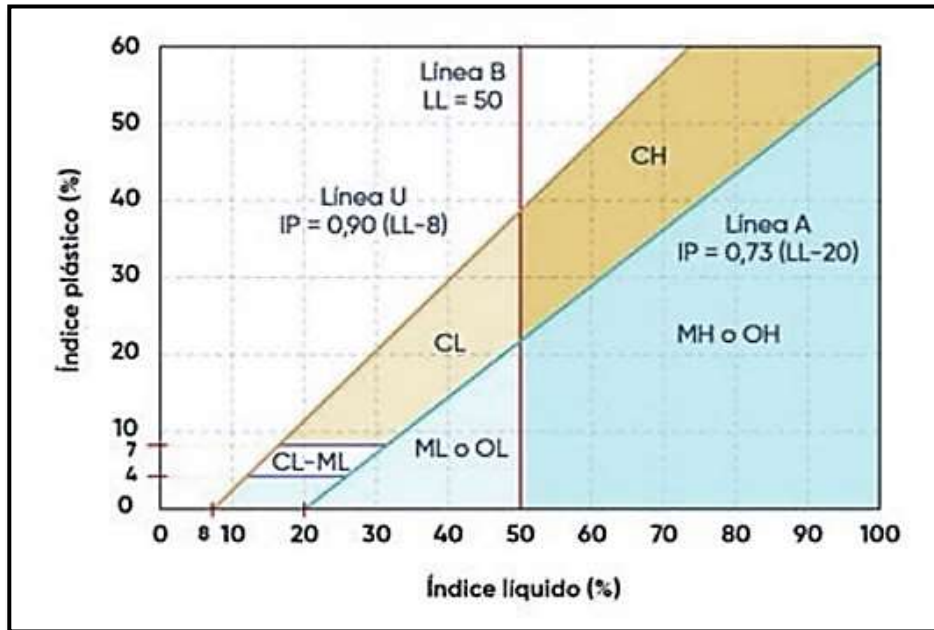
La carta de plasticidad y el Sistema de clasificación de suelos unificado “SUCS” fue recopilada del libro Geotecnia del autor Gonzáles. (2005)

Limos, arcillas y suelos orgánicos se les da la segunda letra H o L para indicar

la plasticidad alta (H) o baja (L) dependiendo si el valor de LL es  $\geq 50\%$  o  $< 50\%$ .

**Figura 7**

*Carta de Plasticidad Casagrande*



*Fuente:* Modificado de Craig y Knappett, 2012.

**Donde:**

- Sección CL: Arcillas de baja plasticidad.
- Sección CH: Arcillas de alta plasticidad.
- Sección ML: Limos de baja plasticidad.
- Sección MH: Limos de alta plasticidad.
- Sección OH: Suelos orgánicos.

**Tabla 9**

*Sistema Unificado de Clasificación de suelos (SUCS) ASTM D 2487*



Criterios para la asignación de símbolos de grupo y nombre de grupo con el uso de ensayos de laboratorio				Clasificación de suelos	
				Símbolo del grupo	Nombre del grupo
Suelos de partículas gruesas Más del 50% es retenido en la malla No. 200	<b>Gravas</b> Más del 50% de la fracción gruesa es retenida en la malla No. 4	Gravas limpias Menos del 5% pasa la malla No. 200	$Cu \geq 4$ y $1 \leq Cc \leq 3$	GW	Grava bien graduada
			$Cu < 4$ y $1 > Cc > 3$	GP	Grava mal graduada
		Gravas con finos Más del 12 % pasa la malla No. 200	IP<4 o debajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	GM	Grava limosa
			IP>7 o arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	GC	Grava arcillosa
	Arenas limpias y con finos Entre el 5 y 12% pasa malla No. 200		Cumple los criterios para GW y GM	GW – GM	Grava bien graduada con limo
			Cumple los criterios para GW y GC	GW – GC	Grava bien graduada con arcilla
			Cumple los criterios para GP y GM	GP – GM	Grava mal graduada con limo
			Cumple los criterios para GP y GC	GP – GC	Grava mal graduada con arcilla
	<b>Arenas</b> El 50% o más de la fracción gruesa pasan la malla No. 4	Arenas limpias Menos del 5% pasa la malla No. 200	$Cu \geq 6$ y $1 \leq Cc \leq 3$	SW	Arena bien graduada
			$Cu < 6$ y $1 > Cc > 3$	SP	Arena mal graduada
		Arena con finos Más del 12% pasa malla No. 200	IP<4 o debajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	SM	Arena limosa
			IP>7 o arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC	Arena arcillosa
Arenas limpias con finos Entre el 5% y 12% pasa malla No. 200			Cumple los criterios para SW y SM	SW – SM	Arena bien graduada con limo
			Cumple los criterios para SW y SC	SW – SC	Arena bien graduada con arcilla
Suelos de partículas finas El 50% o más pasa la malla No. 200	<b>Limos y arcillas</b> Límite líquido menor que 50	Inorgánicos	IP>7 y se grafica en la carta de plasticidad debajo de la línea "A"	CL	Arcilla de baja plasticidad
			IP<4 y se grafica en la carta de plasticidad debajo de la línea "A"	ML	Limo de baja plasticidad
		Orgánicos	Límite líquido – secado al horno		Arcilla orgánica
			.....<0.75	OL	Limo orgánico
	<b>Limos y arcillas</b> Límite líquido mayor que 50	Inorgánicos	IP>7 y se grafica en la carta de plasticidad debajo de la línea "A"	CH	Arcilla de alta plasticidad
			IP<4 y se grafica en la carta de plasticidad debajo de la línea "A"	MH	Limo de alta plasticidad
		Orgánicos	Límite líquido – secado al horno		Arcilla orgánica
			.....<0.75	OH	Limo orgánico
<b>Suelos altamente orgánicos</b>		Principalmente materia orgánica de color oscuro	TP	Turba	

## Ensayo de compactación Proctor modificado

Para este ensayo se tuvo como base la norma ASTM D1557 y la NTP 339.141:1999 (SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada). Este ensayo se utiliza para determinar la relación entre el contenido de agua y el peso unitario seco de los suelos. Este método solo se utiliza con suelos que tienen el 30% o menos en peso de sus partículas retenidas en el tamiz de 19,0 mm (3/4pulg).

Además, es importante tener en cuenta las especificaciones técnicas detalladas en el ASTM D1557, 2005, como se muestra a continuación:

**Tabla 10**

*Especificaciones técnicas ensayo Proctor modificado*

Id	Descripción	Und	Proctor modificado		
			A	B	C
1	Método				
2	Condiciones para la selección del método		%Ret. Acum. N°4 ≤ 20%	%Ret. Acum. 3/8" ≤ 20% %Ret. Acum. N°4 ≥ 20%	%Ret. Acum. 3/4" ≤ 30% %Ret. Acum. 3/8" ≥ 20%
3	Tipo de material utilizado		Pasante malla N°4	Pasante malla 3/8"	Pasante malla 3/4"
4	N° de capas	n	5	5	5
5	N° de golpes	N	25	25	56
6	Diámetro de molde	cm	10.16 ± 0.04	10.16 ± 0.04	15.24 ± 0.07
7	Altura del molde	cm	11.64 ± 0.05	11.64 ± 0.05	11.64 ± 0.05
8	Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	944 ± 0.15	944 ± 0.15	2124 ± 0.25
9	Peso del martillo	kg	4.54 ± 0.01	4.54 ± 0.01	4.54 ± 0.01
10	Altura caída del martillo	cm	45.72 ± 0.16	45.72 ± 0.16	45.72 ± 0.16
11	Diámetro del martillo	cm	5.08 ± 0.025	5.08 ± 0.025	5.08 ± 0.025
12	Energía de compactación	Kg/cm	27.485	27.485	27.485

Fuente: Norma ASTM D1557,2005.

**Material y equipo:**

Para este ensayo se utilizó muestra seca y papel filtro. En equipos se utilizó el Proctor modificado (molde cilíndrico, placa de base y anillo de extensión), un pisón Proctor modificado, una balanza con aproximación de 0.01 gr, una estufa con control de temperatura, una probeta de 1000 ml, un recipiente de 6kg de capacidad, una espátula y recipientes debidamente identificados.

**Procedimiento:**

- Primero obtener la muestra seca para el ensayo, de acuerdo con utilizar (método A, B o C).
- Preparar 5 muestras con una determinada cantidad de agua, de tal manera que el contenido de humedad de cada una de ellas varíe aproximadamente en 1/4% entre ellas.
- Ensamblar el molde cilíndrico con la placa de base y el collar de extensión y el papel filtro.
- Compactar cada muestra en 5 capas y cada capa con 25 o 56 golpes (depende del método A, B o C), al terminar de compactar la última capa, se retira el collar de extensión, se enrasa con la espátula y se determina la densidad húmeda ( $D_h$ ).
- Determinar el contenido de humedad de cada muestra compactada ( $W\%$ ), utilizando muestras respectivas de la parte superior e inferior.
- Determinar las densidades secas de cada muestra compactada ( $D_s$ ).
- Dibujar la curva de compactación en escala natural, el dato del contenido de humedad se registra en el eje de abscisas y los datos de densidad seca en el eje de las ordenadas.
- Determinar la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad.

Una vez obtenida la graduación y clasificación de suelos y el cumplimiento

de los resultados de la tierra de acuerdo con la Norma E.080, se realizó el diseño de mezcla utilizando el Proctor para utilizar la cantidad de agua por adobe de acuerdo con el óptimo contenido de humedad.

$$D_s = \frac{D_h}{\left(1 + \frac{W\%}{100}\right)} \dots\dots\dots \text{Ecuación 7. Densidad seca}$$

Donde:

Ds: Densidad seca

Dh: Densidad húmeda

W%: Contenido de humedad de la muestra compactada.

$$D_h = \frac{(M_t - M_{md})}{1000 \times V} \dots\dots\dots \text{Ecuación 8. Densidad húmeda}$$

Donde:

Dh: Densidad húmeda del espécimen compactado (Mg/m3)

Mt: Masa del espécimen húmedo y molde (kg)

Mmd: Masa del molde de compactación (kg)

V: Volumen del modelo de compactación (m3)

## 2.5.5. Elaboración de bloques de tierra compactados (BTC)

### 2.5.5.1. Requisitos para la elaboración del bloque de adobe compactado

De acuerdo con la norma E.080, la elaboración del adobe debe presentar los siguientes requisitos generales. La gradación del suelo debe aproximarse a los siguientes porcentajes: arcillas 10 – 20%, limo 15 – 25% y arena 55 – 70%, no se debe utilizar suelos orgánicos.

El adobe elaborado debe ser macizo y solo se permite que tenga perforaciones

perpendiculares a su cara de asiento, cara mayor, que no representen más de 12 % del área bruta de esta cara.

El adobe deberá estar libre de materias extrañas, de grietas, rajaduras u otros defectos que puedan degradar su resistencia o durabilidad.

### **Forma y dimensiones**

Según la norma NTE E.080, los adobes podrán ser de planta cuadrada o rectangular y en el caso de encuentros con ángulo diferente de 90°, de formas especiales. Sus dimensiones deberán ajustarse a las siguientes proporciones:

- Para adobes rectangulares el largo sea aproximadamente el doble del ancho.
- La relación entre el largo y la altura debe ser del orden de 4 a 1.
- Los bloques de adobe cuadrado no deben sobrepasar los 40 cm de lado, por razones de peso.
- En los posibles la altura debe ser mayor a 8cm.

### **Elaboración de los bloques compactados.**

#### **Material:**

- Máquina CINVA – RAM
- Tierra tamizada
- Fibra de heno
- Balanza
- Bolsas
- Palana
- Plástico
- Tinas

- Guantes
- Agua
- Palana

**Procedimiento:**

- Una vez obtenido el material se procederá a tamizar por la malla N° 4 para evitar la presencia de piedras o grumos grandes de tierra seca.
- La fabricación de adobes se realizará según el porcentaje de fibra y contenido de humedad óptimo obtenido de los ensayos de laboratorio. En la presente investigación se elaborarán 14 adobes compactados por cada porcentaje de fibra (7 adobes que serán sometidos a ensayos de compresión y 7 adobes que serán sometidos a ensayos de flexión).
- Una vez determinados la cantidad de material seco y de heno de acuerdo con los porcentajes considerados para nuestro caso de estudios se mezcló el material separado con el contenido óptimo de agua determinado en los ensayos de Proctor tanto para nuestra muestra patrón como para los adobes con incorporación de heno respectivamente. Una vez preparada la mezcla, se limpió y lubricó con aceite el recipiente de la máquina CINVA – RAM, se vertió la mezcla por capas, entre las cuales se ejerció presión en las cuatro esquinas y en el centro para obtener un llenado uniforme y reducir espacios de aire. Luego se cierra el recipiente con la tapa y se acciona el mecanismo bajando la palanca para aplicar la presión sobre el material y de esta manera formar el bloque. Luego, se regresó la palanca a su posición de descanso o inicial y se retiró el bloque tomándolo por las caras laterales para evitar daños en las aristas.



- De la misma manera se incorporó las fibras de heno en los diferentes porcentajes considerados para nuestro estudio (0.75%, 1.5% y 3.0%), para las diferentes muestras a evaluar.
- Una vez realizados todos los adobes se colocarán en fila en una superficie seca y limpia, clasificándolos de acuerdo con el porcentaje de fibra incorporado.
- Seguidamente los bloques serán secados bajo una superficie techada por 14 días para luego voltearlos y tener un secado uniforme. En total el secado durara 28 días.
- Luego se procederá con el reventado de los 56 bloques de adobe según la disponibilidad del encargado laboratorio.

### **Dosificación del agua y la fibra de heno para la elaboración de adobes compactados.**

#### ➤ **Dosificación de la Fibra de Heno**

La dosificación se desarrolló en el orden de 0.75%, 1.5% y 3.0% de incorporación de fibra de heno; mediante la cantidad de tierra que entra en un Adobe Compactado que es aproximadamente 11kg.

#### ➤ **Dosificación de la cantidad de agua para cada adobe elaborado.**

La dosificación de agua se calculó mediante el ensayo de Proctor Modificado obteniendo el óptimo Contenido de Humedad y la cantidad de tierra que se utiliza en cada adobe (aproximadamente 11kg).

Después que se determinó la dosificación se procedió a hacer la mezcla de la tierra con el agua, según la dosificación para la muestra patrón y por consiguiente el prensado del material en la máquina CINVA-RAM para la obtención del adobe compactado y el mismo procedimiento se sigue para la elaboración del adobe compactado con incorporación de fibra de heno, mediante la dosificación de la fibra de heno y de agua.

Finalmente, las muestras patrón y las muestra con incorporación de fibra de heno fueron sometidos a ensayos de compresión y flexión en la Universidad Privada del Norte.

### 2.5.6. Ensayo de Resistencia a la Compresión

Este ensayo fue realizado en el laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte haciendo uso de la máquina de compresión. La norma E.080 indica que para este ensayo se deben usar 6 cubos. Para nuestro caso de estudio los bloques usados fueron 28 unidades, siendo 7 cubos como adobe patrón, 7 cubos para el adobe compactado con adición del 0.75% de fibra de heno, 7 cubos para el adobe compactado con adición de 1.5% de fibra de heno y 7 cubos para el adobe compactado con adición del 3.0% de fibra de heno. El procedimiento para determinar la resistencia será la siguiente:

$$\sigma = \frac{Pm}{Ab} \dots\dots\dots \text{Ecuación 9. Resistencia a la compresión simple}$$

Donde:

Fb = Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería (Kg/cm<sup>2</sup>)

Pm = Carga máxima de rotura (kg)

Ab = Área bruta de la unidad de albañilería (cm<sup>2</sup>)

Además, tener en cuenta que la resistencia última apta para ser evaluada es 1.0MPa, que equivale a 10.2 kgf/cm<sup>2</sup> tal como lo indica el RNE.080.

### 2.6.7. Ensayo de Resistencia a la Flexión

Este ensayo se realizó en el laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte, en la que se hizo uso de la máquina para ensayos a flexión. La norma E.080 indica que para dicho ensayo se deben ensayar 6 cubos como mínimo, La resistencia a flexión se obtuvo de la resta de una desviación estándar al valor promedio de la muestra. Pare este ensayo el total de cubos ensayados fue de 28 unidades, siendo 7 cubos para la muestra

patrón, 7 cubos para el adobe compactado con la adición de la fibra de heno en 0.75%, 7 cubos para el adobe compactado con la adición de la fibra de heno en 1.5% y 7 cubos para el adobe compactado con adición de fibra de heno al 3%.

## 2.7. Aspectos Éticos

En el desarrollo de cualquier investigación es necesario tener en cuenta varios aspectos éticos con los que podamos desarrollar de manera óptima nuestra investigación, así podemos mencionar:

- **Honestidad:** Cada uno de los datos obtenidos dentro de esta investigación serán debidamente demostrados a través de evidencias como tablas, fotografías o gráficos, buscando de esta manera que la recolección y análisis de datos sean lo más veraces posibles y puedan ser demostrados con nuestra investigación.
- **Compromiso Social:** buscando con nuestra investigación obtener una solución a un presente problema, en el caso de esta investigación es mejorar las construcciones realizadas con adobe incorporando la fibra de heno y de esta manera contribuir al desarrollo de la sociedad.
- **Búsqueda de la verdad y del conocimiento:** tomando en cuenta que el desarrollo de esta investigación se realizó con la finalidad de expandir y mejorar nuestros conocimientos, basando nuestras investigaciones en otras similares.
- **Confidencialidad de información:** con cada resultado o información relevante obtenida en nuestra investigación las cuales no podrán ser divulgadas sin el consentimiento de los autores de la investigación.
- **Respeto:** al realizar la búsqueda de otras investigaciones como antecedentes que nos ayuden a que complementar nuestra investigación y llegar a obtener los resultados deseados.

## CAPÍTULO III: RESULTADOS

### Resultado de los ensayos realizados

#### Contenido de Humedad

Según el ensayo de contenido de humedad realizado al suelo, se obtuvo como resultado 11.78% de humedad.

**Tabla 11**

*Contenido de humedad*

DESCRIPCIÓN	MUESTRA		
Muestra	T1	T2	T3
W (%)	11.97	11.80	11.56
<b>W (%) promedio</b>	<b>11.78%</b>		

*Nota:* Elaboración propia, 2023.

#### Análisis Granulométrico

Según el ensayo de Granulometría por lavado, se obtuvo:

Porcentaje que pasa la malla N° 200 = 54.23%

**Tabla 12**

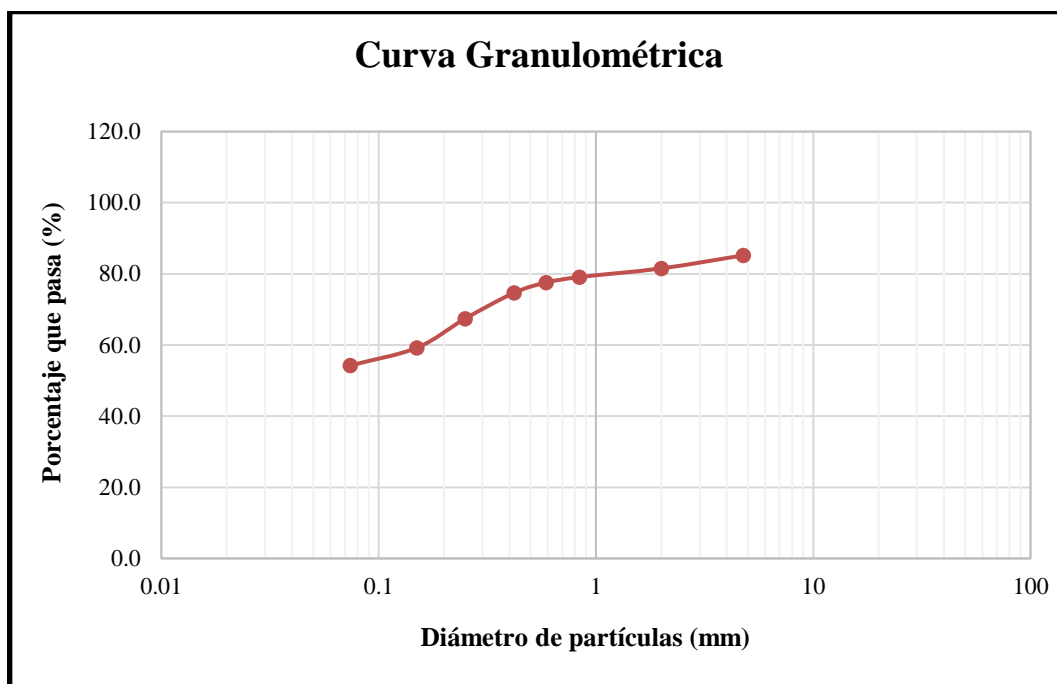
*Análisis granulométrico mediante tamizado por lavado.*

Tamiz	Abertura	%que pasa
N° 4	4,76	85.19
N°10	2	81.54
N°20	0,84	79.10
N°30	0,59	77.56
N°40	0,42	74.66
N°60	0,25	67.40
N°100	0,15	59.22
<b>N°200</b>	<b>0,074</b>	<b>54.23</b>
Pérdida	Lavado	0.00

*Nota:* Elaboración propia, 2023.

## Gráfico 1

### Análisis Granulométrico – Curva Granulométrica



Fuente: Elaboración propia, 2023.

## Límites de Atterberg

- **Límite Líquido**

Del ensayo realizado en laboratorio para determinar el Límite líquido se obtuvo que a 25 golpes el contenido de humedad fue de 31.31%.

**Tabla 13**

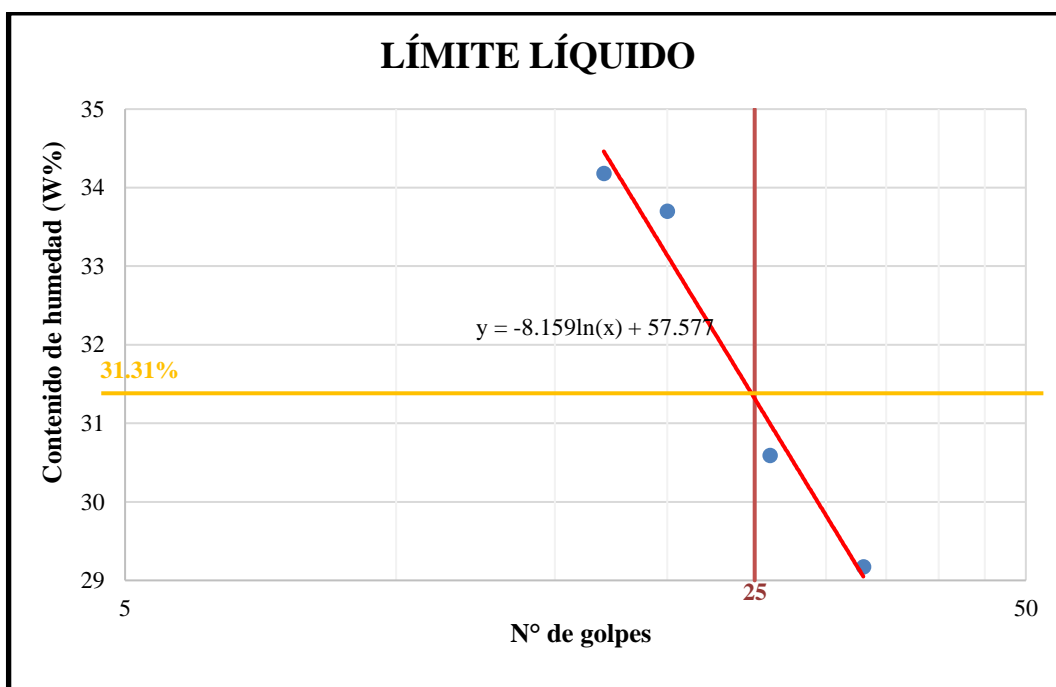
*Límite Líquido*

DESCRIPCIÓN	T1	T2	T3	T4
Nº Golpes	17	20	26	33
Contenido de humedad (%)	34.18	33.70	30.59	29.17

Nota: Elaboración propia, 2023.

## Gráfico 2

*Determinación del límite líquido*



*Fuente: Elaboración Propia, 2023.*

- **Límite Plástico**

Del ensayo realizado en laboratorio para determinar el Límite Plástico se obtuvo que este es de 18.02%.

**Tabla 14**

*Límite Plástico*

DESCRIPCIÓN	T1	T2	T3	T4
Contenido de humedad	21.53	18.12	16.42	16.00
<b>Promedio Límite Plástico</b>	<b>18.02%</b>			

*Nota: Elaboración propia, 2023.*

- **Índice de Plasticidad**

De los resultados de Límite Líquido y Límite de Plasticidad se obtuvo que el índice de Plasticidad es de 13.29%.

**Tabla 15**

*Índice de plasticidad*

Límite Líquido	31.31%
----------------	--------

Límite Plástico	18.02%
Índice de Plasticidad	13.29%

*Nota:* Elaboración propia, 2023.

### Clasificación de suelo

Teniendo los resultados de los ensayos de granulometría para lavado y límites de Atterberg, se procedió a clasificar el suelo en la carta de plasticidad según el sistema SUCS, obteniendo lo siguiente: más del 50% de suelo pasa la malla N°200, por lo tanto, el suelo obtenido de la cantera “Cruz Blanca” es un suelo FINO. Los datos de índice de plasticidad y límite líquido fueron llevados a la carta de plasticidad de Casagrande obteniendo como resultado una arcilla de baja plasticidad, por ello de acuerdo con la clasificación SUCS es un suelo tipo CL: arcilla de baja plasticidad.

### Proctor Modificado

Para realizar el ensayo de Proctor modificado se utilizó cuatro porcentajes de agua (4%, 6%, 8% y 10%) tanto para el adobe patrón como para los porcentajes de heno a utilizar respectivamente, y también se usó 2.5kg de suelo seco por cada ensayo realizado. En el siguiente cuadro se muestra la cantidad exacta de agua utilizada expresado en ml y la cantidad de heno utilizado, expresado en gramos.

**Tabla 16**

*Proctor modificado – Cantidad de agua y heno*

Tipo de muestra	Cantidad de suelo seco (kg)	Cantidad de agua (ml)	Cantidad de fibra (gr)
Adobe patrón	2.5 kg	100 ml	0 gr
Adobe con fibra de heno (0.75%)	2.5 kg	150 ml	18.75 gr
Adobe con fibra de heno (1.5%)	2.5 kg	200 ml	37.50 gr
Adobe con fibra de heno (3.0%)	2.5 kg	250 ml	75.00 gr

Para el Proctor modificado de la muestra patrón se utilizó 2.5 kg de suelo seco y 4% de agua que representan 100 ml de agua. Se realizó 4 ensayos, de los cuales se obtuvieron dos muestras por cada uno de los ensayos. Luego por cada ensayo realizado se obtuvo el promedio de porcentaje de humedad óptima y la densidad seca máxima. Finalmente, en la gráfica se obtuvo que de acuerdo con el pico más alto de la curva la densidad seca máxima fue de 2.0799gr/cm<sup>3</sup> y el contenido de humedad óptima máximo que fue de 14.29% para el adobe patrón.

**Tabla 17**

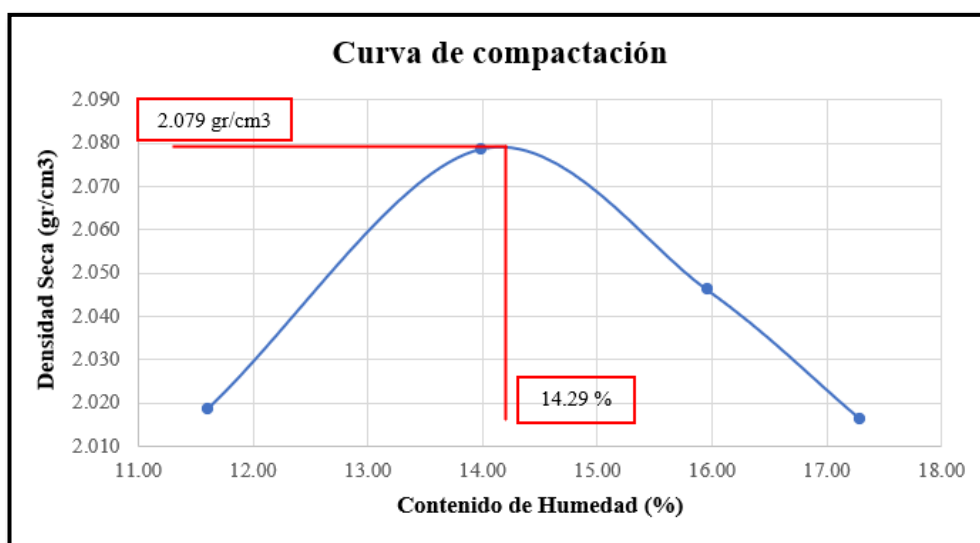
*Cuadro resumen. Proctor Modificado de adobe patrón con 4% de agua.*

MUESTRA	DENSIDAD	W%
1	2.019	11.612
2	2.079	13.987
3	2.046	15.959
4	2.016	17.295

*Nota:* Elaboración propia, 2023.

**Gráfico 3**

*Curva de porcentaje de humedad óptima para muestra patrón con 4% de agua.*



*Fuente:* Elaboración propia, 2023.



Para el Proctor modificado de la muestra con 0.75% que representa 18.75 gr de heno, se utilizó 2.5 kg de suelo seco y 6% de agua que representan 150 ml de agua. Se realizó 4 ensayos, de los cuales se obtuvieron dos muestras por cada uno de los ensayos. Luego por cada ensayo realizado se obtuvo el promedio de porcentaje de humedad óptima y la densidad seca máxima. Finalmente, en la gráfica se obtuvo que de acuerdo con el pico más alto de la curva la densidad seca máxima fue de 1.965 gr/cm<sup>3</sup> y el contenido de humedad óptima máximo que fue de 14.00% para el adobe con 0.75% de heno.

**Tabla 18**

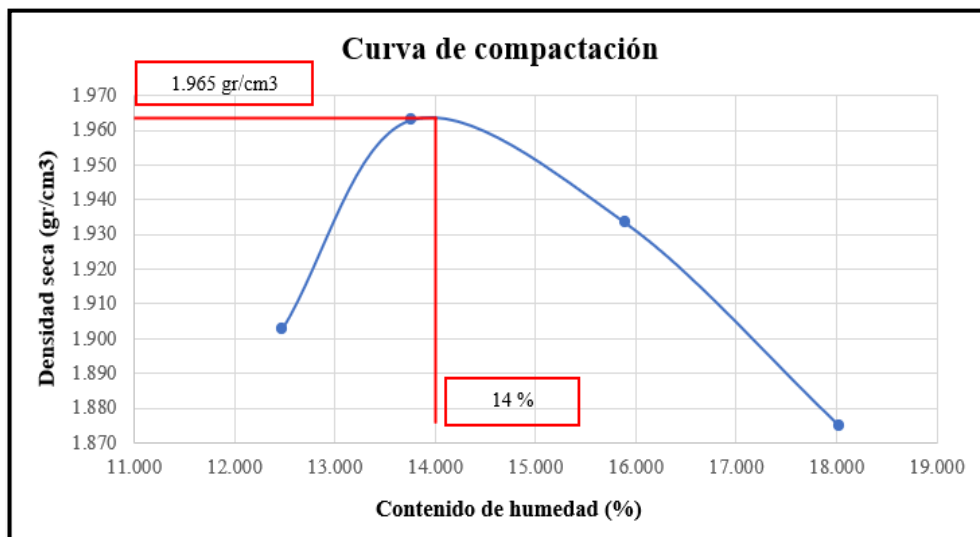
*Cuadro resumen. Proctor Modificado con 0.75% de heno y 6% de agua.*

MUESTRA	DENSIDAD	W%
1	1.903	12.477
2	1.963	13.760
3	1.934	15.894
4	1.875	18.032

*Nota:* Elaboración propia, 2023.

**Gráfico 4**

*Curva de porcentaje de humedad óptima para muestra con 0.75% de heno y 6% de agua.*



*Fuente:* Elaboración propia, 2023.

Para el Proctor modificado de la muestra con 1.5% que representa 37.50 gr de heno, se utilizó 2.5 kg de suelo seco y 8% de agua que representan 200 ml de agua. Se realizó 4

ensayos, de los cuales se obtuvieron dos muestras por cada uno de los ensayos. Luego por cada ensayo realizado se obtuvo el promedio de porcentaje de humedad óptima y la densidad seca máxima. Finalmente, en la gráfica se obtuvo que de acuerdo con el pico más alto de la curva la densidad seca máxima fue de 1.916 gr/cm<sup>3</sup> y el contenido de humedad óptima máximo que fue de 14.10% para el adobe con 1.5% de heno.

**Tabla 19**

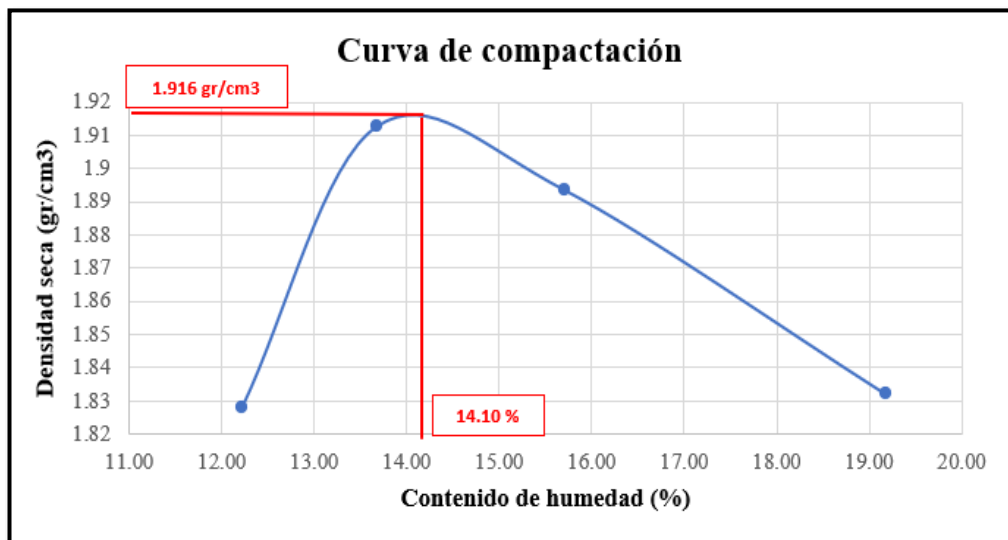
*Cuadro resumen. Proctor Modificado con 1.5% de heno y 8% de agua.*

MUESTRA	DENSIDAD	W%
1	1.828	12.224
2	1.913	13.678
3	1.894	15.711
4	1.832	19.176

*Nota:* Elaboración propia, 2023.

**Gráfico 5**

*Curva de porcentaje de humedad óptima para muestra con 1.5% de heno y 8% de agua.*



*Fuente:* Elaboración propia, 2023.

Para el Proctor modificado de la muestra con 3.0% que representa 75.00 gr de heno, se utilizó 2.5 kg de suelo seco y 10% de agua que representan 250 ml de agua. Se realizó 4 ensayos, de los cuales se obtuvieron dos muestras por cada uno de los ensayos. Luego por cada ensayo realizado se obtuvo el promedio de porcentaje de humedad óptima y la

densidad seca máxima. Finalmente, en la gráfica se obtuvo que de acuerdo con el pico más alto de la curva la densidad seca máxima fue de 1.838 gr/cm<sup>3</sup> y el contenido de humedad óptima máximo que fue de 13.45% para el adobe con 3.0% de heno.

**Tabla 20**

*Cuadro resumen. Proctor Modificado con 3.0% de heno y 10% de agua.*

MUESTRA	DENSIDAD	W%
1	1.796	11.273
2	1.838	13.383
3	1.809	15.393
4	1.757	17.952

*Nota:* Elaboración propia, 2023.

De las tablas y gráficos anteriores referidas al ensayo de Proctor Modificado, se tiene la siguiente tabla y gráfico de barras resumen conteniendo el promedio de la densidad y contenido de humedad óptimo.

**Tabla 21**

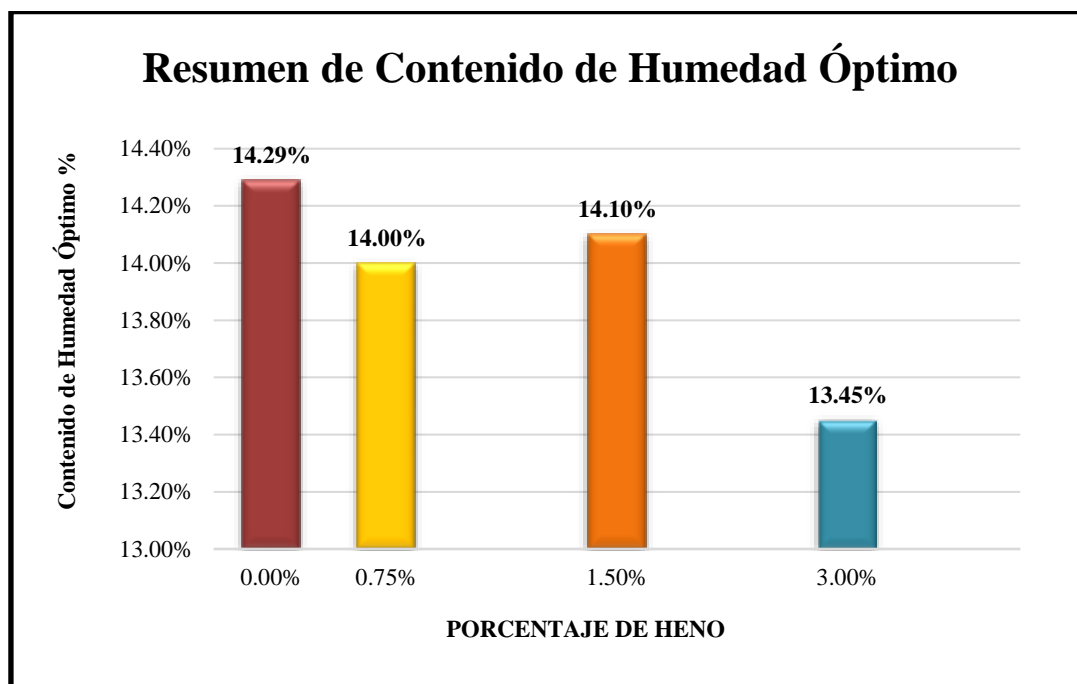
*Resumen de resultados de ensayo de Proctor modificado*

Tipo de muestra	Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	Contenido de humedad óptima (%)
Adobe patrón	2.0799	14.29%
Adobe con fibra de heno (0.75%)	1.965	14.00%
Adobe con fibra de heno (1.5%)	1.916	14.10%
Adobe con fibra de heno (3.0%)	1.838	13.45%

*Nota:* Elaboración propia, 2023.

## Gráfico 6

*Resumen de Contenido de humedad.*



*Fuente:* Elaboración propia, 2023.

## Dosificación de materiales para elaboración de adobes

En la Tabla 16 se realizó el cálculo de la cantidad aproximada de agua representada en ml y la cantidad de fibra de heno representada en gr, que se incorporará a cada adobe que será sometido al ensayo de Resistencia a Flexión, teniendo en cuenta la cantidad de material seco y el contenido de humedad óptimo obtenido tanto para el adobe como para cada porcentaje de adición de fibra de heno.

**Tabla 22**

*Cantidad de material utilizado en la elaboración de adobes para ensayo de FLEXIÓN.*

Tipo de muestra	Cantidad de material (kg)	Contenido de humedad (%)	Cantidad de agua aprox. (ml)	Cantidad de fibra de heno (gr)
Adobe patrón	11.00 kg	14.29%	1571.90 ml	0.00 gr
Adobe con fibra de heno (0.75%)	11.00 kg	14.00%	1540.00 ml	82.50 gr

Adobe con fibra de heno (1.5%)	11.00 kg	14.10%	1551.00 ml	165.00 gr
Adobe con fibra de heno (3.0%)	11.00 kg	13.45%	1479.50 ml	330.00 gr

*Nota:* Elaboración propia, 2023.

En la Tabla 17 se realizó el cálculo de la cantidad aproximada de agua representada en ml y la cantidad de fibra de heno representada en gr, que se incorporará a cada adobe que será sometido al ensayo de Resistencia a Compresión, teniendo en cuenta la cantidad de material seco y el contenido de humedad óptimo obtenido tanto para el adobe como para cada porcentaje de adición de fibra de heno.

**Tabla 23**

*Cantidad de material utilizado en la elaboración de adobes para ensayo de COMPRESIÓN.*

Tipo de muestra	Cantidad de material (kg)	Contenido de humedad (%)	Cantidad de agua aprox. (ml)	Cantidad de fibra de heno (gr)
Adobe patrón	5.5 kg	14.29%	785.95 ml	0.00 gr
Adobe con fibra de heno (0.75%)	5.5 kg	14.00%	770.00 ml	41.25 gr
Adobe con fibra de heno (1.5%)	5.5 kg	14.10%	775.50 ml	82.50 gr
Adobe con fibra de heno (3.0%)	5.5 kg	13.45%	739.75 ml	165.00 gr

*Nota:* Elaboración propia, 2023.

## ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN

**Tabla 24**

*Resumen de Resistencia a compresión de los bloques de adobe compactado con 0% de fibra de heno*

Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación (mm)
MP1	7779	34.81	4.96
MP2	8000	35.80	4.77
MP3	8940	39.74	4.20
MP4	10888	48.39	4.85
MP5	7217	33.63	4.54

MP6	9998	45.35	4.28
MP7	8625	38.59	3.80
<b><math>\sigma</math> prom =</b>		<b>39.47</b>	<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>Des. Estándar =</b>		<b>5.54</b>	

Nota: Elaboración propia, 2023.

### Tabla 25

*Resumen de Resistencia a compresión de los bloques de adobe compactado con 0.75% de fibra de heno*

Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación (mm)
M1	9965	44.03	5.62
M2	10517	49.42	7.80
M3	10790	50.70	5.95
M4	9654	42.65	7.20
M5	10409	47.54	6.61
M6	10026	46.42	7.60
M7	10366	46.71	6.27
<b><math>\sigma</math> prom =</b>		<b>46.78</b>	<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>Des. Estándar =</b>		<b>2.82</b>	

Nota: Elaboración propia, 2023.

### Tabla 26

*Resumen de Resistencia a compresión de los bloques de adobe compactado con 1.5% de fibra de heno*

Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación (mm)
M1	10118	47.24	8.81
M2	9254	42.26	9.18
M3	9713	43.22	8.48
M4	8793	39.61	7.32
M5	10033	45.21	8.72
M6	9304	42.55	9.06
M7	10169	46.46	8.46
<b><math>\sigma</math> prom =</b>		<b>43.79</b>	<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>Des. Estándar =</b>		<b>2.67</b>	

Nota: Elaboración propia, 2023.

**Tabla 27**

*Resumen de Resistencia a compresión de los bloques de adobe compactado con 3.0% de fibra de heno*

Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación (mm)
M1	7275	29.70	9.40
M2	7293	31.16	9.83
M3	8701	37.93	11.15
M4	6890	30.66	10.51
M5	7090	31.33	9.11
M6	7666	33.63	10.55
M7	6310	28.43	10.03
<b><math>\sigma</math> prom =</b>		<b>31.83</b>	<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>Des. Estándar =</b>		<b>3.13</b>	

*Nota:* Elaboración propia, 2023.

**Tabla 28**

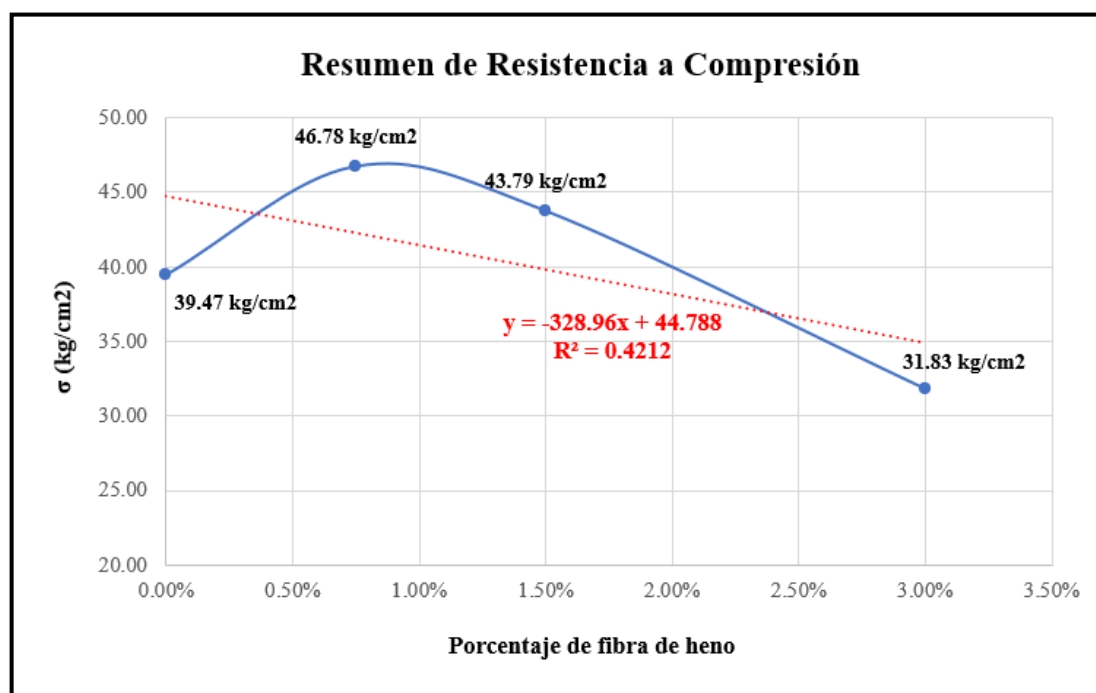
*Resumen de la Resistencia a Compresión de acuerdo con el porcentaje de fibra de heno*

Muestra	Resistencia a Compresión			
	0%	0.75%	1.5%	3.0%
<b>M1</b>	34.81	44.03	47.24	29.70
<b>M2</b>	35.80	49.42	42.26	31.16
<b>M3</b>	39.74	50.70	43.22	37.93
<b>M4</b>	48.39	42.65	39.61	30.66
<b>M5</b>	33.63	47.54	45.21	31.33
<b>M6</b>	45.35	46.42	42.55	33.63
<b>M7</b>	38.59	46.71	46.46	28.43
<b>Promedio</b>	<b>39.47</b>	<b>46.78</b>	<b>43.79</b>	<b>31.83</b>
<b><math>\sigma</math></b>	<b>5.54</b>	<b>2.82</b>	<b>2.67</b>	<b>3.13</b>

*Nota:* Elaboración propia, 2023.

## Gráfico 7

Gráfico resumen de Resistencia a Compresión.



Fuente: Elaboración propia, 2023.

## ENSAYO RESISTENCIA A FLEXIÓN

**Tabla 29**

Resumen de Resistencia a flexión de los bloques de adobecomcompactado con 0% de fibra de heno

Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación (mm)
MP1	312	6.24	0.55
MP2	312	5.48	0.55
MP3	334	6.46	0.58
MP4	484	9.37	0.78
MP5	432	7.63	0.78
MP6	575	10.09	1.76
MP7	656	11.44	1.45
<b>σ prom =</b>		<b>8.10</b>	<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>Des. Estándar =</b>		<b>2.23</b>	

Nota: Elaboración propia, 2023.



**Tabla 30**

*Resumen de Resistencia a flexión de los bloques de adobecomcompactado con 0.75% de fibra de heno*

Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación (mm)
M1	499	8.70	2.16
M2	390	7.02	1.85
M3	487	9.00	2.01
M4	502	9.16	2.25
M5	313	5.82	1.30
M6	410	7.63	1.98
M7	358	6.66	1.60
<b><math>\sigma</math> prom =</b>		<b>7.71</b>	<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>Des. Estándar =</b>		<b>1.28</b>	

*Nota:* Elaboración propia, 2023.

**Tabla 31**

*Resumen de Resistencia a flexión de los bloques de adobecomcompactado con 1.5% de fibra de heno*

Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación (mm)
M1	389	6.83	1.33
M2	457	8.45	2.00
M3	484	8.83	2.33
M4	498	9.14	2.56
M5	349	6.49	2.52
M6	490	8.94	2.96
M7	479	8.85	2.15
<b><math>\sigma</math> prom =</b>		<b>8.22</b>	<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>Des. Estándar =</b>		<b>1.09</b>	

*Nota:* Elaboración propia, 2023.

**Tabla 32**

*Resumen de Resistencia a flexión de los bloques de adobecomcompactado con 3.0% de fibra de heno*

Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación (mm)
M1	210	3.69	0.78
M2	340	5.97	1.52
M3	207	3.63	3.02
M4	344	6.04	1.10
M5	327	5.74	3.32
M6	248	4.35	4.00

M7	198	3.48	3.04
<b><math>\sigma</math> prom =</b>		<b>4.70</b>	<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>Des. Estándar =</b>		<b>1.17</b>	

Nota: Elaboración propia, 2023.

**Tabla 33**

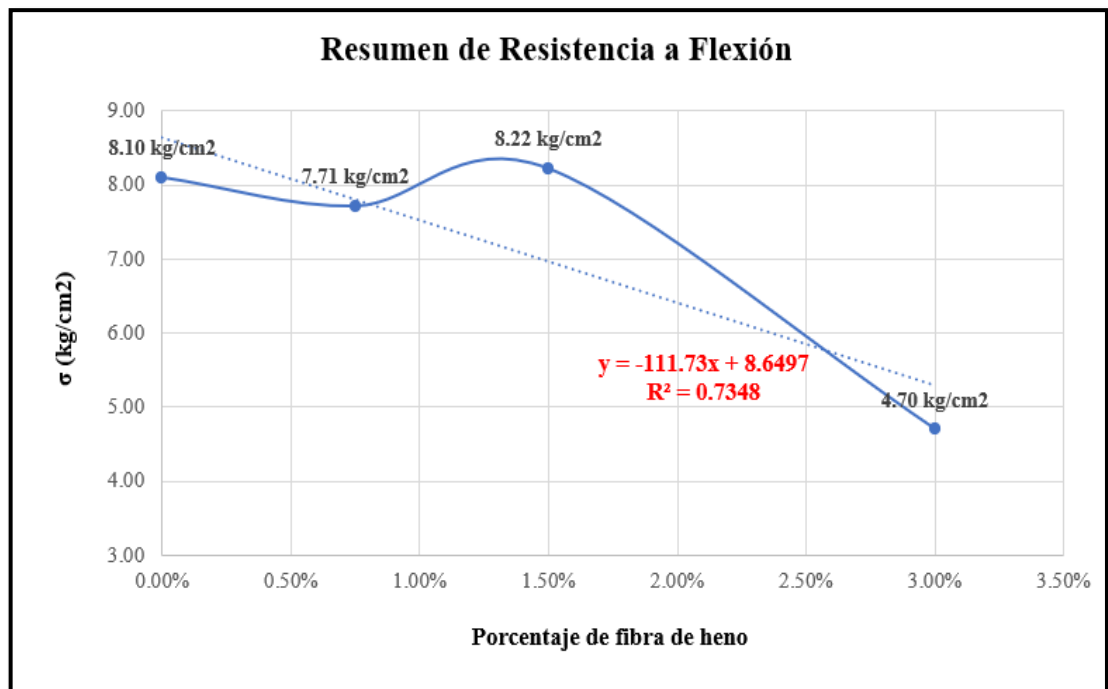
*Resumen de la Resistencia a Flexión de acuerdo con el porcentaje de fibra de heno*

Muestra	Resistencia a Compresión			
	0%	0.75%	1.5%	3.0%
M1	6.24	8.70	6.83	3.69
M2	5.48	7.02	8.45	5.97
M3	6.46	9.00	8.83	3.63
M4	9.37	9.16	9.14	6.04
M5	7.63	5.82	6.49	5.74
M6	10.09	7.63	8.94	4.35
M7	11.44	6.66	8.85	3.48
<b>Promedio</b>	<b>8.10</b>	<b>7.71</b>	<b>8.22</b>	<b>4.70</b>
<b><math>\sigma</math></b>	<b>2.23</b>	<b>1.28</b>	<b>1.09</b>	<b>1.17</b>

Nota: Elaboración propia, 2023.

**Gráfico 8**

*Gráfico resumen de Resistencia a Flexión.*



## CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión

En el desarrollo del proyecto de investigación se han presentado algunas limitaciones tales como: el acarreo del material debido a que fue recogido en épocas de lluvia dificultando así el transporte y secado del material, por otro lado, la realización de los ensayos en el laboratorio de suelos y concreto, debido a la gran cantidad de tesis y llenado del horno. Con respecto a la parte teórica, si bien el heno es un material aún NO muy usado en muchos lugares del mundo, tanto en nuestro país, así como en nuestra localidad, no se encontraron estudios en los que se han utilizado esta fibra, por lo cual se optó por considerar estudios en los que utilizaron fibras naturales para poder realizar las comparaciones de resultados.

Las unidades de adobe compactado con adición de fibras de heno lograron obtener una resistencia mínima de 46.78kg/cm<sup>2</sup>, logrando de esta manera, superar a la resistencia mínima a la compresión de la unidad de adobe mencionada en el Reglamento Nacional de Edificaciones E.080, la cual tiene como valor 10.2kg/cm<sup>2</sup>.

Caballero, Silva y Montes (2010) en su estudio para determinar las dimensiones y concentraciones de fibra de bagazo de maguey en el adobe compactado, determinaron que, al incorporar al adobe compactado fibras con longitudes de 25 mm y concentraciones de 1% se incrementó la resistencia a compresión en un 24.12%. Sin embargo, en la presente investigación se obtuvo que la resistencia máxima promedio obtenida con la adición de fibra de heno en longitudes de 30 mm, se logró con el incremento de 0.75% de adición de fibra de heno con respecto al adobe patrón, en un 18.52%. Con ello podemos inferir que mientras aumenta la proporción de fibra incorporada al adobe compactado, la resistencia a la compresión va disminuyendo significativamente. En la presente investigación los resultados con menor resistencia se produjeron con la incorporación de

3% de fibra de heno disminuyendo su resistencia en un 19.36% con respecto a la resistencia obtenida en el adobe compactado patrón.

En el caso del estudio realizado por Carbajal J. (2022), denominado Influencia de la paja de trigo en el adobe sobre la succión, compresión y flexión en el distrito de Santiago de Chuco, determinó que al adicionar 1%, 3% y 5% de paja de trigo si influyó en incrementar la resistencia de la unidad del adobe en los tres tipos de dosificación que se trabajó hasta en más del 54%, donde se obtuvo resultados mayores a los esfuerzos mayores al del adobe patrón, cumpliendo de esa manera los parámetros mínimos que determina la Norma E.080. Con la incorporación del 1% y 5% de paja de trigo se logró una mezcla de barro trabajable para la fabricación de las unidades de adobe, mientras que para el 3% de paja de trigo se obtuvo la mayor resistencia a compresión siendo esta de 20.49kg/cm<sup>2</sup> y una resistencia a flexión de 5.81kg/cm<sup>2</sup>. Sin embargo, en nuestra investigación se determinó que la mayor resistencia se obtuvo con el menor porcentaje de fibra que es de 0.75%. Como podemos observar en base a los resultados, a más porcentaje de paja de trigo se adiciona aumenta su resistencia, caso contrario a nuestra investigación que a menor porcentaje de heno es mayor la resistencia por lo que podemos inferir que esto sucede debido al tipo de elemento utilizado ya que la paja de trigo es un elemento delgado y trabajable en conjunto con el adobe, mientras que la fibra de heno al ser una fibra gruesa y hueca, dificulta la trabajabilidad con el adobe y a mayor cantidad genera vacíos en el adobe compactado disminuyendo de esta manera su resistencia.

Al comparar el Gráfico 7 de Resumen de Resistencia a Compresión se pudo observar que con la adición de 0.75% de fibra de heno la resistencia aumentó un 18.52% llegando hasta 46.78kg/cm<sup>2</sup>, caso contrario lo que sucedió con el adobe con 3% de fibra de heno que disminuyó su resistencia un 19.36% llegando a 31.83kg/cm<sup>2</sup> en base al adobe patrón que fue de 39.47kg/cm<sup>2</sup>.

Al comparar el Gráfico 8 de Resumen de Resistencia a Flexión se pudo observar que con la adición de 1.5% de fibra de heno la resistencia a flexión aumentó un 1.48% llegando hasta 8.22kg/cm<sup>2</sup>, caso contrario sucedió con el 3% de fibra de heno que disminuyó la resistencia a flexión en 41.79% llegando a 4.70kg/cm<sup>2</sup>, en base a la resistencia mínima del adobe patrón que fue de 8.10kg/cm<sup>2</sup>.

#### 4.2. Conclusiones

- Se realizaron los ensayos correspondientes para determinar las propiedades del material seco que fue extraído de la cantera “Cruz Blanca” y se determinó la resistencia a compresión y flexión del adobe compactado con la adición de fibras de heno en porcentajes de 0.75%, 1.5% y 3.0%.
- Se determinó las propiedades físicas de la muestra patrón (MP): agregado convencional, extraído de la cantera “Cruz Blanca”, concluyendo que tiene un contenido de humedad de 11.78% y un índice de plasticidad de 13.29% que de acuerdo con la carta de plasticidad de Casagrande, se clasifica como arcillas inorgánicas de baja plasticidad y de acuerdo a la clasificación SUCS es un suelo tipo CI: “arcilla de baja plasticidad”, lo cual podría afectar a los adobes compactados convirtiéndolos en bloques frágiles, disminuyendo de así su resistencia a compresión y flexión de dichas unidades.
- La resistencia a compresión de los bloques de adobe compactado tiene una resistencia de 33.93 kg/cm<sup>2</sup> para la muestra patrón y para los porcentajes de 0.75%, 1.5% y 3.0% presentan valores de 43.96 kg/cm<sup>2</sup>, 41.12 kg/cm<sup>2</sup> y 28.71 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, siendo valores mayores a los especificado en la norma E-080. Los bloques con adición de 0.75% y 1.5% presentaron un aumento de resistencia en base al adobe patrón, mientras que los adobes con adición de 3.0% de fibra de heno redujeron su resistencia.

- La resistencia a flexión del bloque de adobe compactado de la muestra patrón es de 5.87 kg/cm<sup>2</sup> y con porcentajes de 0.75%, 1.5% y 3.0% presenta valores de 6.43 kg/cm<sup>2</sup>, 7.13 kg/cm<sup>2</sup> y 3.53 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Los bloques con adición de 1.5% de fibra de heno presentan una resistencia mayor a la muestra patrón, pero disminuye con la adición de 0.75% y 3.0% de fibra de heno.
- Por último, en base a los datos obtenidos en nuestra investigación podemos decir que la hipótesis se cumple parcialmente ya que, aunque todas las muestras superaron la resistencia mínima establecida en el RNE que es de 10.2 kg/cm<sup>2</sup>, en el caso de los porcentajes de 0.75% y 1.5% superaron la resistencia en función al adobe patrón, pero disminuyó con el 3% de fibra de heno tanto en los ensayos a compresión y flexión.

## Referencias

- Abessolo, D., Biwole, A. B., Fokwa, D., Ganou Koungang, B. M., & Baah, Y. B. (2022). Physical, Mechanical and Hygroscopic Behaviour of Compressed Earth Blocks Stabilized with Cement and Reinforced with Bamboo Fibres. *In International Journal of Engineering Research in Africa* (Vol. 59, pp. 29-41). Trans Tech Publications Ltd.
- Alayo, D. (2018). *Resistencia a la flexión y compresión axial del adobe compactado con adición de fibra de yute, Cajamarca 2017*. Trabajo para obtener título profesional. Universidad Privada del Norte.
- ASTM. D1557 (2005). *Proctor Modificado: Society For Testing And Materials*.
- ASTM. D2216 (1898). *Contenido de humedad: Society For Testing And Materials*.
- ASTM. D421 (1898). *Análisis Granulométrico: Society For Testing And Materials*.
- ASTM. D4318 (1898). *Límites de plasticidad: American Society For Testing And Materials*.
- Astudillo, G. (2014, Julio). *La paca de heno, otra opción para la construcción de casas*. El COMERCIO. <https://www.elcomercio.com/tendencias/construir/machachi-arquitectura-vivienda-ecologia.html>
- Bitar, R., Saad, G., Awwad, E., El Khatib, H., & Mabdot, M. (2020). Strengthening unreinforced masonry walls using natural hemp fibers. *Journal of Building Engineering*, 30, 101253. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.job.2020.101253>
- Bolaños, J. (2016). *Resistencia a compresión, flexión y absorción del adobe compactado con adición de goma de tuna*. Trabajo para obtener título profesional. Universidad Privada del Norte.

- Caballero, M., Silva, L. y Montes, J. (2010). *Resistencia mecánica del adobe compactado incrementada por bagazo de Agave*. Instituto Politécnico Nacional. Oaxaca, México.
- Calabria, J. (2008). *Microestructura y degradación química de ladrillos de adobe y arcilla*. *Ceramics International*, 665-671. Volumen 35.
- Carbajal, J. (2022). *Influencia de la paja de trigo en el adobe sobre la succión, compresión y flexión en el distrito de Santiago de Chuco – La Libertad, 2021*. Trabajo para obtener título profesional. Universidad Privada del Norte.
- Carhuanambo, J. (2016). *Propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado con adición de viruta y aserrín, Cajamarca 2016*. Trabajo para obtener título profesional. Universidad Privada del Norte.
- Cotrina, W. (2021). *Resistencia a la compresión y flexión y absorción del adobe compactado, adicionando fibra de fique*. Trabajo para obtener título profesional. Universidad Privada del Norte.
- Crespo, C. (2004). *Mecánica de suelos y cimentaciones* (5°. Ed.). México: Limusa
- Chávez, D. (2010). *Manual de construcción con adobe reforzado con geomallas de viviendas de bajo costo saludables y seguras*. Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Chávez, J. (2019). *Propiedades físico y mecánicas del adobe compactado con incorporación de fibras de coco. Cajamarca*. Trabajo para obtener título profesional. Universidad Privada del Norte.
- De Valencia, R., Limón Villalba, F., & Arruda Folho, E. (s.f.). *Tecnologías apropiadas y apropiables de construcción, saneamiento básico y energías alternativas*. Secretaría Pro Tempore del Tratado de Cooperación Amazónica, 43.



Instituto Nacional de Estadística e Informática. (INEI, 2018). *Perú: Características de las viviendas particulares y los hogares, acceso a servicios básicos. Censos nacionales 2017: XII de población, VII de vivienda y III de comunidades indígenas*. INEI.

Lacouture. (2002). *Estudio de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones construidas en técnicas de adobe y tapia pisada*. Bogotá.

Martínez, G., Hernández, J., López, T., & Menchaca, C. (2015). *Materiales sustentables y reciclados en la construcción*. México.

Morales, V., Ortiz, M., & Alvaréz, R. (2007). *Mejoramiento de las propiedades mecánicas del adobe compactado*. CCIDIR Unidad Oaxaca, México, 5, 48. ([https://www.ciidiroaxaca.ipn.mx/revista/sites/www.ciidiroaxaca.ipn.mx.revista/files/pdf/vol5num1/mejoramiento\\_propiedades.pdf](https://www.ciidiroaxaca.ipn.mx/revista/sites/www.ciidiroaxaca.ipn.mx.revista/files/pdf/vol5num1/mejoramiento_propiedades.pdf)).

NTE E.080. (2017). Adobe. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

Omar A. Pacuri, Z. (2014). *Efecto de la adición de aglomerante en la resistencia mecánica y absorción del adobe compactado*. Puno – Perú.

Pineda, J., Vega, D., Manzano, R. Pérez, R., Balmori, R., & Hernández, L. (2005). Mejora de las propiedades mecánicas e hidrofóbicas de Adobes para la industria de la construcción mediante la adición de agentes poliméricos. *ELSEVIER*.

Ríos Pérez, E. (2010). *Efecto de la Adición de Látex natural y Jabón en la resistencia mecánica y absorción del adobe compactado*. Oaxaca. México. Recuperado de: <http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/10621/199.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Roel E. Mamani C., (2017). *Prototipo de vivienda con adobe mejorado en el distrito de Chupa Azángaro*. Puno – Perú.

Salazar, L. (2019). *Resistencia a la compresión axial del adobe compactado con adición de fibras de Maguey, Cajamarca 2017*. Trabajo para obtener título profesional. Universidad Privada del Norte.

Ramos, C. (2020). Los Alcances de una Investigación. *CienciAmérica*, 9(3). Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.33210/ca.v9i3.336>.

Martins, F. (2013). Diseño de la investigación. *Aprendo metodología*. Vol 1, núm. 3. Pág. 96.

Borja, P. (2016). *Economipedia*. Estudio transversal. Recuperado de: <https://economipedia.com/definiciones/estudio-transversal.html>.

## **Anexos**

### **ANEXO 1: Panel Fotográfico**

**Fotografía 1:** Obtención y secado de heno



**Fotografía 2:** Obtención de suelo de la Cantera “Cruz Blanca”



**Fotografía 3:** Realizando ensayo de granulometría



**Fotografía 4:** Realizando ensayo de Límite Líquido



**Fotografía 5:** Realizando ensayo de Límite Plástico



**Fotografía 6:** Preparación de muestra para ensayo de Proctor Modificado.





**Fotografía 7:** Realizando ensayo de Proctor Modificado



**Fotografía 8:** Máquina CINVA RAM utilizada para elaboración de los BTC.



**Fotografía 9:** Tamizado de material para elaboración de adobes.



**Fotografía 10:** Preparación de mezcla para elaboración de adobes.





**Fotografía 11:** Elaboración de adobes.



**Fotografía 12:** Supervisión de nuestra asesora.



**Fotografía 13:** Adobe elaborado en la máquina CINVA RAM.



**Fotografía 14:** Secado de adobes.



**Fotografía 15:** Medición de adobes.



**Fotografía 16:** Realizando ensayos de compresión





**Fotografía 17:** Realizando ensayos a flexión



**Fotografía 18:** Adobes que fueron sometidos a ensayos a compresión y flexión.



## **ANEXO 2: Protocolos de ensayos realizado**

<b>LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>			
<b>PROTOCOLO</b>			
	<b>ENSAYO:</b>	CONTENIDO DE HUMEDAD	
	<b>TESIS:</b>	“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%), CAJAMARCA 2023”	
<b>CALICATA:</b>	C-1	<b>ESTRATO:</b>	TIPO DE MATERIAL: Muestra Patrón
<b>UBICACIÓN:</b>	"Cruz Blanca"		<b>COLOR DE MATERIAL:</b> Rojizo
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	22/01/2023	<b>RESPONSABLES:</b>	Martos Guevara, Yajaira Anaís Quiliche Villar, Kevin Antony
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	15/02/2023	<b>REVISADO POR:</b>	

Temperatura de Secado

60 °C / 110 °C / Ambiente

Método

Horno 110 ± 5 °C

CONTENIDO DE HUMEDAD					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente o Tara		T-1	T-2	T-3
B	Peso del Recipiente	gr	26.10	27.76	27.89
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	91.68	117.15	126.64
D	Recipiente + Suelo Seco	gr	84.67	107.72	116.39
E	Peso del Agua (Ww) C - B	gr	7.01	9.43	10.25
F	Peso Suelo Seco (Ws) D - B	gr	58.57	79.96	88.70
W%	Porcentaje de humedad (E / F) * 100	%	11.97	11.80	11.56
G	Promedio Porcentaje Humedad	%	11.78		

$$(W\%) = \frac{Ww}{Ws} * 100$$

**OBSERVACIONES:**

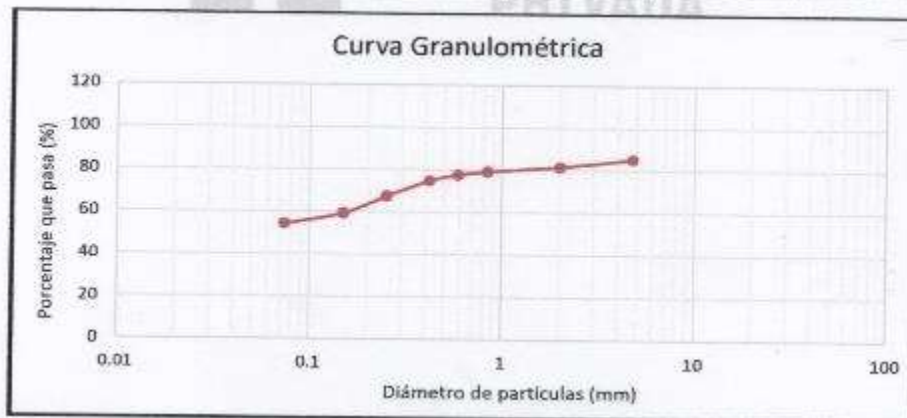
RESPONSABLE DE ENSAYO:	RESPONSABLE DE ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anaís	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martinez	Ing. Felix Vela Velásquez Reg. CIP. N° 222077
Fecha: 16/02/2023	Fecha: 16/02/2023	Fecha: 16/02/2023	Fecha: 16/02/2023



	LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMETRIA MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO			
TESIS:	“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRAS DE HENO EN PORCENTAJES (0.75%, 1.5%, 3.0%), CAJAMARCA 2023”				
CALICATA:	C-1	ESTRATO:		TIPO DE MATERIAL:	Muestra Patrón
UBICACIÓN:	"Cruz Blanca"		COLOR DE MATERIAL:	Rojizo	
FECHA DE MUESTREO:	22/01/2023		RESPONSABLE:	Martos Guevara, Yajaira Anaís Quiliche Villar, Kevin Antony	
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2023		REVISADO POR:		

Peso de muestra seca; Ws      500.00      gr

Tamiz	Abertura	Peso Retenido	% RP	%RA	% que pasa
Nº 4	4,76	74.07	14.81	14.81	85.19
Nº10	2	18.26	3.65	18.46	81.54
Nº20	0,84	12.18	2.44	20.90	79.10
Nº30	0,59	7.7	1.54	22.44	77.56
Nº40	0.42	14.47	2.90	25.34	74.66
Nº60	0,25	36.32	7.26	32.60	67.40
Nº100	0,15	40.88	8.18	40.78	59.22
Nº200	0,074	24.98	4.99	45.77	54.23
Perdida	Lavado	271.14	54.23	100.00	0.00
Total		500.00	100		



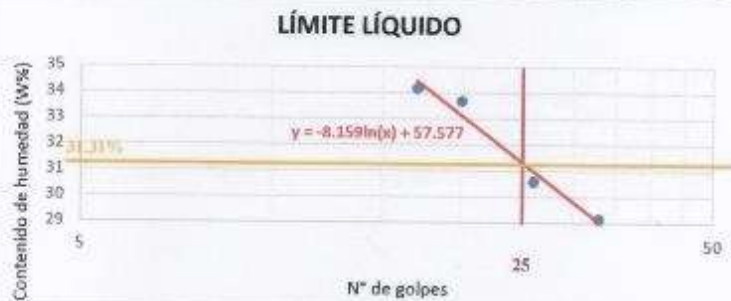
OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DE ENSAYO:	RESPONSABLE DE ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anaís	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martínez	Ing. Félix Alejandra Velásquez Huayta Reg. C.I.F. N° 222077
Fecha: 16/02/2023	Fecha: 16/02/2023	Fecha: 16/02/2023	Fecha: 16/02/2023

	<b>LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>			
	<b>PROTOCOLO</b>			
	<b>ENSAYO:</b>	LÍMITES DE PLASTICIDAD		
<b>TESIS:</b>	“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRAS DE HENO EN PORCENTAJES (0.75%, 1.5%, 3.0%), CAJAMARCA 2023”			
<b>CALICATA:</b>	C-1	<b>ESTRATO:</b>		<b>TIPO DE MATERIAL:</b> Muestra Patrón
<b>UBICACIÓN:</b>	"Cruz Blanca"		<b>COLOR DE MATERIAL:</b>	Rojizo
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	22/01/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	Martos Guevara, Yajaira Anaís Quiliche Villar, Kevin Antony	
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	15/02/2023	<b>REVISADO POR:</b>		

DETERMINACIÓN LÍMITE LÍQUIDO (LL)						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4
A	identificación de Recipiente	N°	T4	T3	T2	T1
B	Suelo Húmedo + Recipiente	gr	40.46	45.02	47.95	48.94
C	Suelo Seco + Recipiente	gr	37.22	40.69	43.31	44.20
D	Peso de Recipiente	gr	27.74	27.84	28.14	27.95
E	Peso del Agua	gr	3.24	4.33	4.64	4.74
F	Peso Suelo Seco	gr	9.48	12.85	15.17	16.25
G	Número de Golpes	N	17	20	26	33
H	Contenido de Humedad	%	34.18	33.70	30.59	29.17

DETERMINACIÓN LÍMITE PLÁSTICO (LP)						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4
A	identificación de Recipiente	N°	T1	T2	T3	T4
B	Suelo Húmedo + Tara	gr	29.70	29.90	29.40	28.90
C	Suelo Seco + Tara	gr	29.39	29.63	29.18	28.74
D	Peso de Tara	gr	27.95	28.14	27.84	27.74
E	Peso del Agua	gr	0.31	0.27	0.22	0.16
F	Peso Suelo Seco	gr	1.44	1.49	1.34	1.00
G	Contenido de Humedad	%	21.53	18.12	16.42	16.00
H	Promedio Limite Plástico		18.02			



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DE ENSAYO:	RESPONSABLE DE ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anaís	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martínez	Ing. Félix Velásquez Reg. C.O.P.E. 222077
Fecha: 16/02/2023	Fecha: 16/02/2023	Fecha: 16/02/2023	Fecha: 16/02/2023



<b>LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>			
<b>PROTOCOLO</b>			
<b>ENSAYO:</b>	COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO		
<b>TESIS:</b>	“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRAS DE HENO EN PORCENTAJES (0.75%, 1.5%, 3.0%), CAJAMARCA 2023”		
<b>CALICATA:</b>	C-1	<b>ESTRATO:</b>	
<b>UBICACIÓN:</b>	"Cruz Blanca"	<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	Muestra Patrón
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	22/01/2023	<b>COLOR DE MATERIAL:</b>	Rojizo
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	16/02/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	Martos Guevara, Yajaira Anaís Quiliche Villar, Kevin Antony
		<b>REVISADO POR:</b>	

COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO										
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Peso Molde	gr	4025.00		4025.00		4025.00		4025.00	
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	6060		6165		6165		6161	
C	Peso Muestra Húmeda	gr	2035.00		2140.00		2140.00		2136.00	
D	Volumen Muestra húmeda	cm <sup>3</sup>	903.2079		903.2079		903.2079		903.2079	
F	Densidad húmeda; Dh	gr/cm <sup>3</sup>	2.253		2.369		2.369		2.365	
G	Recipiente	N°	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8
H	Peso Recipiente	gr	38.84	38.50	38.42	38.77	38.48	38.93	38.72	38.53
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	121.45	145.79	122.10	143.20	119.80	142.29	119.56	144.40
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	113	134.44	111.99	130.19	109.05	127.51	107.77	128.62
K	Peso del Agua	gr	8.45	11.35	10.11	13.01	10.75	14.78	11.79	15.78
L	Peso Muestra seca	gr	74.16	95.94	73.57	91.42	70.57	88.58	89.05	90.09
M	Contenido de Humedad W%	%	11.394	11.830	13.742	14.231	15.233	16.685	17.075	17.516
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	11.612		13.987		13.987		17.295	
O	Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm <sup>3</sup>	2.019		2.079		2.079		2.016	



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DE ENSAYO:	RESPONSABLE DE ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anaís	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martínez	Ing. Félix Alejandro Velásquez Reg. CIRUN 222077
Fecha: 16/02/2023	Fecha: 16/02/2023	Fecha: 16/02/2023	Fecha: 16/02/2023

	<b>LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>				
	<b>PROTOCOLO</b>				
	<b>ENSAYO:</b>	COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO			
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRAS DE HENO EN PORCENTAJES (0.75%, 1.5%, 3.0%), CAJAMARCA 2023"				
<b>CALICATA:</b>	C-1	<b>ESTRATO:</b>		<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	0.75% de adición de fibra de heno
<b>UBICACIÓN:</b>	"Cruz Blanca"		<b>COLOR DE MATERIAL:</b>	Rojizo	
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	22/01/2023		<b>RESPONSABLE:</b>	Martos Guevara, Yajaira Anaís Quiliche Villar, Kevin Antony	
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	16/02/2023		<b>REVISADO POR:</b>		

COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO										
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Peso Molde	gr	4025.00		4025.00		4025.00		4025.00	
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	5958		6042		6049		6024	
C	Peso Muestra Húmeda	gr	1933.00		2017.00		2024.00		1999.00	
D	Volumen Muestra húmeda	cm <sup>3</sup>	903.2079		903.2079		903.2079		903.2079	
F	Densidad húmeda; Dh	gr/cm <sup>3</sup>	2.140		2.233		2.241		2.213	
G	<b>Recipiente</b>	<b>Nº</b>	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8
H	Peso Recipiente	gr	27.13	27.52	27.92	26.92	27.49	26.76	27.77	27.85
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	130.70	145.80	134.20	147.00	134.39	146.34	131.44	144.63
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	119.15	132.75	121.68	132.1	119.57	130.12	115.96	126.39
K	Peso del Agua	gr	11.55	13.05	12.52	14.90	14.82	16.22	15.48	18.24
L	Peso Muestra seca	gr	92.02	105.23	93.76	105.18	92.08	103.36	88.19	98.54
M	Contenido de Humedad W%	%	12.552	12.401	13.353	14.166	16.095	15.693	17.553	18.510
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	12.477		13.760		15.894		18.032	
O	Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm <sup>3</sup>	1.903		1.963		1.934		1.875	



<b>OBSERVACIONES:</b>			
<b>RESPONSABLE DE ENSAYO:</b>	<b>RESPONSABLE DE ENSAYO:</b>	<b>COORDINADOR DE LABORATORIO:</b>	<b>ASESOR:</b>
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anaís	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martínez	Ing. Feliza Velásquez Reg. CIP 100122077
Fecha: 16/02/2023	Fecha: 16/02/2023	Fecha: 16/02/2023	Fecha: 16/02/2023



 <b>UPN</b>	<b>LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>				
	<b>PROTOCOLO</b>				
	<b>ENSAYO:</b>	COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO			
<b>TESIS:</b>	“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRAS DE HENO EN PORCENTAJES (0.75%, 1.5%, 3.0%), CAJAMARCA 2023”				
<b>CALICATA:</b>	C-1	<b>ESTRATO:</b>		<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	1.50% de adición de fibra de heno
<b>UBICACIÓN:</b>	"Cruz Blanca"		<b>COLOR DE MATERIAL:</b>	Rojizo	
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	22/01/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	Martos Guevara, Yajaira Anaís Quiliche Villar, Kevin Antony		
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	22/02/2023	<b>REVISADO POR:</b>			

<b>COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO</b>										
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Peso Molde	gr	4025.00	4025.00	4025.00	4025.00	4025.00	4025.00	4025.00	4025.00
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	5878	5989	6004	5997	6004	5997	6004	5997
C	Peso Muestra Húmeda	gr	1853.00	1964.00	1979.00	1972.00	1979.00	1972.00	1979.00	1972.00
D	Volumen Muestra húmeda	cm <sup>3</sup>	903.2079	903.2079	903.2079	903.2079	903.2079	903.2079	903.2079	903.2079
F	Densidad húmeda; Dh	gr/cm <sup>3</sup>	2.052	2.174	2.191	2.183	2.191	2.183	2.191	2.183
G	<b>Recipiente</b>	<b>N°</b>	<b>T-1</b>	<b>T-2</b>	<b>T-3</b>	<b>T-4</b>	<b>T-5</b>	<b>T-6</b>	<b>T-7</b>	<b>T-8</b>
H	Peso Recipiente	gr	27.17	27.51	27.93	26.93	27.63	26.81	27.77	27.85
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	125.03	140.17	133.45	143.20	131.10	141.25	131.18	139.00
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	114.05	128.27	120.69	129.28	117.17	125.58	114.37	121.3
K	Peso del Agua	gr	10.98	11.90	12.76	13.92	13.93	15.67	16.81	17.70
L	Peso Muestra seca	gr	85.88	100.76	92.76	102.35	89.54	95.77	86.60	93.45
M	Contenido de Humedad W%	%	12.638	11.810	13.756	13.600	15.557	15.865	19.411	18.941
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	12.224	13.678	15.711	19.176				
O	Densidad Seca Máxima; D <sub>s</sub>	gr/cm <sup>3</sup>	1.828	1.913	1.894	1.832				



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DE ENSAYO:	RESPONSABLE DE ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anaís	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martínez	Ing. Félix Velásquez Rosa CIPN 32077 Huayta
Fecha: 16/02/2023	Fecha: 16/02/2023	Fecha: 16/02/2023	Fecha: 16/02/2023

	LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO:	COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO			
TESIS:	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRAS DE HENO EN PORCENTAJES (0.75%, 1.5%, 3.0%), CAJAMARCA 2023"				
CALICATA:	C-1	ESTRATO:		TIPO DE MATERIAL:	3.0% de adición de fibra de heno
UBICACIÓN:	"Cruz Blanca"		COLOR DE MATERIAL:	Rojizo	
FECHA DE MUESTREO:	22/01/2023		RESPONSABLE:	Martos Guevara, Yajaira Anaís Quiliche Villar, Kevin Antony	
FECHA DE ENSAYO:	23/02/2023		REVISADO POR:		

COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO										
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Peso Molde	gr	4025.00		4025.00		4025.00		4025.00	
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	5830		5907		5910		5897	
C	Peso Muestra Húmeda	gr	1805.00		1882.00		1885.00		1872.00	
D	Volumen Muestra húmeda	cm <sup>3</sup>	903.2079		903.2079		903.2079		903.2079	
F	Densidad húmeda, Dh	gr/cm <sup>3</sup>	1.998		2.084		2.087		2.073	
G	Recipiente	Nº	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8
H	Peso Recipiente	gr	27.15	27.53	27.94	26.94	27.64	26.82	27.78	27.84
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	128.69	141.82	134.48	145.61	131.71	143.18	128.85	139.99
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	119.31	129.24	122.37	131.09	118.08	127.4	113.75	122.61
K	Peso del Agua	gr	9.38	12.58	12.11	14.52	13.65	15.78	15.10	17.38
L	Peso Muestra seca	gr	92.16	101.71	94.43	104.15	90.42	100.58	85.97	94.77
M	Contenido de Humedad W%	%	10.178	12.368	12.824	13.941	15.096	15.689	17.564	18.339
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	11.273		13.383		15.393		17.952	
O	Densidad Seca Máxima, Ds	gr/cm <sup>3</sup>	1.796		1.838		1.809		1.757	



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DE ENSAYO:	RESPONSABLE DE ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anaís	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martínez	Ing. Felixa Alejandra Velásquez Reg. CIP. N.º 222377
Fecha: 16/02/2023	Fecha: 16/02/2023	Fecha: 16/02/2023	Fecha: 16/02/2023



LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POR UNIDAD		
TESIS:	“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%) CAJAMARCA 2023”		
CALICATA:	C-1	TIPO DE MATERIAL:	Muestra Patrón
UBICACIÓN:	Cruz Blanca	PORCENTAJE DE ADICIÓN	0%
FECHA DE MUESTREO:	22/01/2023	ESPECIMEN:	1
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2023	RESPONSABLE:	Martos Guevara, Yajaira Anaís Quiliche Villar, Kevin Antony

**DATOS DEL ESPÉCIMEN**

Largo (cm)	14.8
Ancho (cm)	15.1
Altura (cm)	9.9
Área Neta (cm <sup>2</sup> )	223.48

Carga (kg)	Esfuerzo	Deformación	$\epsilon$
	kg/cm <sup>2</sup>	(mm)	(mm/mm)
500	2.24	0.07	0.0007
1000	4.47	0.29	0.0029
1500	6.71	0.69	0.0069
2000	8.95	1.04	0.0104
2500	11.19	1.35	0.0135
3000	13.42	1.65	0.0165
3500	15.66	1.93	0.0193
4000	17.90	2.18	0.0218
4500	20.14	2.43	0.0243
5000	22.37	2.71	0.0271
5500	24.61	2.99	0.0299
6000	26.85	3.28	0.0328
6500	29.09	3.65	0.0365
7000	31.32	4.05	0.0405
7500	33.56	4.56	0.0456
7779	34.81	4.96	0.0496

CARGA ÚLTIMA: 7779 kg



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DE ENSAYO:	RESPONSABLE DE ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anaís	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martínez	Ing. Félix Alejandra Velásquez Hujayra
Fecha: 16/04/2023	Fecha: 16/04/2023	Fecha: 16/02/2023	Fecha: 16/04/2023

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
UPN	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POR UNIDAD	
	TESIS:	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%) CAJAMARCA 2023"	
CALICATA:	C-I	TIPO DE MATERIAL:	Muestra Patrón
UBICACIÓN:	Cruz Blanca	PORCENTAJE DE ADICIÓN	0%
FECHA DE MUESTREO:	22/01/2023	ESPECIMEN:	2
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2023	RESPONSABLE:	Martos Guevara, Yajaira Anaís Quiliche Villar, Kevin Antony

DATOS DEL ESPÉCIMEN	
Largo (cm)	14.7
Ancho (cm)	15.2
Altura (cm)	9.6
Área Neta (cm <sup>2</sup> )	223.44

Carga (kg)	Esfuerzo kg/cm <sup>2</sup>	Deformación (mm)	e (mm/mm)
500	2.24	1.01	0.0101
1000	4.48	1.35	0.0135
1500	6.71	1.49	0.0149
2000	8.95	1.74	0.0174
2500	11.19	1.90	0.0190
3000	13.43	2.08	0.0208
3500	15.66	2.23	0.0223
4000	17.90	2.40	0.0240
4500	20.14	2.58	0.0258
5000	22.38	2.73	0.0273
5500	24.62	2.88	0.0288
6000	26.85	3.06	0.0306
6500	29.09	3.54	0.0354

DATOS DEL ESPÉCIMEN	
Largo (cm)	14.7
Ancho (cm)	15.2
Altura (cm)	9.6
Área Neta (cm <sup>2</sup> )	223.44

Carga (kg)	Esfuerzo kg/cm <sup>2</sup>	Deformación (mm)	e (mm/mm)
7000	31.33	4.15	0.0415
7500	33.57	4.53	0.0453
8000	35.80	4.77	0.0477
8500	38.04	4.86	0.0486
8537	38.21	5.05	0.0505

CARGA ÚLTIMA: 8537 kg

UNIVERSIDAD  
PRIVADA



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DE ENSAYO:	RESPONSABLE DE ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anaís	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martínez	Ing. Feix Velásquez Ingeniero
Fecha: 16/04/2023	Fecha: 16/04/2023	Fecha: 16/02/2023	Fecha: 16/04/2023



LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
UPN	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POR UNIDAD	
	TESIS:	“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%) CAJAMARCA 2023”	
CALICATA:	C-1	TIPO DE MATERIAL:	Muestra Patrón
UBICACIÓN:	Cruz Blanca	PORCENTAJE DE ADICIÓN	0%
FECHA DE MUESTREO:	22/01/2023	ESPECIMEN:	3
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2023	RESPONSABLE:	Martos Guevara, Yajaira Anaís Quiliche Villar, Kevin Antony

DATOS DEL ESPÉCIMEN	
Largo (cm)	14.8
Ancho (cm)	15.2
Altura (cm)	9.5
Área Neta (cm <sup>2</sup> )	224.96

Carga (kg)	Esfuerzo kg/cm <sup>2</sup>	Deformación (mm)	ε (mm/mm)
500	2.22	0.19	0.0019
1000	4.45	0.49	0.0049
1500	6.67	0.74	0.0074
2000	8.89	0.93	0.0093
2500	11.11	1.14	0.0114
3000	13.34	1.38	0.0138
3500	15.56	1.57	0.0157
4000	17.78	1.81	0.0181
4500	20.00	2.03	0.0203
5000	22.23	2.23	0.0223
5500	24.45	2.42	0.0242
6000	26.67	2.68	0.0266

DATOS DEL ESPÉCIMEN	
Largo (cm)	14.8
Ancho (cm)	15.2
Altura (cm)	9.5
Área Neta (cm <sup>2</sup> )	224.96

Carga (kg)	Esfuerzo kg/cm <sup>2</sup>	Deformación (mm)	ε (mm/mm)
6500	28.89	2.87	0.0287
7000	31.12	3.10	0.0310
7500	33.34	3.41	0.0341
8000	35.56	3.78	0.0378
8500	37.78	3.94	0.0394
8940	39.74	4.20	0.0420

CARGA ÚLTIMA: 8940 kg



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DE ENSAYO:	RESPONSABLE DE ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anaís	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martinez	Ing. Felix Velásquez Ingeniero Civil RUC: 222077
Fecha: 16/04/2023	Fecha: 16/04/2023	Fecha: 16/02/2023	Fecha: 16/04/2023

	<b>LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>		
	<b>PROTOCOLO</b>		
	<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POR UNIDAD	
<b>TESIS:</b>	“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%) CAJAMARCA 2023”		
<b>CALICATA:</b>	C-1	<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	Muestra Patrón
<b>UBICACIÓN:</b>	Cruz Blanca	<b>PORCENTAJE DE ADICIÓN</b>	0%
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	22/01/2023	<b>ESPECIMEN:</b>	4
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	15/02/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	Martos Guevara, Yajaira Anaís Quiliche Villar, Kevin Antony

**DATOS DEL ESPÉCIMEN**

Largo (cm)	14.9
Ancho (cm)	15.1
Altura (cm)	9.7
Área Neta (cm <sup>2</sup> )	224.99

Carga (kg)	Esfuerzo	Deformación	$\epsilon$
	kg/cm <sup>2</sup>	(mm)	(mm/mm)
500	2.22	0.08	0.0008
1000	4.44	0.27	0.0027
1500	6.67	0.50	0.005
2000	8.89	0.64	0.0064
2500	11.11	0.81	0.0081
3000	13.33	0.95	0.0095
3500	15.56	1.10	0.011
4000	17.78	1.22	0.0122
4500	20.00	1.25	0.0125
5000	22.22	1.35	0.0135
5500	24.45	1.50	0.015
6000	26.67	1.68	0.0168
6500	28.89	1.79	0.0179

**DATOS DEL ESPÉCIMEN**

Largo (cm)	14.9
Ancho (cm)	15.1
Altura (cm)	9.7
Área Neta (cm <sup>2</sup> )	224.99

Carga (kg)	Esfuerzo	Deformación	$\epsilon$
	kg/cm <sup>2</sup>	(mm)	(mm/mm)
7000	31.11	1.98	0.0198
7500	33.33	2.19	0.0219
8000	35.56	2.48	0.0248
8500	37.78	2.75	0.0275
9000	40.00	3.32	0.0332
9500	42.22	4.15	0.0415
10000	44.45	4.52	0.0452
10888	48.39	4.85	0.0485

**CARGA ULTIMA:** 10888 kg



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DE ENSAYO:	RESPONSABLE DE ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anaís	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martínez	Ing. Felix Velásquez Velásquez
Fecha: 16/04/2023	Fecha: 16/04/2023	Fecha: 16/02/2023	Fecha: 16/04/2023



LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POR UNIDAD		
<b>TESIS:</b>	“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%) CAJAMARCA 2023”		
CALICATA:	C-1	TIPO DE MATERIAL:	Muestra Patrón
UBICACIÓN:	Cruz Blanca	PORCENTAJE DE ADICIÓN	0%
FECHA DE MUESTREO:	22/01/2023	ESPECIMEN:	5
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2023	RESPONSABLE:	Martos Guevara, Yajaira Anaís Quiliche Villar, Kevin Antony

DATOS DEL ESPÉCIMEN			
Largo (cm)	14.6		
Ancho (cm)	14.7		
Altura (cm)	10		
Área Neta (cm <sup>2</sup> )	214.62		
Carga (kg)	Esfuerzo kg/cm <sup>2</sup>	Deformación (mm)	e (mm/mm)
500	2.33	0.15	0.0015
1000	4.66	0.41	0.0041
1500	6.99	0.69	0.0069
2000	9.32	0.91	0.0091
2500	11.65	1.14	0.0114
3000	13.98	1.33	0.0133
3500	16.31	1.51	0.0151
4000	18.64	1.69	0.0169
4500	20.97	1.92	0.0192
5000	23.30	2.12	0.0212
5500	25.63	2.46	0.0246
6000	27.96	2.95	0.0295
6500	30.29	3.56	0.0356

DATOS DEL ESPÉCIMEN			
Largo (cm)	14.6		
Ancho (cm)	14.7		
Altura (cm)	10		
Área Neta (cm <sup>2</sup> )	214.62		
Carga (kg)	Esfuerzo kg/cm <sup>2</sup>	Deformación (mm)	c (mm/mm)
7000	32.62	4.05	0.0405
7217	33.63	4.54	0.0454

CARGA ÚLTIMA: 7217 kg



OBSERVACIONES:			
<b>RESPONSABLE DE ENSAYO:</b>	<b>RESPONSABLE DE ENSAYO:</b>	<b>COORDINADOR DE LABORATORIO:</b>	<b>ASESOR:</b>
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anaís	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martinez	Ing. Peliz Alejandra Velásquez
Fecha: 16/04/2023	Fecha: 16/04/2023	Fecha: 16/02/2023	Fecha: 16/04/2023

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POR UNIDAD		
TESIS:	“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%) CAJAMARCA 2023”		
CALICATA:	C-1	TIPO DE MATERIAL:	Muestra Patrón
UBICACIÓN:	Cruz Blanca	PORCENTAJE DE ADICIÓN	0%
FECHA DE MUESTREO:	22/01/2023	ESPECIMEN:	6
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2023	RESPONSABLE:	Martos Guevara, Yajaira Anais Quiliche Villar, Kevin Antony

**DATOS DEL ESPÉCIMEN**

Largo (cm)	14.6
Ancho (cm)	15.1
Altura (cm)	10.1
Área Neta (cm <sup>2</sup> )	220.46

Carga (kg)	Deformación		
	Esfuerzo kg/cm <sup>2</sup>	(mm)	ε (mm/mm)
500	2.27	0.69	0.0069
1000	4.54	0.95	0.0095
1500	6.80	1.15	0.0115
2000	9.07	1.22	0.0122
2500	11.34	1.37	0.0137
3000	13.61	1.50	0.015
3500	15.88	1.59	0.0159
4000	18.14	1.70	0.017
4500	20.41	1.80	0.018
5000	22.68	1.91	0.0191
5500	24.95	2.01	0.0201
6000	27.22	2.15	0.0215
6500	29.48	2.29	0.0229

**DATOS DEL ESPÉCIMEN**

Largo (cm)	14.6
Ancho (cm)	15.1
Altura (cm)	10.1
Área Neta (cm <sup>2</sup> )	220.46

Carga (kg)	Deformación		
	Esfuerzo kg/cm <sup>2</sup>	(mm)	ε (mm/mm)
7000	31.75	2.48	0.0248
7500	34.02	2.68	0.0268
8000	36.29	2.85	0.0285
8500	38.56	3.11	0.0311
9000	40.82	3.70	0.037
9500	43.09	4.02	0.0402
9998	45.35	4.28	0.0428

CARGA ÚLTIMA: 9998 kg



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DE ENSAYO:	RESPONSABLE DE ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anais	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martinez	Ing. Félix Alejandra Velásquez Ingeniera Civil Reg. C.O.P.E.C. 222077
Fecha: 16/04/2023	Fecha: 16/04/2023	Fecha: 16/02/2023	Fecha: 16/04/2023



LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POR UNIDAD		
TESIS:	“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%) CAJAMARCA 2023”		
CALICATA:	C-1	TIPO DE MATERIAL:	Muestra Patrón
UBICACIÓN:	Cruz Blanca	PORCENTAJE DE ADICIÓN:	0%
FECHA DE MUESTREO:	22/01/2023	ESPECIMEN:	7
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2023	RESPONSABLE:	Martos Guevara, Yajaira Anais Quiliche Villar, Kevin Antony

**DATOS DEL ESPÉCIMEN**

Largo (cm)	14.9
Ancho (cm)	15
Altura (cm)	9.8
Área Neta (cm <sup>2</sup> )	223.5

Carga (kg)	Esfuerzo	Deformación (mm)	c (mm/mm)
	kg/cm <sup>2</sup>		
500	2.24	0.16	0.0016
1000	4.47	0.25	0.0025
1500	6.71	0.42	0.0042
2000	8.95	0.56	0.0056
2500	11.19	0.69	0.0069
3000	13.42	0.78	0.0078
3500	15.66	0.92	0.0092
4000	17.90	1.05	0.0105
4500	20.13	1.15	0.0115
5000	22.37	1.25	0.0125
5500	24.61	1.41	0.0141
6000	26.85	1.52	0.0152

**DATOS DEL ESPÉCIMEN**

Largo (cm)	14.9
Ancho (cm)	15
Altura (cm)	9.8
Área Neta (cm <sup>2</sup> )	223.5

Carga (kg)	Esfuerzo	Deformación (mm)	c (mm/mm)
	kg/cm <sup>2</sup>		
6500	29.08	1.72	0.0172
7000	31.32	1.92	0.0192
7500	33.56	2.53	0.0253
8000	35.79	3.25	0.0325
8500	38.03	3.46	0.0346
8625	38.59	3.80	0.038

CARGA ÚLTIMA: 8625 kg



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DE ENSAYO:	RESPONSABLE DE ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anais	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martínez	Ing. Felix Velásquez
Fecha: 16/04/2023	Fecha: 16/04/2023	Fecha: 16/02/2023	Fecha: 16/04/2023

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POR UNIDAD		
TESIS:	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%) CAJAMARCA 2023"		
CALICATA:	C-1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	Cruz Blanca	PORCENTAJE DE ADICIÓN	0.75% heno
FECHA DE MUESTREO:	22/01/2023	ESPECIMEN:	1
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2023	RESPONSABLE:	Martos Guevara, Yajaira Anaís Quiliche Villar, Kevin Antony

**DATOS DEL ESPÉCIMEN**

Largo (cm)	14.6
Ancho (cm)	15.5
Altura (cm)	10.1
Área Neta (cm <sup>2</sup> )	226.3

Carga (kg)	Esfuerzo	Deformación	$\epsilon$
	kg/cm <sup>2</sup>	(mm)	(mm/mm)
500	2.21	0.15	0.0015
1000	4.42	0.27	0.0027
1500	6.63	0.54	0.0054
2000	8.84	0.83	0.0083
2500	11.05	1.16	0.0116
3000	13.26	1.42	0.0142
3500	15.47	2.00	0.0200
4000	17.68	2.28	0.0228
4500	19.89	2.53	0.0253
5000	22.09	2.76	0.0276
5500	24.30	2.98	0.0298
6000	26.51	3.23	0.0323

**DATOS DEL ESPÉCIMEN**

Largo (cm)	14.6
Ancho (cm)	15.5
Altura (cm)	10.1
Área Neta (cm <sup>2</sup> )	226.3

Carga (kg)	Esfuerzo	Deformación	$\epsilon$
	kg/cm <sup>2</sup>	(mm)	(mm/mm)
6500	28.72	3.51	0.0351
7000	30.93	3.78	0.0378
7500	33.14	4.15	0.0415
8000	35.35	4.38	0.0458
8500	37.56	4.58	0.0512
9000	39.77	5.12	0.0562
9500	41.98	5.39	0.0539
9965	44.03	5.62	0.0562

CARGA ÚLTIMA: 9965 kg



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DE ENSAYO:	RESPONSABLE DE ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anaís	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martínez	Ing. Félix Alejandro Velásquez
Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023



<b>UPN</b>	<b>LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>		
	<b>PROTOCOLO</b>		
	<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POR UNIDAD	
<b>TESIS:</b>	“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%) CAJAMARCA 2023”		
<b>CALICATA:</b>	C-1	<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	
<b>UBICACIÓN:</b>	Cruz Blanca	<b>PORCENTAJE DE ADICIÓN</b>	0.75% heno
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	22/01/2023	<b>ESPECIMEN:</b>	2
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	15/02/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	Martos Guevara, Yajaira Anais Quiliche Villar, Kevin Antony

DATOS DEL ESPÉCIMEN			
Largo (cm)	14		
Ancho (cm)	15.2		
Altura (cm)	10.3		
Área Neta (cm <sup>2</sup> )	212.8		
Carga (kg)	Esfuerzo kg/cm <sup>2</sup>	Deformación (mm)	e (mm/mm)
500	2.35	0.48	0.0048
1000	4.70	0.79	0.0079
1500	7.05	1.10	0.0110
2000	9.40	1.38	0.0138
2500	11.75	1.68	0.0168
3000	14.10	1.97	0.0197
3500	16.45	2.19	0.0219
4000	18.80	2.40	0.0240
4500	21.15	2.64	0.0264
5000	23.50	2.91	0.0291
5500	25.85	3.13	0.0313
6000	28.20	3.41	0.0341
6500	30.55	3.72	0.0372

DATOS DEL ESPÉCIMEN			
Largo (cm)	14		
Ancho (cm)	15.2		
Altura (cm)	10.3		
Área Neta (cm <sup>2</sup> )	212.8		
Carga (kg)	Esfuerzo kg/cm <sup>2</sup>	Deformación (mm)	e (mm/mm)
7000	32.89	4.01	0.0401
7500	35.24	4.39	0.0439
8000	37.59	4.70	0.0470
8500	39.94	5.06	0.0506
9000	42.29	5.42	0.0542
9500	44.64	5.90	0.0590
10000	46.99	6.51	0.0651
10500	49.34	7.28	0.0728
10517	49.42	7.80	0.0780
<b>CARGA ÚLTIMA:</b>	<b>10517</b>	<b>kg</b>	



<b>OBSERVACIONES:</b>			
<b>RESPONSABLE DE ENSAYO:</b>	<b>RESPONSABLE DE ENSAYO:</b>	<b>COORDINADOR DE LABORATORIO:</b>	<b>ASESOR:</b>
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anais	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martínez	Ing. Félix Alejandro Velásquez
Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023

<b>UPN</b>	<b>LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>		
	<b>PROTOCOLO</b>		
	<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POR UNIDAD	
<b>TESIS:</b>	“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%) CAJAMARCA 2023”		
<b>CALICATA:</b>	C-1	<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	
<b>UBICACIÓN:</b>	Cruz Blanca	<b>PORCENTAJE DE ADICIÓN</b>	0.75% heno
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	22/01/2023	<b>ESPECIMEN:</b>	3
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	15/02/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	Martos Guevara, Yajaira Anaís Quiliche Villar, Kevin Antony

**DATOS DEL ESPÉCIMEN**

Largo (cm)	14
Ancho (cm)	15.2
Altura (cm)	10.3
Área Neta (cm <sup>2</sup> )	212.8

Carga (kg)	Esfuerzo	Deformación (mm)	e (mm/mm)
	kg/cm <sup>2</sup>		
500	2.35	0.46	0.0046
1000	4.70	0.72	0.0072
1500	7.05	1.00	0.0100
2000	9.40	1.34	0.0134
2500	11.75	1.62	0.0162
3000	14.10	1.90	0.0190
3500	16.45	2.15	0.0215
4000	18.80	2.34	0.0234
4500	21.15	2.55	0.0255
5000	23.50	2.76	0.0276
5500	25.85	2.94	0.0294
6000	28.20	3.16	0.0316
6500	30.55	3.37	0.0337

**DATOS DEL ESPÉCIMEN**

Largo (cm)	14
Ancho (cm)	15.2
Altura (cm)	10.3
Área Neta (cm <sup>2</sup> )	212.8

Carga (kg)	Esfuerzo	Deformación (mm)	e (mm/mm)
	kg/cm <sup>2</sup>		
7000	32.89	3.56	0.0356
7500	35.24	3.79	0.0379
8000	37.59	4.00	0.0400
8500	39.94	4.28	0.0428
9000	42.29	4.51	0.0451
9500	44.64	4.88	0.0488
10000	46.99	5.32	0.0532
10500	49.34	5.53	0.0553
10790	50.70	5.95	0.0595

**CARGA ÚLTIMA:** 10790 kg



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DE ENSAYO:	RESPONSABLE DE ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anaís	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martínez	Ing. Félix Alvarado Velásquez
Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023



LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POR UNIDAD		
TESIS:	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%) CAJAMARCA 2023"		
CALICATA:	C-1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	Cruz Blanca	PORCENTAJE DE ADICIÓN	0.75% heno
FECHA DE MUESTREO:	22/01/2023	ESPECIMEN:	4
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2023	RESPONSABLE:	Martos Guevara, Yajaira Anaís Quiliche Villar, Kevin Antony

DATOS DEL ESPÉCIMEN	
Largo (cm)	14.7
Ancho (cm)	15.4
Altura (cm)	10.1
Área Neta (cm <sup>2</sup> )	226.38

Carga (kg)	Esfuerzo	Deformación	ε
	kg/cm <sup>2</sup>		
500	2.21	0.54	0.0054
1000	4.42	0.93	0.0093
1500	6.63	1.37	0.0137
2000	8.83	1.86	0.0186
2500	11.04	2.25	0.0225
3000	13.25	2.56	0.0256
3500	15.46	2.80	0.0280
4000	17.67	3.12	0.0312
4500	19.88	3.39	0.0339
5000	22.09	3.65	0.0365
5500	24.30	4.00	0.0400
6000	26.50	4.25	0.0425

DATOS DEL ESPÉCIMEN	
Largo (cm)	14.7
Ancho (cm)	15.4
Altura (cm)	10.1
Área Neta (cm <sup>2</sup> )	226.38

Carga (kg)	Esfuerzo	Deformación	ε
	kg/cm <sup>2</sup>		
6500	28.71	4.58	0.0458
7000	30.92	4.87	0.0487
7500	33.13	5.23	0.0523
8000	35.34	5.62	0.0562
8500	37.55	6.01	0.0601
9000	39.76	6.42	0.0642
9500	41.96	6.84	0.0684
9654	42.65	7.20	0.0720

CARGA ÚLTIMA:	9654	kg
---------------	------	----



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DE ENSAYO:	RESPONSABLE DE ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anaís	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martínez	Ing. Félix Alejandra Velásquez
Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023

<b>UPN</b>	<b>LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>		
	<b>PROTOCOLO</b>		
	<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POR UNIDAD	
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%) CAJAMARCA 2023"		
<b>CALICATA:</b>	C-1	<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	
<b>UBICACIÓN:</b>	Cruz Blanca	<b>PORCENTAJE DE ADICIÓN</b>	0.75% heno
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	22/01/2023	<b>ESPECIMEN:</b>	5
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	15/02/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	Martos Guevara, Yajaira Anaís Quiliche Villar, Kevin Antony

DATOS DEL ESPÉCIMEN	
Largo (cm)	14.5
Ancho (cm)	15.1
Altura (cm)	10
Área Neta (cm <sup>2</sup> )	218.95

Carga (kg)	Esfuerzo	Deformación (mm)	ε (mm/mm)
	kg/cm <sup>2</sup>		
500	2.28	0.03	0.0003
1000	4.57	0.28	0.0028
1500	6.85	0.65	0.0065
2000	9.13	1.08	0.0108
2500	11.42	1.39	0.0139
3000	13.70	1.75	0.0175
3500	15.99	2.05	0.0205
4000	18.27	2.32	0.0232
4500	20.55	2.65	0.0265
5000	22.84	2.89	0.0289
5500	25.12	3.13	0.0313
6000	27.40	3.41	0.0341
6500	29.69	3.70	0.0370

DATOS DEL ESPÉCIMEN	
Largo (cm)	14.5
Ancho (cm)	15.1
Altura (cm)	10
Área Neta (cm <sup>2</sup> )	218.95

Carga (kg)	Esfuerzo	Deformación (mm)	ε (mm/mm)
	kg/cm <sup>2</sup>		
7000	31.97	4.00	0.0400
7500	34.25	4.29	0.0429
8000	36.54	4.68	0.0468
8500	38.82	5.08	0.0508
9000	41.11	5.51	0.0551
9500	43.39	5.99	0.0599
10000	45.67	6.25	0.0625
10409	47.54	6.61	0.0661

**CARGA ÚLTIMA:** 10409 kg



<b>OBSERVACIONES:</b>			
<b>RESPONSABLE DE ENSAYO:</b>	<b>RESPONSABLE DE ENSAYO:</b>	<b>COORDINADOR DE LABORATORIO:</b>	<b>ASESOR:</b>
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anaís	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martínez	Ing. Felicia Alejandra Velásquez
Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023



	<b>LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>		
	<b>PROTOCOLO</b>		
	<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POR UNIDAD	
<b>TESIS:</b>	“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%) CAJAMARCA 2023”		
<b>CALICATA:</b>	C-1	<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	
<b>UBICACIÓN:</b>	Cruz Blanca	<b>PORCENTAJE DE ADICIÓN</b>	0.75% heno
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	22/01/2023	<b>ESPECIMEN:</b>	6
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	15/02/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	Martos Guevara, Yajaira Anais Quiliche Villar, Kevin Antony

**DATOS DEL ESPÉCIMEN**

Largo (cm)	14.4
Ancho (cm)	15
Altura (cm)	10.1
Área Neta (cm <sup>2</sup> )	216

Carga (kg)	Esfuerzo kg/cm <sup>2</sup>	Deformación (mm)	$\epsilon$ (mm/mm)
500	2.31	0.29	0.0029
1000	4.63	0.72	0.0072
1500	6.94	1.14	0.0114
2000	9.26	1.66	0.0166
2500	11.57	2.21	0.0221
3000	13.89	2.58	0.0258
3500	16.20	2.93	0.0293
4000	18.52	3.25	0.0325
4500	20.83	3.59	0.0359
5000	23.15	3.81	0.0381
5500	25.46	4.11	0.0411
6000	27.78	4.39	0.0439
6500	30.09	4.68	0.0468

**DATOS DEL ESPÉCIMEN**

Largo (cm)	14.4
Ancho (cm)	15
Altura (cm)	10.1
Área Neta (cm <sup>2</sup> )	216


Carga (kg)	Esfuerzo kg/cm <sup>2</sup>	Deformación (mm)	$\epsilon$ (mm/mm)
7000	32.41	5.02	0.0502
7500	34.72	5.27	0.0527
8000	37.04	5.61	0.0561
8500	39.35	5.94	0.0594
9000	41.67	6.30	0.0630
9500	43.98	6.71	0.0671
10000	46.30	7.21	0.0721
10026	46.42	7.60	0.0760

**CARGA ÚLTIMA:** 10026 kg



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DE ENSAYO:	RESPONSABLE DE ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anais	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martinez	Ing. Félix Alejandra Veasquez Ingeniero Civil Reg. C. 11454
Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POR UNIDAD		
	TESIS: “RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%) CAJAMARCA 2023”		
CALICATA:	C-1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	Cruz Blanca	PORCENTAJE DE ADICIÓN	0.75% heno
FECHA DE MUESTREO:	22/01/2023	ESPECIMEN:	7
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2023	RESPONSABLE:	Martos Guevara, Yajaira Anaís Quiliche Villar, Kevin Antony

DATOS DEL ESPÉCIMEN			
Largo (cm)	14.6		
Ancho (cm)	15.2		
Altura (cm)	10		
Área Neta (cm <sup>2</sup> )	221.92		
Carga (kg)	Esfuerzo kg/cm <sup>2</sup>	Deformación (mm)	c (mm/mm)
500	2.25	0.29	0.0029
1000	4.51	0.61	0.0061
1500	6.76	1.00	0.0100
2000	9.01	1.50	0.0150
2500	11.27	1.84	0.0184
3000	13.52	2.14	0.0214
3500	15.77	2.39	0.0239
4000	18.02	2.63	0.0263
4500	20.28	2.85	0.0285
5000	22.53	3.05	0.0305
5500	24.78	3.22	0.0322
6000	27.04	3.50	0.0350
6500	29.29	3.72	0.0372
7000	31.54	4.00	0.0400


DATOS DEL ESPÉCIMEN			
Largo (cm)	14.6		
Ancho (cm)	15.2		
Altura (cm)	10		
Área Neta (cm <sup>2</sup> )	221.92		
Carga (kg)	Esfuerzo kg/cm <sup>2</sup>	Deformación (mm)	c (mm/mm)
7500	33.80	4.23	0.0423
8000	36.05	4.56	0.0456
8500	38.30	4.85	0.0485
9000	40.56	5.31	0.0531
9500	42.81	5.68	0.0568
10000	45.06	6.01	0.0601
10366	46.71	6.27	0.0627





CARGA ÚLTIMA:	10366	kg
---------------	-------	----

**Resistencia a compresión: Curva Esfuerzo vs. Deformación - M7 (0.75% heno)**



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DE ENSAYO:	RESPONSABLE DE ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anaís	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martínez	Ing. Felisa Alejandra Velásquez
Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POR UNIDAD		
TESIS:	“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%) CAJAMARCA 2023”		
CALICATA:	C-1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	Cruz Blanca	PORCENTAJE DE ADICIÓN	1.5% heno
FECHA DE MUESTREO:	22/01/2023	ESPECIMEN:	1
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2023	RESPONSABLE:	Martos Guevara, Yajaira Anaís Quiliche Villar, Kevin Antony

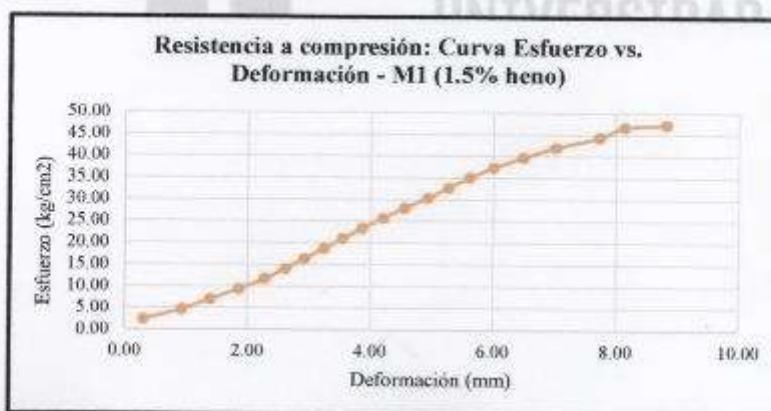
DATOS DEL ESPÉCIMEN	
Largo (cm)	14
Ancho (cm)	15.3
Altura (cm)	10.1
Área Neta (cm <sup>2</sup> )	214.2

Carga (kg)	Deformación		c
	kg/cm <sup>2</sup>	(mm)	
500	2.33	0.30	0.0030
1000	4.67	0.92	0.0092
1500	7.00	1.39	0.0139
2000	9.34	1.86	0.0186
2500	11.67	2.27	0.0227
3000	14.01	2.61	0.0261
3500	16.34	2.92	0.0292
4000	18.67	3.24	0.0324
4500	21.01	3.54	0.0354
5000	23.34	3.86	0.0386
5500	25.68	4.20	0.0420
6000	28.01	4.55	0.0455
6500	30.35	4.93	0.0493
7000	32.68	5.26	0.0526

DATOS DEL ESPÉCIMEN	
Largo (cm)	14
Ancho (cm)	15.3
Altura (cm)	10.1
Área Neta (cm <sup>2</sup> )	214.2

Carga (kg)	Deformación		c
	kg/cm <sup>2</sup>	(mm)	
7500	35.01	5.61	0.0561
8000	37.35	6.00	0.0600
8500	39.68	6.48	0.0648
9000	42.02	7.01	0.0701
9500	44.35	7.72	0.0772
10000	46.69	8.13	0.0813
10118	47.24	8.81	0.0881

CARGA ÚLTIMA: 10118 kg



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DE ENSAYO:	RESPONSABLE DE ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anaís	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martinez	Ing. Félix Velásquez Velásquez Ingeniero Civil Huarata
Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POR UNIDAD		
TESIS:	“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%) CAJAMARCA 2023”		
CALICATA:	C-1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	Cruz Blanca	PORCENTAJE DE ADICIÓN:	1.5% heno
FECHA DE MUESTREO:	22/01/2023	ESPECIMEN:	2
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2023	RESPONSABLE:	Martos Guevara, Yajaira Anais Quiliche Villar, Kevin Antony

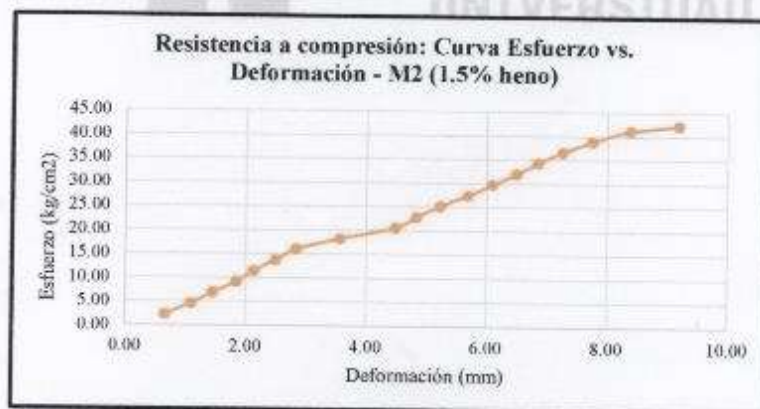
DATOS DEL ESPÉCIMEN	
Largo (cm)	14.6
Ancho (cm)	15
Altura (cm)	10
Área Neta (cm <sup>2</sup> )	219

Carga (kg)	Esfuerzo kg/cm <sup>2</sup>	Deformación (mm)	ε (mm/mm)
500	2.28	0.65	0.0065
1000	4.57	1.09	0.0109
1500	6.85	1.44	0.0144
2000	9.13	1.84	0.0184
2500	11.42	2.13	0.0213
3000	13.70	2.49	0.0249
3500	15.98	2.83	0.0283
4000	18.26	3.56	0.0356
4500	20.55	4.48	0.0448
5000	22.83	4.83	0.0483
5500	25.11	5.22	0.0522
6000	27.40	5.68	0.0568
6500	29.68	6.09	0.0609
7000	31.96	6.49	0.0649

DATOS DEL ESPÉCIMEN	
Largo (cm)	14.8
Ancho (cm)	15
Altura (cm)	10
Área Neta (cm <sup>2</sup> )	219

Carga (kg)	Esfuerzo kg/cm <sup>2</sup>	Deformación (mm)	ε (mm/mm)
7500	34.25	6.84	0.0684
8000	36.53	7.25	0.0725
8500	38.81	7.74	0.0774
9000	41.10	8.37	0.0837
9254	42.26	9.18	0.0918


CARGA ÚLTIMA: 9254 kg



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DE ENSAYO:	RESPONSABLE DE ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anais	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martinez	Ing. Félix Alejandro Verásquez
Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023

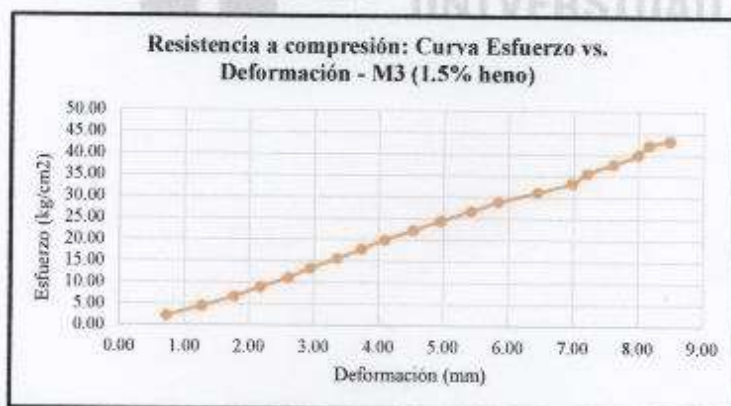


 <b>UPN</b>	<b>LABORATORIO DE CINCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>		
	<b>PROTOCOLO</b>		
	<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POR UNIDAD	
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%) CAJAMARCA 2023"		
<b>CALICATA:</b>	C-I	<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	
<b>UBICACIÓN:</b>	Cruz Blanca	<b>PORCENTAJE DE ADICIÓN</b>	1.5% heno
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	22/01/2023	<b>ESPECIMEN:</b>	3
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	15/02/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	Martos Guevara, Yajaira Anaís Quiliche Villar, Kevin Antony

DATOS DEL ESPÉCIMEN			
Largo (cm)	14.5		
Ancho (cm)	15.5		
Altura (cm)	10		
Área Neta (cm <sup>2</sup> )	224.75		
Carga (kg)	Esfuerzo kg/cm <sup>2</sup>	Deformación (mm)	c (mm/mm)
500	2.22	0.72	0.0072
1000	4.45	1.27	0.0127
1500	6.67	1.77	0.0177
2000	8.90	2.17	0.0217
2500	11.12	2.61	0.0261
3000	13.35	2.94	0.0294
3500	15.57	3.35	0.0335
4000	17.80	3.73	0.0373
4500	20.02	4.09	0.0409
5000	22.25	4.53	0.0453
5500	24.47	4.95	0.0495
6000	26.70	5.42	0.0542
6500	28.92	5.84	0.0584
7000	31.15	6.44	0.0644

DATOS DEL ESPÉCIMEN			
Largo (cm)	14.5		
Ancho (cm)	15.5		
Altura (cm)	10		
Área Neta (cm <sup>2</sup> )	224.75		
Carga (kg)	Esfuerzo kg/cm <sup>2</sup>	Deformación (mm)	c (mm/mm)
7500	33.37	6.97	0.0697
8000	35.60	7.20	0.072
8500	37.82	7.61	0.0761
9000	40.04	7.99	0.0799
9500	42.27	8.16	0.0816
9713	43.22	8.48	0.0848

**CARGA ÚLTIMA:** 9713 kg



<b>OBSERVACIONES:</b>			
<b>RESPONSABLE DE ENSAYO:</b>	<b>RESPONSABLE DE ENSAYO:</b>	<b>COORDINADOR DE LABORATORIO:</b>	<b>ASESOR:</b>
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anaís	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martínez	Ing. Félix Alejandro Velásquez Huayta
Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023

	<b>LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>		
	<b>PROTOCOLO</b>		
	<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POR UNIDAD	
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%) CAJAMARCA 2023"		
<b>CALICATA:</b>	C-1	<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	
<b>UBICACIÓN:</b>	Cruz Blanca	<b>PORCENTAJE DE ADICIÓN</b>	1.5% heno
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	22/01/2023	<b>ESPECIMEN:</b>	4
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	15/02/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	Martos Guevara, Yajaira Anais Quiliche Villar, Kevin Antony

DATOS DEL ESPÉCIMEN			
Largo (cm)	14.7		
Ancho (cm)	15.1		
Altura (cm)	10.1		
Área Neta (cm <sup>2</sup> )	221.97		
Carga (kg)	Esfuerzo	Deformación	ε
	kg/cm <sup>2</sup>	(mm)	(mm/mm)
500	2.25	0.51	0.0051
1000	4.51	0.98	0.0098
1500	6.76	1.50	0.015
2000	9.01	1.93	0.0193
2500	11.26	2.33	0.0233
3000	13.52	2.67	0.0267
3500	15.77	2.98	0.0298
4000	18.02	3.24	0.0324
4500	20.27	3.51	0.0351
5000	22.53	3.79	0.0379
5500	24.78	4.05	0.0405
6000	27.03	4.35	0.0435
6500	29.28	4.61	0.0461

DATOS DEL ESPÉCIMEN			
Largo (cm)	14.7		
Ancho (cm)	15.1		
Altura (cm)	10.1		
Área Neta (cm <sup>2</sup> )	221.97		
Carga (kg)	Esfuerzo	Deformación	ε
	kg/cm <sup>2</sup>	(mm)	(mm/mm)
7000	31.54	4.89	0.0489
7500	33.79	5.20	0.052
8000	36.04	5.54	0.0554
8500	38.29	6.61	0.0661
8793	39.61	7.32	0.0732

**CARGA ÚLTIMA:** 8793 kg



<b>OBSERVACIONES:</b>			
<b>RESPONSABLE DE ENSAYO:</b>	<b>RESPONSABLE DE ENSAYO:</b>	<b>COORDINADOR DE LABORATORIO:</b>	<b>ASESOR:</b>
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anais	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martinez	Ing. Felix Alejandra Velásquez
Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023



LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POR UNIDAD		
TESIS:	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%) CAJAMARCA 2023"		
CALICATA:	C-1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	Cruz Blanca	PORCENTAJE DE ADICIÓN	1.5% heno
FECHA DE MUESTREO:	22/01/2023	ESPECIMEN:	5
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2023	RESPONSABLE:	Martos Guevara, Yajaira Anaís Quiliche Villar, Kevin Antony

**DATOS DEL ESPÉCIMEN**

Largo (cm)	14.6
Ancho (cm)	15.2
Altura (cm)	10.3
Área Neta (cm <sup>2</sup> )	221.92

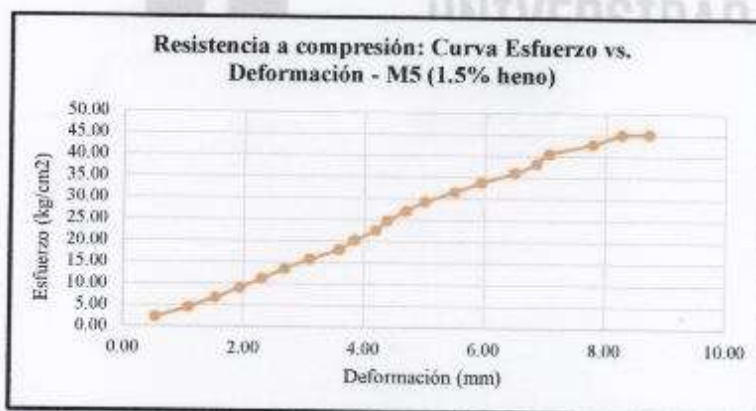
Carga (kg)	Esfuerzo	Deformación	$\epsilon$
	kg/cm <sup>2</sup>	(mm)	(mm/mm)
500	2.25	0.53	0.0053
1000	4.51	1.08	0.0108
1500	6.76	1.53	0.0153
2000	9.01	1.94	0.0194
2500	11.27	2.30	0.0230
3000	13.52	2.68	0.0268
3500	15.77	3.09	0.0309
4000	18.02	3.58	0.0358
4500	20.28	3.84	0.0384
5000	22.53	4.19	0.0419
5500	24.78	4.38	0.0438
6000	27.04	4.69	0.0469
6500	29.29	5.00	0.0500

**DATOS DEL ESPÉCIMEN**

Largo (cm)	14.6
Ancho (cm)	15.2
Altura (cm)	10.3
Área Neta (cm <sup>2</sup> )	221.92

Carga (kg)	Esfuerzo	Deformación	$\epsilon$
	kg/cm <sup>2</sup>	(mm)	(mm/mm)
7000	31.54	5.50	0.0550
7500	33.80	5.94	0.0594
8000	36.05	6.49	0.0649
8500	38.30	6.85	0.0685
9000	40.56	7.06	0.0706
9500	42.81	7.78	0.0778
10000	45.06	8.26	0.0826
10033	45.21	8.72	0.0872

CARGA ÚLTIMA: 10033 kg



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DE ENSAYO:	RESPONSABLE DE ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anaís	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martínez	Ing. Feliza Alejandra Velásquez Huayta
Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023

 <b>UPN</b>	<b>LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>		
	<b>PROTOCOLO</b>		
	<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POR UNIDAD	
<b>TESIS:</b>	“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%) CAJAMARCA 2023”		
<b>CALICATA:</b>	C-1	<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	
<b>UBICACIÓN:</b>	Cruz Blanca	<b>PORCENTAJE DE ADICIÓN</b>	1.5% heno
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	22/01/2023	<b>ESPECIMEN:</b>	6
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	15/02/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	Martos Guevara, Yajaira Anais Quiliche Villar, Kevin Antony

DATOS DEL ESPÉCIMEN			
Largo (cm)	14.2		
Ancho (cm)	15.4		
Altura (cm)	10.1		
Área Neta (cm <sup>2</sup> )	218.68		
Carga (kg)	Esfuerzo kg/cm <sup>2</sup>	Deformación (mm)	c (mm/mm)
500	2.29	0.42	0.0042
1000	4.57	0.86	0.0086
1500	6.86	1.27	0.0127
2000	9.15	1.74	0.0174
2500	11.43	2.17	0.0217
3000	13.72	2.55	0.0255
3500	16.01	2.93	0.0293
4000	18.29	3.34	0.0334
4500	20.58	3.66	0.0366
5000	22.86	3.98	0.0398
5500	25.15	4.33	0.0433
6000	27.44	4.66	0.0466
6500	29.72	5.38	0.0538

DATOS DEL ESPÉCIMEN			
Largo (cm)	14.2		
Ancho (cm)	15.4		
Altura (cm)	10.1		
Área Neta (cm <sup>2</sup> )	218.68		
Carga (kg)	Esfuerzo	Deformación (mm)	c (mm/mm)
7000	32.01	5.77	0.0577
7500	34.30	6.24	0.0624
8000	36.58	6.72	0.0672
8500	38.87	7.30	0.073
9000	41.16	8.05	0.0805
9304	42.55	9.06	0.0906

**CARGA ÚLTIMA:** 9304 kg



<b>OBSERVACIONES:</b>			
<b>RESPONSABLE DE ENSAYO:</b>	<b>RESPONSABLE DE ENSAYO:</b>	<b>COORDINADOR DE LABORATORIO:</b>	<b>ASESOR:</b>
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anais	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martinez	Ing. Félix Alejandro Velásquez
Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023



LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POR UNIDAD		
TESIS:	“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%) CAJAMARCA 2023”		
CALICATA:	C-1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	Cruz Blanca	PORCENTAJE DE ADICIÓN	1.5% heno
FECHA DE MUESTREO:	22/01/2023	ESPECIMEN:	7
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2023	RESPONSABLE:	Martos Guevara, Yajaira Anaís, Quiliche Villar, Kevin Antony

**DATOS DEL ESPÉCIMEN**

Largo (cm)	14.4
Ancho (cm)	15.2
Altura (cm)	10.1
Área Neta (cm <sup>2</sup> )	218.88

Carga (kg)	Esfuerzo	Deformación	$\epsilon$
	kg/cm <sup>2</sup>	(mm)	(mm/mm)
500	2.28	0.61	0.0061
1000	4.57	1.09	0.0109
1500	6.85	1.58	0.0158
2000	9.14	2.13	0.0213
2500	11.42	2.51	0.0251
3000	13.71	2.87	0.0287
3500	15.99	3.20	0.032
4000	18.27	3.52	0.0352
4500	20.56	3.83	0.0383
5000	22.84	4.10	0.041
5500	25.13	4.42	0.0442
6000	27.41	4.73	0.0473
6500	29.70	5.00	0.05

**DATOS DEL ESPÉCIMEN**

Largo (cm)	14.4
Ancho (cm)	15.2
Altura (cm)	10.1
Área Neta (cm <sup>2</sup> )	218.88

Carga (kg)	Esfuerzo	Deformación	$\epsilon$
	kg/cm <sup>2</sup>	(mm)	(mm/mm)
7000	31.98	5.38	0.0538
7500	34.27	5.75	0.0575
8000	36.55	6.27	0.0627
8500	38.83	6.83	0.0683
9000	41.12	7.33	0.0733
9500	43.40	7.78	0.0778
10000	45.69	8.09	0.0809
10169	46.46	8.46	0.0846

CARGA ÚLTIMA: 10169 kg



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DE ENSAYO:	RESPONSABLE DE ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anaís	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martínez	Ing. Félix Alejandro Velásquez Reg. CUSCOT 222077
Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023

 <b>UPN</b>	<b>LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>		
	<b>PROTOCOLO</b>		
	<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POR UNIDAD	
<b>TESIS:</b>	“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%) CAJAMARCA 2023”		
<b>CALICATA:</b>	C-1	<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	
<b>UBICACIÓN:</b>	Cruz Blanca	<b>PORCENTAJE DE ADICIÓN</b>	3.0% heno
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	22/01/2023	<b>ESPECIMEN:</b>	I
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	15/02/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	Martos Guevara, Yajaira Anaís Quiliche Villar, Kevin Antony

**DATOS DEL ESPÉCIMEN**

Largo (cm)	15.6
Ancho (cm)	15.7
Altura (cm)	10
Área Neta (cm <sup>2</sup> )	244.92

Carga (kg)	Esfuerzo	Deformación	e
	kg/cm <sup>2</sup>	(mm)	(mm/mm)
500	2.04	2.65	0.0265
1000	4.08	3.58	0.0358
1500	6.12	4.21	0.0421
2000	8.17	4.72	0.0472
2500	10.21	5.15	0.0515
3000	12.25	5.55	0.0555
3500	14.29	5.92	0.0592
4000	16.33	6.30	0.063
4500	18.37	6.61	0.0661
5000	20.41	6.99	0.0699
5500	22.46	7.38	0.0738
6000	24.50	7.78	0.0778
6500	26.54	8.44	0.0844

**DATOS DEL ESPÉCIMEN**

Largo (cm)	15.6
Ancho (cm)	15.7
Altura (cm)	10
Área Neta (cm <sup>2</sup> )	244.92

Carga (kg)	Esfuerzo	Deformación	e
	kg/cm <sup>2</sup>	(mm)	(mm/mm)
7000	28.58	8.95	0.0895
7275	29.70	9.40	0.094

**CARGA ÚLTIMA:** 7275 kg



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DE ENSAYO:	RESPONSABLE DE ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anaís	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martínez	Ing. Félix Velásquez Reg. C.I. 22077
Fecha: 12/05/2023	Fecha: 12/05/2023	Fecha: 12/05/2023	Fecha: 12/05/2023



	<b>LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>		
	<b>PROTOCOLO</b>		
	<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POR UNIDAD	
<b>TESIS:</b>	“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%) CAJAMARCA 2023”		
<b>CALICATA:</b>	C-1	<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	
<b>UBICACIÓN:</b>	Cruz Blanca	<b>PORCENTAJE DE ADICIÓN</b>	3.0% heno
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	22/01/2023	<b>ESPECIMEN:</b>	2
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	15/02/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	Martos Guevara, Yajaira Anaís Quiliche Villar, Kevin Antony

DATOS DEL ESPÉCIMEN	
Largo (cm)	15.2
Ancho (cm)	15.4
Altura (cm)	10.4
Área Neta (cm <sup>2</sup> )	234.08

Carga (kg)	Esfuerzo	Deformación	e
	kg/cm <sup>2</sup>	(mm)	(mm/mm)
500	2.14	2.16	0.0216
1000	4.27	3.33	0.0333
1500	6.41	4.11	0.0411
2000	8.54	4.75	0.0475
2500	10.68	5.24	0.0524
3000	12.82	5.66	0.0566
3500	14.95	6.18	0.0618
4000	17.09	6.68	0.0668
4500	19.22	6.95	0.0695
5000	21.36	7.40	0.0740
5500	23.50	7.85	0.0785
6000	25.63	8.28	0.0828
6500	27.77	8.90	0.0890

DATOS DEL ESPÉCIMEN	
Largo (cm)	15.2
Ancho (cm)	15.4
Altura (cm)	10.4
Área Neta (cm <sup>2</sup> )	234.08

Carga (kg)	Esfuerzo	Deformación	e
	kg/cm <sup>2</sup>	(mm)	(mm/mm)
7000	29.90	9.39	0.0939
7293	31.16	9.83	0.0983

<b>CARGA ÚLTIMA:</b>	7293	kg
----------------------	------	----



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DE ENSAYO:	RESPONSABLE DE ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anaís	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martínez	Ing. Félix Alejandro Velásquez
Fecha: 12/05/2023	Fecha: 12/05/2023	Fecha: 12/05/2023	Fecha: 12/05/2023

<b>UPN</b>	<b>LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>		
	<b>PROTOCOLO</b>		
	<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POR UNIDAD	
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%) CAJAMARCA 2023"		
<b>GALICATA:</b>	C-1	<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	
<b>UBICACIÓN:</b>	Cruz Blanca	<b>PORCENTAJE DE ADICIÓN</b>	3.0% heno
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	22/01/2023	<b>ESPECIMEN:</b>	3
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	15/02/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	Martos Guevara, Yajaira Anaís Quiliche Villar, Kevin Antony

DATOS DEL ESPÉCIMEN			
Largo (cm)	14.8		
Ancho (cm)	15.5		
Altura (cm)	10.5		
Área Neta (cm <sup>2</sup> )	229.4		
Carga (kg)	Esfuerzo	Deformación	$\epsilon$
	kg/cm <sup>2</sup>	(mm)	(mm/mm)
500	2.18	2.58	0.0258
1000	4.36	3.68	0.0368
1500	6.54	4.36	0.0436
2000	8.72	4.90	0.049
2500	10.90	5.32	0.0532
3000	13.08	5.64	0.0564
3500	15.26	6.08	0.0608
4000	17.44	6.41	0.0641
4500	19.62	6.80	0.068
5000	21.80	7.14	0.0714
5500	23.98	7.52	0.0752
6000	26.16	7.94	0.0794
6500	28.33	8.36	0.0836

DATOS DEL ESPÉCIMEN			
Largo (cm)	14.8		
Ancho (cm)	15.5		
Altura (cm)	10.5		
Área Neta (cm <sup>2</sup> )	229.4		
Carga (kg)	Esfuerzo	Deformación	$\epsilon$
		(mm)	(mm/mm)
7000	30.51	8.85	0.0885
7500	32.69	9.40	0.094
8000	34.87	10.19	0.1019
8500	37.05	10.79	0.1079
<b>8701</b>	<b>37.93</b>	<b>11.15</b>	<b>0.1115</b>
<b>CARGA ÚLTIMA:</b>	<b>8701</b>	<b>kg</b>	



<b>OBSERVACIONES:</b>			
<b>RESPONSABLE DE ENSAYO:</b>	<b>RESPONSABLE DE ENSAYO:</b>	<b>COORDINADOR DE LABORATORIO:</b>	<b>ASESOR:</b>
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anaís	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martínez	Ing. Félix Velásquez, Huayta
Fecha: 12/05/2023	Fecha: 12/05/2023	Fecha: 12/05/2023	Fecha: 12/05/2023



LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POR UNIDAD	
	TESIS:	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0% CAJAMARCA 2023"	
CALICATA:	C-1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	Cruz Blanca	PORCENTAJE DE ADICIÓN	3.0% heno
FECHA DE MUESTREO:	22/01/2023	ESPECIMEN:	4
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2023	RESPONSABLE:	Martos Guevara, Yajaira Anaís Quiliche Villar, Kevin Antony

DATOS DEL ESPÉCIMEN			
Largo (cm)	14.5		
Ancho (cm)	15.5		
Altura (cm)	10.5		
Área Neta (cm <sup>2</sup> )	224.75		
Carga (kg)	Esfuerzo	Deformación	ε
	kg/cm <sup>2</sup>	(mm)	(mm/mm)
500	2.22	2.63	0.0263
1000	4.45	3.95	0.0395
1500	6.67	4.71	0.0471
2000	8.90	5.29	0.0529
2500	11.12	5.79	0.0579
3000	13.35	6.29	0.0629
3500	15.57	6.69	0.0669
4000	17.80	7.22	0.0722
4500	20.02	7.70	0.077
5000	22.25	8.22	0.0822
5500	24.47	8.79	0.0879
6000	26.70	9.48	0.0948
6500	28.92	9.95	0.0995
6890	30.66	10.51	0.1051

CARGA ÚLTIMA: 6890 kg



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DE ENSAYO:	RESPONSABLE DE ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anaís	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martínez	Ing. Felixa Velásquez Reg. C.º. Nº 222077 Huayta
Fecha: 12/05/2023	Fecha: 12/05/2023	Fecha: 12/05/2023	Fecha: 12/05/2023

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POR UNIDAD	
	TESIS:	“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%) CAJAMARCA 2023”	
CALICATA:	C-1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	Cruz Blanca	PORCENTAJE DE ADICIÓN	3.0% heno
FECHA DE MUESTREO:	22/01/2023	ESPECIMEN:	5
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2023	RESPONSABLE:	Martos Guevara, Yajaira Anaís Quiliche Villar, Kevin Antony

DATOS DEL ESPÉCIMEN			
Largo (cm)	14.6		
Ancho (cm)	15.5		
Altura (cm)	10.3		
Área Neta (cm <sup>2</sup> )	226.3		
Carga (kg)	Esfuerzo	Deformación	$\epsilon$
	kg/cm <sup>2</sup>	(mm)	(mm/mm)
500	2.21	1.78	0.0178
1000	4.42	2.72	0.0272
1500	6.63	3.34	0.0334
2000	8.84	3.87	0.0387
2500	11.05	4.25	0.0425
3000	13.26	4.59	0.0459
3500	15.47	4.96	0.0496
4000	17.68	5.33	0.0533
4500	19.89	5.62	0.0562
5000	22.09	5.96	0.0596
5500	24.30	6.40	0.064
6000	26.51	6.79	0.0679
6500	28.72	7.38	0.0738

DATOS DEL ESPÉCIMEN			
Largo (cm)	14.6		
Ancho (cm)	15.5		
Altura (cm)	10.3		
Área Neta (cm <sup>2</sup> )	226.3		
Carga (kg)	Esfuerzo	Deformación	$\epsilon$
	kg/cm <sup>2</sup>	(mm)	(mm/mm)
7000	30.93	8.05	0.0805
7090	31.33	8.11	0.0811
CARGA ÚLTIMA:		7090	kg



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DE ENSAYO:	RESPONSABLE DE ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anaís	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martinez	Ing. Pelix Alejandra Velásquez Ingeniero Civil HUAYTA
Fecha: 12/05/2023	Fecha: 12/05/2023	Fecha: 12/05/2023	Fecha: 12/05/2023



LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POR UNIDAD	
TESIS:		"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%) CAJAMARCA 2023"	
CALICATA:	C-1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	Cruz Blanca	PORCENTAJE DE ADICIÓN	3.0% heno
FECHA DE MUESTREO:	22/01/2023	ESPECIMEN:	6
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2023	RESPONSABLE:	Martos Guevara, Yajaira Anaís Quiliche Villar, Kevin Antony

DATOS DEL ESPÉCIMEN	
Largo (cm)	14.8
Ancho (cm)	15.4
Altura (cm)	10.1
Área Neta (cm <sup>2</sup> )	227.92

Carga (kg)	Esfuerzo	Deformación	$\epsilon$
	kg/cm <sup>2</sup>	(mm)	(mm/mm)
500	2.19	1.75	0.0175
1000	4.39	1.99	0.0199
1500	6.58	2.25	0.0225
2000	8.78	2.75	0.0275
2500	10.97	3.15	0.0315
3000	13.16	3.52	0.0352
3500	15.36	3.98	0.0398
4000	17.55	4.66	0.0466
4500	19.74	5.26	0.0526
5000	21.94	5.75	0.0575
5500	24.13	6.31	0.0631
6000	26.33	6.78	0.0678
6500	28.52	7.43	0.0743

DATOS DEL ESPÉCIMEN	
Largo (cm)	14.8
Ancho (cm)	15.4
Altura (cm)	10.1
Área Neta (cm <sup>2</sup> )	227.92

Carga (kg)	Esfuerzo	Deformación	$\epsilon$
	kg/cm <sup>2</sup>	(mm)	(mm/mm)
7000	30.71	8.23	0.0823
7500	32.91	9.19	0.0919
7666	33.63	10.55	0.1055

CARGA ÚLTIMA: 7666 kg



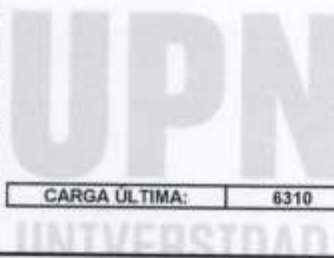
OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DE ENSAYO:	RESPONSABLE DE ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anaís	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martínez	Ing. Felicia Velásquez
Fecha: 12/05/2023	Fecha: 12/05/2023	Fecha: 12/05/2023	Fecha: 12/05/2023

	<b>LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>		
	<b>PROTOCOLO</b>		
	<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POR UNIDAD	
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%) CAJAMARCA 2023"		
<b>CALICATA:</b>	C-1	<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	
<b>UBICACIÓN:</b>	Cruz Blanca	<b>PORCENTAJE DE ADICIÓN</b>	3.0% heno
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	22/01/2023	<b>ESPECIMEN:</b>	7
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	15/02/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	Martos Guevara, Yajaira Anais Quiliche Villar, Kevin Antony

DATOS DEL ESPÉCIMEN	
Largo (cm)	14.8
Ancho (cm)	15.2
Altura (cm)	10.1
Área Neta (cm <sup>2</sup> )	221.92

Carga (kg)	Esfuerzo	Deformación	c
	kg/cm <sup>2</sup>	(mm)	(mm/mm)
500	2.25	2.49	0.0249
1000	4.51	3.61	0.0361
1500	6.76	4.27	0.0427
2000	9.01	4.93	0.0493
2500	11.27	5.41	0.0541
3000	13.52	5.95	0.0595
3500	15.77	6.42	0.0642
4000	18.02	6.88	0.0688
4500	20.28	7.38	0.0738
5000	22.53	7.88	0.0788
5500	24.78	8.47	0.0847
6000	27.04	9.12	0.0912
6310	28.43	10.03	0.1003



**CARGA ÚLTIMA:** 6310 kg



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DE ENSAYO:	RESPONSABLE DE ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anais	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martínez	Ing. Félix Velásquez Reg. CIR. H. 22201
Fecha: 12/05/2023	Fecha: 12/05/2023	Fecha: 12/05/2023	Fecha: 12/05/2023





	<b>LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>		
	<b>PROTOCOLO</b>		
	<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN POR UNIDAD	
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%) CAJAMARCA 2023"		
<b>CALICATA:</b>	C-1	<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	Muestra patrón
<b>UBICACIÓN:</b>	Cruz Blanca	<b>PORCENTAJE DE ADICIÓN</b>	0%
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	22/01/2023	<b>ESPECIMEN:</b>	2
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	15/02/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	Martos Guevara, Yajaira Anaís Quiliche Villar, Kevin Antony

CODIGO DE ESPECIMEN	Longitud de la soga "a" (cm)	Longitud del tizón "b" (cm)	Longitud del Grueso "c" (cm)	Longitud entre ejes de apoyo l
M2 - P	15.5	29.7	10.5	20

Carga (kg)	Esfuerzo	Deformación	e
	kg/cm <sup>2</sup>	(mm)	(mm/mm)
30	0.53	0.05	0.0005
60	1.05	0.11	0.0011
90	1.58	0.15	0.0015
120	2.11	0.19	0.0019
150	2.63	0.22	0.0022
180	3.16	0.28	0.0028
210	3.69	0.31	0.0031
240	4.21	0.38	0.0038
270	4.74	0.42	0.0042
300	5.27	0.51	0.0051
312	5.48	0.55	0.0055

Carga máxima soportada "P" (kg)	Esfuerzo de Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
312	5.48



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DE ENSAYO:	RESPONSABLE DE ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anaís	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martínez	Ing. Felix Alejandro Velásquez
Fecha: 16/04/2023	Fecha: 16/04/2023	Fecha: 16/04/2023	Fecha: 16/04/2023



LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN POR UNIDAD		
TESIS:	“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%) CAJAMARCA 2023”		
CALICATA:	C-1	TIPO DE MATERIAL:	Muestra patrón
UBICACIÓN:	Cruz Blanca	PORCENTAJE DE ADICIÓN	0%
FECHA DE MUESTREO:	22/01/2023	ESPECIMEN:	3
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2023	RESPONSABLE:	Martos Guevara, Yajaira Anaís Quiliche Villar, Kevin Antony

CODIGO DE ESPECIMEN	Longitud de la soga "a" (cm)	Longitud del tizon "b" (cm)	Longitud del Grueso "c" (cm)	Longitud entre ejes de apoyo l
M3 - P	15.5	30	10	20

Carga (kg)	Esfuerzo	Deformación	c
	kg/cm <sup>2</sup>	(mm)	(mm/mm)
30	0.58	0.05	0.0005
60	1.16	0.11	0.0011
90	1.74	0.15	0.0015
120	2.32	0.19	0.0019
150	2.90	0.22	0.0022
180	3.48	0.26	0.0026
210	4.06	0.31	0.0031
240	4.65	0.36	0.0036
270	5.23	0.42	0.0042
300	5.81	0.51	0.0051
330	6.39	0.55	0.0055
334	6.46	0.58	0.0058

Carga máxima soportada "P" (kg)	Esfuerzo de Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
334	6.46



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DE ENSAYO:	RESPONSABLE DE ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anaís	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martínez	Ing. Félix Alejandro Velásquez Reg. C. I. N. 222077
Fecha: 16/04/2023	Fecha: 16/04/2023	Fecha: 16/04/2023	Fecha: 16/04/2023

	<b>LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>		
	<b>PROTOCOLO</b>		
	<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN POR UNIDAD	
<b>TESIS:</b>	“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%) CAJAMARCA 2023”		
<b>CALICATA:</b>	C-1	<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	Muestra patrón
<b>UBICACIÓN:</b>	Cruz Blanca	<b>PORCENTAJE DE ADICIÓN</b>	0%
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	22/01/2023	<b>ESPECIMEN:</b>	4
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	15/02/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	Martos Guevara, Yajaira Anaís Quiliche Villar, Kevin Antony

CODIGO DE ESPECIMEN	Longitud de la soga "a" (cm)	Longitud del tizón "b" (cm)	Longitud del Grueso "c" (cm)	Longitud entre ejes de apoyo l
M4 - P	15.5	30	10	20

Carga (kg)	Esfuerzo $kg/cm^2$	Deformación (mm)	$\epsilon$ (mm/mm)
30	0.58	0.04	0.0004
60	1.16	0.09	0.0009
90	1.74	0.18	0.0018
120	2.32	0.21	0.0021
150	2.90	0.25	0.0025
180	3.48	0.32	0.0032
210	4.06	0.35	0.0035
240	4.65	0.41	0.0041
270	5.23	0.46	0.0046
300	5.81	0.51	0.0051
330	6.39	0.57	0.0057
360	6.97	0.63	0.0063
390	7.55	0.65	0.0065
420	8.13	0.70	0.007
450	8.71	0.74	0.0074
484	9.37	0.78	0.0078

Carga máxima soportada "P"	Esfuerzo de Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
484	9.37



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DE ENSAYO:	RESPONSABLE DE ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anaís	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martínez	Ing. Félix Alejandra Velásquez Rep. Cifhuaya
Fecha: 18/04/2023	Fecha: 16/04/2023	Fecha: 16/04/2023	Fecha: 16/04/2023



LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN POR UNIDAD	
	TESIS:	“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%) CAJAMARCA 2023”	
CALICATA:	C-I	TIPO DE MATERIAL:	Muestra patrón
UBICACIÓN:	Cruz Blanca	PORCENTAJE DE ADICIÓN	0%
FECHA DE MUESTREO:	22/01/2023	ESPECIMEN:	5
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2023	RESPONSABLE:	Martos Guevara, Yajaira Anais Quiliche Villar, Kevin Antony

CODIGO DE ESPECIMEN	Longitud de la soga "a" (cm)	Longitud del tizon "b" (cm)	Longitud del Grueso "c" (cm)	Longitud entre ejes de apoyo l
M5 - P	15.4	29.7	10.5	20

Carga (kg)	Esfuerzo $\text{kg/cm}^2$	Deformación (mm)	$\epsilon$ (mm/mm)
30	0.53	0.04	0.0004
60	1.06	0.09	0.0009
90	1.59	0.18	0.0018
120	2.12	0.25	0.0025
150	2.65	0.32	0.0032
180	3.18	0.35	0.0035
210	3.71	0.41	0.0041
240	4.24	0.46	0.0046
270	4.77	0.51	0.0051
300	5.30	0.57	0.0057
330	5.83	0.63	0.0063
360	6.36	0.65	0.0065
390	6.89	0.70	0.0070
420	7.42	0.74	0.0074
432	7.63	0.78	0.0078

Carga máxima soportada "P" (kg)	Esfuerzo de Rotura $\text{kg/cm}^2$
432	7.63




OBSERVACIONES:





RESPONSABLE DE ENSAYO:	RESPONSABLE DE ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anais	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martinez	Ing. Félix Velásquez Reg. C.I. 14522077
Fecha: 16/04/2023	Fecha: 16/04/2023	Fecha: 16/04/2023	Fecha: 16/04/2023



LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO:		RESISTENCIA A LA FLEXIÓN POR UNIDAD		
TESIS:		“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%) CAJAMARCA 2023”		
CALICATA:	C-1	TIPO DE MATERIAL:	Muestra patrón	
UBICACIÓN:	Cruz Blanca	PORCENTAJE DE ADICIÓN	0%	
FECHA DE MUESTREO:	22/01/2023	ESPECIMEN:	6	
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2023	RESPONSABLE:	Martos Guevara, Yajaira Anais Quiliche Villar, Kevin Antony	
CODIGO DE ESPECIMEN	Longitud de la soga "a" (cm)	Longitud del tizón "b" (cm)	Longitud del Grueso "c" (cm)	Longitud entre ejes de apoyo l
M6 - P	15.5	29.7	10.5	20
Carga (kg)	Esfuerzo	Deformación	ε	
	kg/cm <sup>2</sup>	(mm)	(mm/mm)	
30	0.53	0.52	0.0052	
60	1.05	0.77	0.0077	
90	1.58	0.84	0.0084	
120	2.11	0.91	0.0091	
150	2.63	0.95	0.0095	
180	3.16	1.10	0.011	
210	3.69	1.14	0.0114	
240	4.21	1.19	0.0119	
270	4.74	1.24	0.0124	
300	5.27	1.27	0.0127	
330	5.79	1.31	0.0131	
360	6.32	1.33	0.0133	
390	6.85	1.40	0.014	
420	7.37	1.42	0.0142	
450	7.90	1.45	0.0145	
480	8.43	1.50	0.015	
510	8.95	1.54	0.0154	
540	9.48	1.60	0.016	
570	10.01	1.65	0.0165	
575	10.09	1.76	0.0176	
Carga máxima soportada "P" (kg)	Esfuerzo de Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )			
450	7.90			

**Curva Esfuerzo VS. Deformación - M6 (Patrón)**



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DE ENSAYO:	RESPONSABLE DE ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anais	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martinez	Ing. Felix Alejandro Valasquez Huayta
Fecha: 16/04/2023	Fecha: 16/04/2023	Fecha: 16/04/2023	Fecha: 16/04/2023

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
UPN	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN POR UNIDAD	
	TESIS:	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%) CAJAMARCA 2023"	
CALICATA:	C-1	TIPO DE MATERIAL:	Muestra patrón
UBICACIÓN:	Cruz Blanca	PORCENTAJE DE ADICIÓN	0%
FECHA DE MUESTREO:	22/01/2023	ESPECIMEN:	7
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2023	RESPONSABLE:	Martos Guevara, Yajaira Anais Quiliche Villar, Kevin Antony

CODIGO DE ESPECIMEN	Longitud de la soga "a" (cm)	Longitud del lizón "b" (cm)	Longitud del Grueso "c" (cm)	Longitud entre ejes de apoyo l
M7 - P	15.6	29.7	10.5	20
Carga (kg)	Esfuerzo $kg/cm^2$	Deformación (mm)	$\epsilon$ (mm/mm)	
30	0.52	0.22	0.0022	
60	1.05	0.35	0.0035	
90	1.57	0.44	0.0044	
120	2.09	0.55	0.0055	
150	2.62	0.64	0.0064	
180	3.14	0.73	0.0073	
210	3.66	0.81	0.0081	
240	4.19	0.88	0.0088	
270	4.71	0.94	0.0094	
300	5.23	0.99	0.0099	
330	5.76	1.04	0.0104	
360	6.28	1.10	0.0110	
390	6.80	1.17	0.0117	
420	7.33	1.22	0.0122	
450	7.85	1.27	0.0127	
480	8.37	1.29	0.0129	
510	8.90	1.31	0.0131	
540	9.42	1.33	0.0133	
570	9.94	1.36	0.0136	
600	10.47	1.40	0.0140	
630	10.99	1.42	0.0142	
656	11.44	1.45	0.0145	

Carga máxima soportada "P" (kg)	Esfuerzo de Rotura ( $kg/cm^2$ )
656	11.44



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DE ENSAYO:	RESPONSABLE DE ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anais	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martinez	Ing. Félix Alejandro Velásquez Huayta
Fecha: 16/04/2023	Fecha: 16/04/2023	Fecha: 16/04/2023	Fecha: 16/04/2023



 <b>UPN</b>	<b>LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>		
	<b>PROTOCOLO</b>		
	<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN POR UNIDAD	
<b>TESIS:</b>	“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%) CAJAMARCA 2023”		
<b>CALICATA:</b>	C-1	<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	
<b>UBICACIÓN:</b>	Cruz Blanca	<b>PORCENTAJE DE ADICIÓN</b>	0.75% fibra de heno
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	22/01/2023	<b>ESPECIMEN:</b>	I
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	15/02/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	Martos Guevara, Yajaira Anaís Quiliche Villar, Kevin Antony

CODIGO DE ESPECIMEN	Longitud de la soga "a" (cm)	Longitud del tizón "b" (cm)	Longitud del Grueso "c" (cm)	Longitud entre ejes de apoyo l
M1 - P	15.6	29.5	10.5	20
Carga (kg)	Esfuerzo $kg/cm^2$	Deformación (mm)	e (mm/mm)	
30	0.52	0.11	0.0011	
60	1.05	0.29	0.0029	
90	1.57	0.40	0.004	
120	2.09	0.55	0.0055	
150	2.62	0.67	0.0067	
180	3.14	0.72	0.0072	
210	3.66	0.80	0.008	
240	4.19	0.89	0.0089	
270	4.71	0.95	0.0095	
300	5.23	1.02	0.0102	
330	5.76	1.19	0.0119	
360	6.28	1.38	0.0138	
390	6.80	1.55	0.0155	
420	7.33	1.78	0.0178	
450	7.85	1.86	0.0186	
480	8.37	1.99	0.0199	
499	8.70	2.16	0.0216	

Carga máxima soportada "P" (kg)	Esfuerzo de Rotura ( $kg/cm^2$ )
499	8.70



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DE ENSAYO:	RESPONSABLE DE ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anaís	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martinez	Ing. Felix Alejandra Velásquez Huayta
Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023

 <b>UPN</b>	<b>LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>		
	<b>PROTOCOLO</b>		
	<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN POR UNIDAD	
<b>TESIS:</b>	“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%), CAJAMARCA 2023”		
<b>CALICATA:</b>	C-1	<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	
<b>UBICACIÓN:</b>	Cruz Blanca	<b>PORCENTAJE DE ADICIÓN:</b>	0.75% fibra de heno
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	22/01/2023	<b>ESPECIMEN:</b>	2
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	15/02/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	Martos Guevara, Yajaira Anís, Quiliche Villar, Kevin Antony

CODIGO DE ESPECIMEN	Longitud de la soga "a" (cm)	Longitud del tizón "b" (cm)	Longitud del Grueso "c" (cm)	Longitud entre ejes de apoyo l
M2 - P	15.4	29.5	10.4	20
<b>Carga (kg)</b>	<b>Esfuerzo <math>kg/cm^2</math></b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b><math>\epsilon</math> (mm/mm)</b>	
30	0.54	0.24	0.0024	
60	1.08	0.31	0.0031	
90	1.62	0.68	0.0068	
120	2.16	0.77	0.0077	
150	2.70	0.83	0.0083	
180	3.24	0.90	0.0090	
210	3.78	1.05	0.0105	
240	4.32	1.19	0.0119	
270	4.86	1.33	0.0133	
300	5.40	1.45	0.0145	
330	5.94	1.66	0.0166	
360	6.48	1.71	0.0171	
390	7.02	1.85	0.0185	
<b>Carga máxima soportada "P" (kg)</b>	<b>Esfuerzo de Rotura (kg/cm<sup>2</sup>)</b>			
390	7.02			



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DE ENSAYO:	RESPONSABLE DE ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anís	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martínez	Ing. Félix Alejandro Velazquez Huayta
Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023



LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:		RESISTENCIA A LA FLEXIÓN POR UNIDAD	
TESIS:		“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%) CAJAMARCA 2023”	
CALICATA:	C-1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	Cruz Blanca	PORCENTAJE DE ADICIÓN	0.75% fibra de heno
FECHA DE MUESTREO:	22/01/2023	ESPECIMEN:	3
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2023	RESPONSABLE:	Martos Guevara, Yajaira Anais Quiliche Villar, Kevin Antony

CODIGO DE ESPECIMEN	Longitud de la soga "a" (cm)	Longitud del lizón "b" (cm)	Longitud del Grueso "c" (cm)	Longitud entre ejes de apoyo l
M3 - P	15.3	29.5	10.3	20


Carga (kg)	Esfuerzo $kg/cm^2$	Deformación (mm)	$\epsilon$ (mm/mm)
30	0.55	0.10	0.0010
60	1.11	0.25	0.0025
90	1.66	0.39	0.0039
120	2.22	0.48	0.0048
150	2.77	0.61	0.0061
180	3.33	0.70	0.0070
210	3.88	0.79	0.0079
240	4.44	0.88	0.0088
270	4.99	0.97	0.0097
300	5.54	1.05	0.0105
330	6.10	1.20	0.0120
360	6.65	1.41	0.0141
390	7.21	1.53	0.0153
420	7.76	1.68	0.0168
450	8.32	1.78	0.0178
480	8.87	1.91	0.0191
487	9.00	2.01	0.0201

Carga máxima soportada "P" (kg)	Esfuerzo de Rotura $(kg/cm^2)$
487	9.00





  

**Resistencia a flexión: Curva Esfuerzo vs. Deformación - M3 (0.75% heno)**



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DE ENSAYO:	RESPONSABLE DE ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anais	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martínez	Ing. Félix Alejandra Velásquez Huaylla
Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023



LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN POR UNIDAD		
TESIS:	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%) CAJAMARCA 2023"		
CALICATA:	C-1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	Cruz Blanca	PORCENTAJE DE ADICIÓN	0.75% fibra de heno
FECHA DE MUESTREO:	22/01/2023	ESPECIMEN:	4
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2023	RESPONSABLE:	Martos Guevara, Yajaira Anais Quiliche Villar, Kevin Antony

CODIGO DE ESPECIMEN	Longitud de la soga "a" (cm)	Longitud del tizón "b" (cm)	Longitud del Gueso "c" (cm)	Longitud entre ejes de apoyo l
M4 - P	15.5	29.6	10.3	20

Carga (kg)	Esfuerzo $kg/cm^2$	Deformación (mm)	c (mm/mm)
30	0.55	0.15	0.0015
60	1.09	0.35	0.0035
90	1.64	0.49	0.0049
120	2.19	0.61	0.0061
150	2.74	0.68	0.0068
180	3.28	0.75	0.0075
210	3.83	0.81	0.0081
240	4.38	0.88	0.0088
270	4.93	0.94	0.0094
300	5.47	1.00	0.0100
330	6.02	1.26	0.0126
360	6.57	1.45	0.0145
390	7.12	1.68	0.0168
420	7.66	1.83	0.0183
450	8.21	1.99	0.0199
480	8.76	2.14	0.0214
502	9.16	2.25	0.0225

Carga máxima soportada "P" (kg)	Esfuerzo de Rotura $(kg/cm^2)$
502	9.16



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DE ENSAYO:	RESPONSABLE DE ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anais	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martinez	Ing. Félix Alejandro Velásquez Reg. Huánuco 2220
Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023



LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN POR UNIDAD	
	TESIS:	“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%) CAJAMARCA 2023”	
CALICATA:	C-I	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	Cruz Blanca	PORCENTAJE DE ADICIÓN	0.75% fibra de heno
FECHA DE MUESTREO:	22/01/2023	ESPECIMEN:	5
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2023	RESPONSABLE:	Martos Guevara, Yajaira Anaís Quiliche Villar, Kevin Antony

CODIGO DE ESPECIMEN	Longitud de la soga "a" (cm)	Longitud del tizón "b" (cm)	Longitud del Grueso "c" (cm)	Longitud entre ejes de apoyo l
M5 - P	15.5	29.5	10.2	20
Carga (kg)	Esfuerzo $kg/cm^2$	Deformación (mm)	c	
30	0.58	0.10	0.0010	
60	1.12	0.29	0.0029	
90	1.67	0.35	0.0035	
120	2.23	0.41	0.0041	
150	2.79	0.56	0.0056	
180	3.35	0.79	0.0079	
210	3.91	0.91	0.0091	
240	4.46	1.03	0.0103	
270	5.02	1.16	0.0116	
300	5.58	1.25	0.0125	
313	5.82	1.30	0.0130	
Carga máxima soportada "P" (kg)	Esfuerzo de Rotura $kg/cm^2$			
313	5.82			



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DE ENSAYO:	RESPONSABLE DE ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anaís	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martinez	Ing. Felix Alejandro Yajiguez Hueyta
Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023



LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN POR UNIDAD		
TESIS:	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%) CAJAMARCA 2023"		
CLASIFICACIÓN:	C-1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	Cruz Blanca	PORCENTAJE DE ADICIÓN	0.75% fibra de heno
FECHA DE MUESTREO:	22/01/2023	ESPECIMEN:	6
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2023	RESPONSABLE:	Martos Guevara, Yajaira Anaís Quiliche Villar, Kevin Antony

CODIGO DE ESPECIMEN	Longitud de la soga "a" (cm)	Longitud del tizon "b" (cm)	Longitud del Grueso "c" (cm)	Longitud entre ejes de apoyo l
M6 - P	15.5	29.5	10.2	20
Carga (kg)	Esfuerzo	Deformación	c	
	kg/cm <sup>2</sup>	(mm)	(mm/mm)	
30	0.56	0.05	0.0005	
60	1.12	0.16	0.0016	
90	1.67	0.28	0.0028	
120	2.23	0.34	0.0034	
150	2.79	0.46	0.0046	
180	3.35	0.58	0.0058	
210	3.91	0.67	0.0067	
240	4.46	0.75	0.0075	
270	5.02	0.98	0.0098	
300	5.58	1.15	0.0115	
330	6.14	1.35	0.0135	
360	6.70	1.46	0.0146	
390	7.26	1.84	0.0184	
410	7.63	1.98	0.0198	

Carga máxima soportada "P" (kg)	Esfuerzo de Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
410	7.63



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DE ENSAYO:	RESPONSABLE DE ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anaís	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martínez	Ing. Félix Alejandro Velásquez
Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023



LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PRÓTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN POR UNIDAD		
TESIS:	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%) CAJAMARCA 2023"		
CALICATA:	C-1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	Cruz Blanca	PORCENTAJE DE ADICIÓN	0.75% fibra de heno
FECHA DE MUESTREO:	22/01/2023	ESPECIMEN:	7
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2023	RESPONSABLE:	Martos Guevara, Yajaira Anaís Quiliche Villar, Kevin Antony

CODIGO DE ESPECIMEN	Longitud de la soga "a" (cm)	Longitud del tizón "b" (cm)	Longitud del Grueso "c" (cm)	Longitud entre ejes de apoyo l
M7 - P	15.2	29.4	10.3	20

Carga (kg)	Esfuerzo kg/cm <sup>2</sup>	Deformación (mm)	c (mm/mm)
30	0.56	0.16	0.0016
60	1.12	0.29	0.0029
90	1.67	0.43	0.0043
120	2.23	0.58	0.0058
150	2.79	0.69	0.0069
180	3.35	0.75	0.0075
210	3.91	0.83	0.0083
240	4.48	0.99	0.0099
270	5.02	1.11	0.0111
300	5.58	1.38	0.0138
330	6.14	1.51	0.0151
358	6.68	1.60	0.0160

Carga máxima soportada "P" (kg)	Esfuerzo de Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
---------------------------------	--



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DE ENSAYO:	RESPONSABLE DE ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anaís	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martínez	Ing. Félix Alejandro Vela Reg. C.O.P.E. 2007 Huayla
Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023



	LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN POR UNIDAD		
TESIS:	“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%) CAJAMARCA 2023”		
CALICATA:	C-1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	Cruz Blanca	PORCENTAJE DE ADICIÓN:	1.5% fibra de heno
FECHA DE MUESTREO:	22/01/2023	ESPECIMEN:	I
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2023	RESPONSABLE:	Martos Guevara, Yajaira Anaís Quiliche Villar, Kevin Antony

CODIGO DE ESPECIMEN	Longitud de la soga "a" (cm)	Longitud del tizon "b" (cm)	Longitud del Grueso "c" (cm)	Longitud entre ejes de apoyo l
M1 - P	15.5	29.5	10.5	20

Carga (kg)	Esfuerzo $kg/cm^2$	Deformación (mm)	$\epsilon$ (mm/mm)
30	0.53	0.07	0.0007
60	1.05	0.15	0.0015
90	1.58	0.26	0.0028
120	2.11	0.34	0.0034
150	2.63	0.41	0.0041
180	3.16	0.56	0.0056
210	3.69	0.68	0.0068
240	4.21	0.79	0.0079
270	4.74	0.99	0.0099
300	5.27	1.16	0.0116
330	5.79	1.24	0.0124
360	6.32	1.29	0.0129
389	6.83	1.33	0.0133

Carga máxima soportada "P" (kg)	Esfuerzo de Rotura $kg/cm^2$
389	6.83



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DE ENSAYO:	RESPONSABLE DE ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anaís	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martinez	Ing. Félix Alejandro Velazquez Huayta
Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023



	<b>LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>		
	<b>PROTOCOLO</b>		
	<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN POR UNIDAD	
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%) CAJAMARCA 2023"		
<b>CALICATA:</b>	C-1	<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	
<b>UBICACIÓN:</b>	Cruz Blanca	<b>PORCENTAJE DE ADICIÓN</b>	1.5% fibra de heno
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	22/01/2023	<b>ESPECIMEN:</b>	2
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	15/02/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	Martos Guevara, Yajaira Anais Quiliche Villar, Kevin Antony

CODIGO DE ESPECIMEN	Longitud de la soga "a" (cm)	Longitud del tizón "b" (cm)	Longitud del Grueso "c" (cm)	Longitud entre ejes de apoyo l
M2 - P	15.0	29.5	10.2	20

Carga (kg)	Esfuerzo	Deformación	e
	kg/cm <sup>2</sup>	(mm)	(mm/mm)
30	0.55	0.06	0.0006
60	1.11	0.15	0.0015
90	1.66	0.26	0.0026
120	2.22	0.33	0.0033
150	2.77	0.42	0.0042
180	3.33	0.61	0.0061
210	3.88	0.82	0.0082
240	4.44	0.97	0.0097
270	4.99	1.08	0.0108
300	5.55	1.26	0.0126
330	6.10	1.56	0.0156
360	6.65	1.76	0.0176
390	7.21	1.83	0.0183
420	7.76	1.91	0.0191
450	8.32	1.98	0.0198
457	8.45	2.00	0.0200

Carga máxima soportada "P" (kg)	Esfuerzo de Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
457	8.45



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DE ENSAYO:	RESPONSABLE DE ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anais	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martínez	Ing. Félix Alejandro Valásquez Huayta
Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023



LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN POR UNIDAD		
TESIS:	“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%) CAJAMARCA 2023”		
CALICATA:	C-1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	Cruz Blanca	PORCENTAJE DE ADICIÓN	1.5% fibra de heno
FECHA DE MUESTREO:	22/01/2023	ESPECIMEN:	3
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2023	RESPONSABLE:	Martos Guevara, Yajaira Anais Quiliche Villar, Kevin Antony

CODIGO DE ESPECIMEN	Longitud de la soga "a" (cm)	Longitud del tizón "b" (cm)	Longitud del Grueso "c" (cm)	Longitud entre ejes de apoyo l
M3 - P	15.5	29.5	10.3	20

Carga (kg)	Esfuerzo	Deformación	e
	kg/cm <sup>2</sup>	(mm)	(mm/mm)
30	0.55	0.12	0.0012
60	1.09	0.23	0.0023
90	1.64	0.45	0.0045
120	2.19	0.68	0.0068
150	2.74	0.83	0.0083
180	3.28	0.95	0.0095
210	3.83	1.15	0.0115
240	4.38	1.26	0.0136
270	4.93	1.48	0.0148
300	5.47	1.59	0.0159
330	6.02	1.84	0.0184
360	6.57	1.99	0.0199
390	7.12	2.06	0.0206
420	7.66	2.19	0.0219
450	8.21	2.24	0.0224
480	8.76	2.30	0.0230
484	8.83	2.33	0.0233

Carga máxima soportada "P" (kg)	Esfuerzo de Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
484	8.83



OBSERVACIONES:

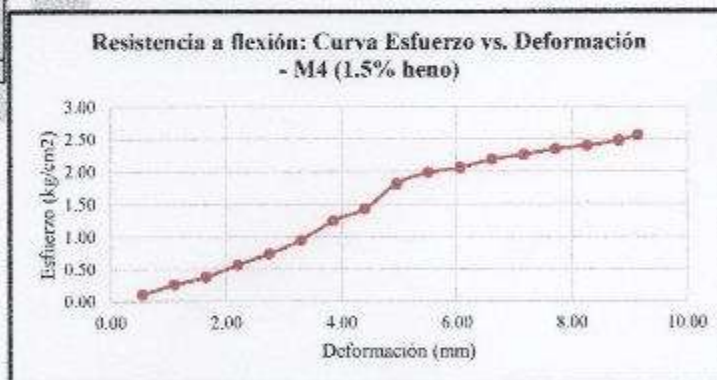
RESPONSABLE DE ENSAYO:	RESPONSABLE DE ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anais	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martínez	Ing. Félix Alejandra Velásquez Rep. C. Huayta
Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023



LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN POR UNIDAD		
<b>TESIS:</b>	“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%) CAJAMARCA 2023”		
CALICATA:	C-1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	Cruz Blanca	PORCENTAJE DE ADICIÓN	1.5% fibra de heno
FECHA DE MUESTREO:	22/01/2023	ESPECIMEN:	4
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2023	RESPONSABLE:	Martos Guevara, Yajaira Anaís Quiliche Villar, Kevin Antony

CODIGO DE ESPECIMEN	Longitud de la soga "a" (cm)	Longitud del tizón "b" (cm)	Longitud del Grueso "c" (cm)	Longitud entre ejes de apoyo l
M4 - P	15.4	29.5	10.3	20
Carga (kg)	Esfuerzo $kg/cm^2$	Deformación (mm)	c	
30	0.55	0.11	0.0011	
60	1.10	0.26	0.0026	
90	1.65	0.38	0.0038	
120	2.20	0.57	0.0057	
150	2.75	0.74	0.0074	
180	3.31	0.95	0.0095	
210	3.88	1.25	0.0125	
240	4.41	1.43	0.0143	
270	4.96	1.82	0.0182	
300	5.51	1.99	0.0199	
330	6.06	2.06	0.0206	
360	6.61	2.19	0.0219	
390	7.16	2.26	0.0226	
420	7.71	2.35	0.0235	
450	8.26	2.40	0.0240	
480	8.81	2.48	0.0248	
498	9.14	2.56	0.0256	

Carga máxima soportada "P" (kg)	Esfuerzo de Rotura $(kg/cm^2)$
498	9.14



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DE ENSAYO:	RESPONSABLE DE ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anaís	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martínez	Ing. Félix Alejandro Velásquez
Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023

	<b>LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>		
	<b>PROTOCOLO</b>		
	<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN POR UNIDAD	
<b>TESIS:</b>	“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%) CAJAMARCA 2023”		
CALIGATA:	C-I	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	Cruz Blanca	PORCENTAJE DE ADICIÓN	1.5% fibra de heno
FECHA DE MUESTREO:	22/01/2023	ESPECIMEN:	5
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2023	RESPONSABLE:	Martos Guevara, Yajaira Anaís Quiliche Villar, Kevin Antony

CODIGO DE ESPECIMEN	Longitud de la soga "a" (cm)	Longitud del tizón "b" (cm)	Longitud del Grueso "c" (cm)	Longitud entre ejes de apoyo l
M5 - P	15.5	29.5	10.2	20
Carga (kg)	Esfuerzo $kg/cm^2$	Deformación (mm)	$\epsilon$ (mm/mm)	
30	0.56	0.21	0.0021	
60	1.12	0.56	0.0056	
90	1.67	0.98	0.0098	
120	2.23	1.24	0.0124	
150	2.79	1.58	0.0158	
180	3.35	1.78	0.0178	
210	3.91	1.95	0.0195	
240	4.46	2.09	0.0209	
270	5.02	2.23	0.0223	
300	5.58	2.35	0.0235	
330	6.14	2.48	0.0248	
349	6.49	2.52	0.0252	
Carga máxima soportada "P" (kg)	Esfuerzo de Rotura $(kg/cm^2)$			
349	6.49			



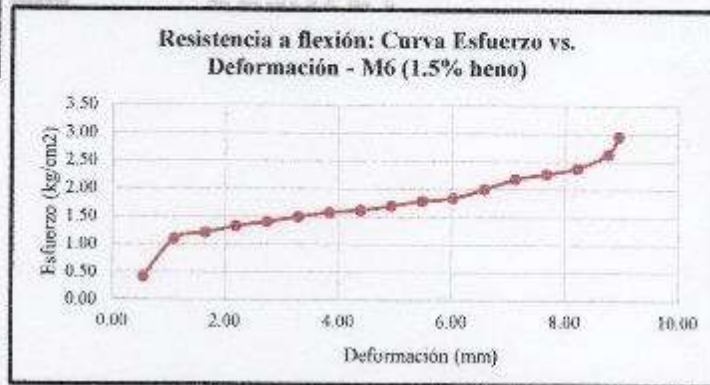
**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DE ENSAYO:	RESPONSABLE DE ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anaís	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martínez	Ing. Félix Alejandra Velásquez Res. CIP. Huayta
Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023



	LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN POR UNIDAD		
TESIS:	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%) CAJAMARCA 2023"		
CALICATA:	C-1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	Cruz Blanca	PORCENTAJE DE ADICIÓN	1.5% fibra de heno
FECHA DE MUESTREO:	22/01/2023	ESPECIMEN:	6
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2023	RESPONSABLE:	Martos Guevara, Yajaira Anaís Quiliche Villar, Kevin Antony

CODIGO DE ESPECIMEN	Longitud de la soga "a" (cm)	Longitud del fízon "b" (cm)	Longitud del Grueso "c" (cm)	Longitud entre ejes de apoyo l
M6 - P	15.2	29.6	10.4	20
Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación (mm)	c	
			(mm/mm)	
30	0.55	0.41	0.0041	
60	1.09	1.10	0.0110	
90	1.64	1.21	0.0121	
120	2.19	1.33	0.0133	
150	2.74	1.41	0.0141	
180	3.28	1.50	0.0150	
210	3.83	1.58	0.0158	
240	4.38	1.62	0.0162	
270	4.93	1.70	0.0170	
300	5.47	1.79	0.0179	
330	6.02	1.84	0.0184	
360	6.57	2.00	0.0200	
390	7.12	2.19	0.0219	
420	7.66	2.28	0.0228	
450	8.21	2.38	0.0238	
480	8.76	2.64	0.0264	
490	8.94	2.96	0.0296	
Carga máxima soportada "P" (kg)	Esfuerzo de Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )			
490	8.94			



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DE ENSAYO:	RESPONSABLE DE ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anaís	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martínez	Ing. Felix Alvarado Vela
Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023



LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN POR UNIDAD		
TESIS:	“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%) CAJAMARCA 2023”		
CALICATA:	C-1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	Cruz Blanca	PORCENTAJE DE ADICIÓN	1.5% fibra de heno
FECHA DE MUESTREO:	22/01/2023	ESPECIMEN:	7
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2023	RESPONSABLE:	Martos Guevara, Yajaira Anais Guiliche Villar, Kevin Antony

CODIGO DE ESPECIMEN	Longitud de la soga "a" (cm)	Longitud del tizon "b" (cm)	Longitud del Gueso "c" (cm)	Longitud entre ejes de apoyo l
M7 - P	15.3	29.4	10.3	20

Carga (kg)	Esfuerzo $kg/cm^2$	Deformación (mm)	$\epsilon$ (mm/mm)
30	0.55	0.13	0.0013
60	1.11	0.90	0.0090
90	1.66	1.05	0.0105
120	2.22	1.13	0.0113
150	2.77	1.20	0.0120
180	3.33	1.27	0.0127
210	3.88	1.30	0.0130
240	4.44	1.38	0.0138
270	4.99	1.42	0.0142
300	5.54	1.53	0.0153
330	6.10	1.61	0.0161
360	6.65	1.69	0.0169
390	7.21	1.92	0.0192
420	7.76	2.00	0.0200
450	8.32	2.05	0.0205
479	8.85	2.15	0.0215

Carga máxima soportada "P" (kg)	Esfuerzo de Rotura $(kg/cm^2)$
479	8.85



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DE ENSAYO:	RESPONSABLE DE ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anais	Bach. Guiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martinez	Ing. Félix Valásquez Reg. C. 22574
Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023	Fecha: 07/05/2023

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN POR UNIDAD		
TESIS:	“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%) CAJAMARCA 2023”		
CALICATÁ:	C-1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	Cruz Blanca	PORCENTAJE DE ADICIÓN	3.0% fibra de heno
FECHA DE MUESTREO:	22/01/2023	ESPECIMEN:	I
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2023	RESPONSABLE:	Martos Guevara, Yajaira Anais Quiliche Villar, Kevin Antony

CODIGO DE ESPECIMEN	Longitud de la soga "a" (cm)	Longitud del tizón "b" (cm)	Longitud del Grueso "c" (cm)	Longitud entre ejes de apoyo l
M1 - P	15.5	30	10.5	20

Carga (kg)	Esfuerzo	Deformación	c
	kg/cm <sup>2</sup>	(mm)	(mm/mm)
30	0.53	0.04	0.0004
60	1.05	0.23	0.0023
90	1.58	0.37	0.0037
120	2.11	0.48	0.0048
150	2.63	0.59	0.0059
180	3.16	0.70	0.007
210	3.69	0.78	0.0078

Carga máxima soportada "P" (kg)	Esfuerzo de Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
210	3.69



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DE ENSAYO:	RESPONSABLE DE ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anais	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martínez	Ing. Félix Alejandra Velásquez
Fecha: 12/05/2023	Fecha: 12/05/2023	Fecha: 12/05/2023	Fecha: 12/05/2023



	<b>LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>		
	<b>PROTOCOLO</b>		
	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN POR UNIDAD	
TESIS:	“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%) CAJAMARCA 2023”		
CALICATA:	C-1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	Cruz Blanca	PORCENTAJE DE ADICIÓN	3.0% fibra de heno
FECHA DE MUESTREO:	22/01/2023	ESPECIMEN:	2
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2023	RESPONSABLE:	Martos Guevara, Yajaira Anais Quiliche Villar, Kevin Antony

CODIGO DE ESPECIMEN	Longitud de la soga "a" (cm)	Longitud del tizón "b" (cm)	Longitud del Grueso "c" (cm)	Longitud entre ejes de apoyo l
M2 - P	15.5	30	10.5	20

Carga (kg)	Esfuerzo $\text{kg/cm}^2$	Deformación (mm)	$\epsilon$ (mm/mm)
30	0.53	0.13	0.0013
60	1.05	0.30	0.003
90	1.58	0.44	0.0044
120	2.11	0.54	0.0054
150	2.63	0.66	0.0066
180	3.16	0.79	0.0079
210	3.69	0.88	0.0088
240	4.21	0.95	0.0095
270	4.74	1.01	0.0101
300	5.27	1.15	0.0115
330	5.79	1.31	0.0131
340	5.97	1.52	0.0152

Carga máxima soportada "P" (kg)	Esfuerzo de Rotura $\text{kg/cm}^2$
340	5.97



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DE ENSAYO:	RESPONSABLE DE ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anais	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martinez	Ing. Faix Alejandra Velásquez Huayta
Fecha: 12/05/2023	Fecha: 12/05/2023	Fecha: 12/05/2023	Fecha: 12/05/2023



LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN POR UNIDAD		
TESIS:	“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%) CAJAMARCA 2023”		
CALICATA:	C-1	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	Cruz Blanca	PORCENTAJE DE ADICIÓN	3.0% fibra de heno
FECHA DE MUESTREO:	22/01/2023	ESPECIMEN:	3
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2023	RESPONSABLE:	Martos Guevara, Yajaira Anais Quiliche Villar, Kevin Antony

CODIGO DE ESPECIMEN	Longitud de la soga "a" (cm)	Longitud del tizon "b" (cm)	Longitud del Grueso "c" (cm)	Longitud entre ejes de apoyo l
M3 - P	15.5	30	10.5	20

Carga (kg)	Esfuerzo $kg/cm^2$	Deformación (mm)	c (mm/mm)
30	0.53	1.05	0.0105
60	1.05	1.34	0.0134
90	1.58	1.75	0.0175
120	2.11	2.00	0.02
150	2.63	2.42	0.0242
180	3.16	2.85	0.0285
207	3.63	3.02	0.0302

Carga máxima soportada "P" (kg)	Esfuerzo de Rotura $kg/cm^2$
207	3.63



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DE ENSAYO:	RESPONSABLE DE ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anais	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martinez	Ing. Félix Velásquez Rep. CIP 12/05/2023
Fecha: 12/05/2023	Fecha: 12/05/2023	Fecha: 12/05/2023	Fecha: 12/05/2023

	<b>LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>		
	<b>PROTOCOLO</b>		
	<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN POR UNIDAD	
<b>TESIS:</b>	“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%) CAJAMARCA 2023”		
<b>CALICATA:</b>	C-1	<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	
<b>UBICACIÓN:</b>	Cruz Blanca	<b>PORCENTAJE DE ADICIÓN</b>	3.0% fibra de heno
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	22/01/2023	<b>ESPECIMEN:</b>	4
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	15/02/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	Martos Guevara, Yajaira Anais Quiliche Villar, Kevin Antony

CODIGO DE ESPECIMEN	Longitud de la soga "a" (cm)	Longitud del tizón "b" (cm)	Longitud del Grueso "c" (cm)	Longitud entre ejes de apoyo l
M4 - P	15.5	30	10.5	20

Carga (kg)	Esfuerzo $kg/cm^2$	Deformación (mm)	c (mm/mm)
30	0.53	0.11	0.0011
60	1.05	0.34	0.0034
90	1.58	0.46	0.0046
120	2.11	0.51	0.0051
150	2.63	0.58	0.0058
180	3.16	0.84	0.0064
210	3.69	0.70	0.007
240	4.21	0.75	0.0075
270	4.74	0.80	0.008
300	5.27	0.88	0.0088
330	5.79	0.99	0.0099
344	6.04	1.10	0.011

Carga máxima soportada "P" (kg)	Esfuerzo de Rotura $kg/cm^2$
210	3.69



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DE ENSAYO:	RESPONSABLE DE ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anais	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martínez	Ing. Félix Alejandro Velásquez Reg. C.I.P. Huáyla
Fecha: 12/05/2023	Fecha: 12/05/2023	Fecha: 12/05/2023	Fecha: 12/05/2023



<b>LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>			
<b>PROTOCOLO</b>			
<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN POR UNIDAD		
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%) CAJAMARCA 2023"		
<b>CALICATA:</b>	C-1	<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	
<b>UBICACIÓN:</b>	Cruz Blanca	<b>PORCENTAJE DE ADICIÓN:</b>	3.0% fibra de heno
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	22/01/2023	<b>ESPECÍMEN:</b>	3
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	15/02/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	Martos Guevara, Yajaira Anaís Quiliche Villar, Kevin Antony

CODIGO DE ESPECIMEN	Longitud de la soga "a" (cm)	Longitud del tizón "b" (cm)	Longitud del Grueso "c" (cm)	Longitud entre ejes de apoyo l
M5 - P	15.5	30	10.5	20

Carga (kg)	Esfuerzo	Deformación	$\epsilon$
	kg/cm <sup>2</sup>	(mm)	(mm/mm)
30	0.53	1.89	0.0169
60	1.05	1.84	0.0184
90	1.58	2.11	0.0211
120	2.11	2.27	0.0227
150	2.63	2.45	0.0245
180	3.16	2.55	0.0255
210	3.69	2.76	0.0276
240	4.21	2.89	0.0289
270	4.74	3.05	0.0305
300	5.27	3.15	0.0315
327	5.74	3.32	0.0332

Carga máxima soportada "P" (kg)	Esfuerzo de Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
210	3.69



<b>OBSERVACIONES:</b>			
<b>RESPONSABLE DE ENSAYO:</b>	<b>RESPONSABLE DE ENSAYO:</b>	<b>COORDINADOR DE LABORATORIO:</b>	<b>ASESOR:</b>
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anaís	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martínez	Ing. Páez Alejandra Velásquez Huayta
Fecha: 12/05/2023	Fecha: 12/05/2023	Fecha: 12/05/2023	Fecha: 12/05/2023

	<b>LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>		
	<b>PROTOCOLO</b>		
	<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN POR UNIDAD	
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%) CAJAMARCA 2023"		
<b>CALICATA:</b>	C-1	<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	
<b>UBICACIÓN:</b>	Cruz Blanca	<b>PORCENTAJE DE ADICIÓN</b>	3.0% fibra de heno
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	22/01/2023	<b>ESPECIMEN:</b>	6
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	15/02/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	Martos Guevara, Yajaira Anais Quiliche Villar, Kevin Antony

CODIGO DE ESPECIMEN	Longitud de la soga "a" (cm)	Longitud del tizon "b" (cm)	Longitud del Grueso "c" (cm)	Longitud entre ejes de apoyo l
M6 - P	15.5	30	10.5	20

Carga (kg)	Esfuerzo $kg/cm^2$	Deformación (mm)	c (mm/mm)
30	0.53	1.90	0.018
60	1.05	2.06	0.0206
90	1.58	2.50	0.025
120	2.11	2.88	0.0288
150	2.63	3.27	0.0327
180	3.16	3.56	0.0356
210	3.69	3.76	0.0376
240	4.21	3.90	0.039
248	4.35	4.00	0.04

Carga máxima soportada "P" (kg)	Esfuerzo de Rotura $kg/cm^2$
210	3.69



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DE ENSAYO:	RESPONSABLE DE ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anais	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martínez	Ing. Félix Velásquez Huayta
Fecha: 12/05/2023	Fecha: 12/05/2023	Fecha: 12/05/2023	Fecha: 12/05/2023



LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN POR UNIDAD	
	TESIS:	“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE HENO EN PORCENTAJES (0.75 %, 1.5%, 3.0%) CAJAMARCA 2023”	
CALICATA:	C-I	TIPO DE MATERIAL:	
UBICACIÓN:	Cruz Blanca	PORCENTAJE DE ADICIÓN	3.0% fibra de heno
FECHA DE MUESTREO:	22/01/2023	ESPECIMEN:	7
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2023	RESPONSABLE:	Martos Guevara, Yajaira Anaís Quiliche Villar, Kevin Antony

CODIGO DE ESPECIMEN	Longitud de la soga "a" (cm)	Longitud del tizón "b" (cm)	Longitud del Grueso "c" (cm)	Longitud entre ejes de apoyo l
M7 - P	15.5	30	10.5	20

Carga (kg)	Esfuerzo $kg/cm^2$	Deformación (mm)	$\epsilon$ (mm/mm)
30	0.53	1.38	0.0138
60	1.05	1.50	0.015
90	1.58	1.98	0.0198
120	2.11	2.24	0.0224
150	2.63	2.56	0.0256
180	3.16	2.88	0.0288
198	3.48	3.04	0.0304

Carga máxima soportada "P" (kg)	Esfuerzo de Rotura $kg/cm^2$
198	3.48



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DE ENSAYO:	RESPONSABLE DE ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:
			
Bach. Martos Guevara, Yajaira Anaís	Bach. Quiliche Villar, Kevin Antony	Ing. Jorge Hoyos Martinez	Ing. Félix Velazquez Rep. Huayta
Fecha: 12/05/2023	Fecha: 12/05/2023	Fecha: 12/05/2023	Fecha: 12/05/2023