



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

“Sistema de reforzamiento en muros de adobe dañados por  
efectos sísmicos, Barranco, Lima - 2022”

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

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

García Sanchez, Jairo Cesar ([orcid.org/0000-0001-5669-2964](https://orcid.org/0000-0001-5669-2964))

**ASESOR:**

Dr. Ing. Tello Malpartida, Omar Demetrio ([orcid.org/0000-0002-5043-6510](https://orcid.org/0000-0002-5043-6510))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

**LIMA – PERÚ**

**2022**

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto a mi familia. A mi madre, quien me ha estado apoyando todo el tiempo que le he dedicado a mi tesis. A mi asesor, quien ha intervenido y a todos los que nos han prestado la ayuda necesaria, a todos ellos dedico esta tesis con cariño y muy grande agradecimiento.

## **AGRADECIMIENTO**

Para iniciar, quiero agradecer a mi asesor, quien me apoyó, guio a lo largo de mi investigación y me incentivó en cada clase a continuar, para así alcanzar buenos resultados. Para finalizar, quiero agradecer a mi familia, por apoyarme cuando me estresaba o tenía un mal día. Y también, quiero mencionar a mis amigos, que siempre estuvieron apoyándome, participando y dándome palabras de aliento para continuar con mi investigación. Muchas gracias



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

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

Yo, TELLO MALPARTIDA OMART DEMETRIO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "SISTEMA DE REFORZAMIENTO EN MUROS DE ADOBE DAÑADOS POR EFECTOS SISMICOS, BARRANCO, LIMA -2022", cuyo autor es GARCIA SANCHEZ JAIRO CESAR, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 10.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 06 de Julio del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
TELLO MALPARTIDA OMART DEMETRIO <b>DNI:</b> 08644876 <b>ORCID:</b> 0000-0002-5043-6510	Firmado electrónicamente por: OTELLOM el 06-07- 2023 21:29:53

Código documento Trilce: TRI - 0574416



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, GARCIA SANCHEZ JAIRO CESAR estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "SISTEMA DE REFORZAMIENTO EN MUROS DE ADOBE DAÑADOS POR EFECTOS SISMICOS, BARRANCO, LIMA -2022", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

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

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

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
GARCIA SANCHEZ JAIRO CESAR <b>DNI:</b> 75246509 <b>ORCID:</b> 0000-0001-5669-2964	Firmado electrónicamente por: JGARCIASA20 el 07- 07-2023 23:46:37

Código documento Trilce: INV - 1328005

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL ASESOR .....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR .....	v
Índice de contenidos .....	v
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	iv
Índice de gráficos .....	vii
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT .....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	6
III. METODOLOGÍA.....	15
3.1 Tipo de diseño de la investigación .....	15
3.2. Variables y operacionalización: .....	16
3.3 Población, muestra y muestreo.....	17
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	19
3.5 Procedimientos .....	21
3.6 Método de análisis de datos.....	44
3.7 Aspectos éticos .....	44
IV. RESULTADOS .....	45
V. DISCUSIÓN.....	57
VI. CONCLUSIONES .....	60
VII. RECOMENDACIONES .....	62
REFERENCIAS.....	63
ANEXOS .....	32

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Datos de los expertos .....	21
Tabla 2: Resultados de los ensayos.....	38
Tabla 3: Daño del muro de adobe tradicional.....	40
Tabla 4: Daño del muro de adobe reforzado con 10% de fibras .....	40
Tabla 5: Daño del muro de adobe reforzado con mortero.....	41
Tabla 6: Distorsión del muro de adobe tradicional. ....	41
Tabla 7: Distorsión del muro de adobe reforzado con 10% de fibras.....	42
Tabla 8: Distorsión del muro de adobe reforzado con mortero.....	42
Tabla 9: Resultados del porcentaje de cracking de los 3 modelos.....	43
Tabla 10: Resultados de la curva esfuerzo – deformación compresiva. ....	45
Tabla 11: Equivalent Plastic strain (Tension). ....	48
Tabla 12: Resistencia a compresión de cada bloque.....	51
Tabla 13: Distorsión de cada modelo. ....	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Curvas de tensión-deformación de compresión: (a) paredes J4D y J5D; (b) modelos numéricos .....	7
Figura 2: Detalles de muros de prueba y carga aplicada .....	9
Figura 3: Comparación de los muros de adobe.....	12
Figura 4: Número de viviendas hechas de adobe en barranco de 10 953 viviendas.	18
Figura 5: Vivienda multifamiliar Sáenz Peña 02, ubicado en el distrito de Barranco, departamento y provincia de Lima. ....	18
Figura 6: Planta 1 y 2 de la vivienda. ....	19
Figura 7: Recolección del bagazo caña de azúcar.....	22
Figura 8: Cohesión y Angulo de fricción.....	22
Figura 10: Artículo que se usara como guía del análisis. ....	24
Figura 11: Tesis de referencia “Failure Analysis and Mitigating Strategies For Masonry Walls Subject To Vehicular Impacts”. ....	25
Figura 12: Solicitación de licencia estudiantil. ....	25
Figura 13: Cuenta y licencia aceptada. ....	26
Figura 14: Instalamos el visual studio 2013.....	26
Figura 15: Instalación del Parallel studio XE. ....	27
Figura 16: Solicitación de licencia estudiantil. ....	27
Figura 17: Datos del sismo 07/01/2022.....	29
Figura 18: Registro del sismo 07/01/2022.....	29
Figura 19: Plano de distribución 1er planta. ....	30
Figura 20: Plano de distribución 2da planta .....	31
Figura 21: Corte A-A. ....	32
Figura 22: Corte B-B. ....	32



Figura 23: Levantamiento de las fisuras.....	32
Figura 24: Revisión de la norma E.030 para el análisis sísmico .....	33
Figura 25: Revisión del registro sísmico del 07/01/2022.....	33
Figura 26: Revisión de otros registros sísmicos cerca a Barranco.....	34
Figura 27: Procesamiento de aceleraciones sísmicas. ....	34
Figura 28: Procesamiento de los 3 sismos como indica el artículo 30.1. Registros aceleraciones de la norma E.030.....	34
Figura 29: Sismo escalado .....	34
Figura 29: Sección típica de adobe.....	35
Figura 30: Sección típica de viga para muro de adobe.....	35
Figura 31: Restricciones del muro.....	36
Figura 32: Añadiendo las cargas de PP, SCM y SC.....	36
Figura 33: Añadiendo gravedad y el sismo al modelo.....	36
Figura 34: Modelo sin reforzar corrido por 54 horas sin interrumpir .....	37
Figura 35: % cracking del muro de adobe tradicional.....	37
Figura 36: Daño del muro real.....	37
Figura 37: Control de fisuras del muro.....	38
Figura 38: Ladrillo reforzado.....	39
Figura 39: Resultado del muro reforzado.....	39
Figura 40: Muro reforzado con mortero.....	39
Figura 41: Curva esfuerzo – deformación compresiva del muro de adobe tradicional. .....	40
Figura 42: Curva de esfuerzo – deformación compresiva del muro de adobe reforzado con un 10% del bagazo caña de azúcar.....	40
Figura 43: Curva de esfuerzo – deformación compresiva del muro de adobe reforzado con mortero.....	41
Figura 44: Distorsión del muro de adobe tradicional.....	41

Figura 45: Distorsión del muro reforzado con 10% de fibras.....	42
Figura 46: Distorsión del muro reforzado con mortero .....	42
Figura 47: % de cracking en la pared reforzada con fibras del bagazo.....	43
Figura 48: % de cracking en el muro reforzado mortero. ....	43
Figura 49: Prueba de normalidad para indicador 1. ....	46
Figura 50: Prueba T del indicador 1. ....	47
Figura 51: Prueba de normalidad para indicador 2. ....	49
Figura 52: Prueba T del indicador 2. ....	50
Figura 53: Prueba de normalidad para indicador 3. ....	52
Figura 54: Prueba T del indicador 3. ....	53
Figura 55: Prueba de normalidad para indicador 4. ....	55
Figura 56: Prueba de normalidad para indicador 4. ....	56

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Resultados de la curva esfuerzo – deformación compresiva.....	45
Gráfico 2: % Cracking. ....	48
Gráfico 3: comparación de resistencia a compresión.....	51
Gráfico 4: comparación de distorsión en los modelos.....	54

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar cómo la adición de fibras del bagazo de la caña de azúcar afecta las propiedades físicas y mecánicas del adobe, es tipo aplicada y de nivel explicativo. La población está constituida por todos los muros reforzados con caña de azúcar y mortero el cual se encuentra localizado en el distrito de Barranco, la muestra para este trabajo de investigación fue no aleatoria correspondiendo a una vivienda multifamiliar de adobe y de carácter histórico con nombre Sáenz Peña, el diseño fue cuasiexperimental, los principales resultados del modelo M1 fueron, que disminuye un 15% el daño estructural, disminuye un 53% al % de cracking, aumenta su resistencia a compresión al 13% y disminuye en 31% la distorsión, todo con respecto al muro patrón Mo de adobe tradicional. Finalmente, la adición de fibras del bagazo de la caña de azúcar influye positivamente, ya que no afecta mucho a las propiedades físicas sin malograr la arquitectura. Determinándose que la dosificación que incrementa las propiedades físicas y mecánicas es la dosificación M1, dado que las fibras tienen medidas de 0.25cm a 2.50cm sin afectar las propiedades físicas y reduciendo los daños de los efectos sísmicos.

**Palabra clave:** Reforzamiento de muros, daño sísmico, adobe.

## **ABSTRACT**

The objective of this research work was to determine how the addition of sugarcane bagasse fibers affects the physical and mechanical properties of adobe, it is applied and explanatory. The population is constituted by all the walls reinforced with sugar cane and mortar which is located in the district of Barranco, the sample for this research work was non-random, corresponding to a multi-family adobe house of historical character with the name Sáenz Peña, The main results of the M1 model were: a 15% reduction in structural damage, a 53% reduction in cracking, a 13% increase in compressive strength and a 31% reduction in distortion, all with respect to the traditional adobe Mo standard wall. Finally, the addition of sugar cane bagasse fibers has a positive influence, since it does not affect the physical properties without damaging the architecture. It was determined that the dosage that increases the physical and mechanical properties is the M1 dosage, since the fibers have measures from 0.25cm to 2.50cm without affecting the physical properties and reducing the damage from seismic effects.

**Keywords:** Wall reinforcement, seismic damage, adobe.

## I. INTRODUCCIÓN

A Nivel Internacional, la conducta estructural de las construcciones más patrimoniales es procedencia para la arquitectura renovadora e ingeniería estructural debido a daños causados por los efectos sísmicos dando pérdida de vidas humanitarias y deteriorando los componentes. Las mediaciones convenidas para llegar al nivel de requerimiento estructural son aplicando el reglamento de Colombia de construcción de edificaciones sismo resistentes - NSR/10 teniendo afectar los valores hereditarios. El diseño aquí es una aplicación estructural de siempre los mismos pasos acostumbrados, cuya orientación junta el juicio de todo el edificio, conteniendo todos los elementos estructurales. Se publicaron con esta orientación un conjunto de iglesia doctrinal del Altiplano Cundiboyacense de Colombia en los años 1579 - 1616, adquiriendo un modelo de arquitectura básica, conservando constante la analítica interpretación de efectos para este ejemplo de construcciones coloniales, partiendo patrimonios de entradas admirando sus muebles patrimoniales, colocando enfatizar la necesidad de implicar esfuerzos de las peculiaridades tecnológicas como alternativa a la implantación de defensa sísmica humanitaria y a la propiedad construida y sus valores. (Chilca et. al, 2018, p.1).

Hoy en día, los modelos numéricos ofrecen una alternativa viable a los experimentos físico. Diferentes métodos numéricos como el finito o llamado Método de Elementos Finitos (FEM), Método de Elementos Discretos (DEM), y el Método de Elementos Aplicados (AEM) han sido empleados para realizar análisis numéricos y simular lineal y comportamiento no lineal de estructuras. (Abdulla et. al, 2017, p.1).

El método de los elementos finitos es el foco de esta investigación y se basa en dos enfoques principales de modelado que son el micro modelado y macro modelado. En este documento, se propone un enfoque de micro modelo simplificado que utiliza una combinación de modelos constituidos basados en plasticidad y el método de elementos finitos extendido (XFEM). Presentando que el enfoque es un eficiente comportamiento simulador tridimensional no lineal de la estructura bajo cargas monótonas en el plano, fuera del plano y cíclicas. Los modelos constitutivos incluyen el comportamiento cohesivo basado en la superficie para capturar el comportamiento elástico y plástico de las juntas del

modelo de plasticidad de Drucker Prager (DP) para simular el aplastamiento bajo compresión. (Abdulla et al, 2017, p.1). Para simular correctamente esta sección se presenta los aspectos críticos del modelo D-P, incluido el criterio de fluencia, la regla de flujo, la regla de endurecimiento y la relación tensión-deformación. En comparación con el modelo M-C, se ilustran las ventajas del modelo D-P para describir las propiedades mecánicas de edad temprana de 3DPC, el criterio de fluencia define el límite elástico del material bajo el estado de tensión combinado. El criterio de rendimiento D-P se muestra como la siguiente formula  $F(I1, J2) = \alpha I1 + \sqrt{J2} - K = 0$ . (Liu et al, 2022, p.4).

A Nivel Nacional, Perú tiene un emisario auténtico, sabroso en cultura y prácticas, las propiedades culturales es legado adecuada del lejano, seguida hasta la costumbre. Expresiones patrimonios se hallan situadas en decana parte del territorio del Perú; patrimoniales a los tiempos preincaico, republicano e inca, exponiendo las siguientes responsabilidades de los peruanos tomando desafíos en la protección y mantenimiento del mencionado patrimonio. Sin apropiación, sabiendo la calidad, no contando un sustento y mantenimiento adecuado de conservación. (Condor, 2019, p.17).

Desde hace tiempos de la colonización, el país y otros latinoamericanos llevaron a cabo otras exploraciones de estructuras sea por restauración, porciones colapsadas, refuerzo y distribución sísmico o reparación en sus patrimonios culturales y en la generalidad de estas se registraron investigaciones respectivas recolectadas, es por ellos que las ayudas utilizadas no fueron evaluadas. (Esquivel, 2009, p.10).

A nivel regional, el uso de algunas estructuras de edificación patrimonial cultural se modificó después de mucho tiempo, como las secciones selectas se han transformado ahora en sector comercial, sin llevar a cabo alguna conversación y el progreso o reforzamiento estructural a pesar del canje de uso. Este trabajo muestra el progreso estructural dando el fin de cumplir las necesidades de las normas y garantizando de este modo su firmeza y contextos de seguridad de los inquilinos del edificio, sin abandonar la utilidad preservando el tipo de patrimonio. (Condor, 2019, p.18).

Por lo mencionado, se presenta el problema general, ¿cómo influye el sistema de reforzamiento en los daños por efectos sísmicos en muros de adobe, Barranco, Lima 2022?, de misma manera se formulan los problemas específicos: ¿Cómo influye el sistema de reforzamiento con fibras de la caña de azúcar en el daño estructural por efectos sísmicos en muros de adobe, Barranco, Lima – 2022?, ¿Cómo influye el sistema de reforzamiento en el cracking en muros de adobe, Barranco, Lima - 2022?, ¿Cómo influye el sistema de reforzamiento en el comportamiento de los muros de adobe dañados por efectos sísmicos en la compresión, Barranco, Lima - 2022? y ¿Cómo influye el sistema de reforzamiento en los daños por efectos sísmicos en muros de adobe ante la distorsión, Barranco, Lima - 2022?.

Se tiene como justificación teórica determinar la mejora del muro ante otros eventos sísmicos dándole en los puntos más vulnerables, para hacer una contribución significativa a la investigación futura, agregando información científica sobre el reforzamiento y microanálisis de los muros de adobe, para sus diseños. La justificación metodológica es el logro de las metas planteadas, para lo cual se utilizará un proceso metódico sistemático organizado de acuerdo a las directrices de la investigación, empleando pruebas analíticas para la recolección de datos, cuyos resultados ayudarán a confirmar o negar las hipótesis; finalmente sirviendo como base de futuras investigaciones y futuras referencias. Justificación técnica; existen antecedentes que hablan sobre los micro modelos y análisis de elementos finitos, como el análisis más preciso en estos elementos; es un hecho que existen diversos análisis dentro de la construcción civil que tengan o se asemejen a su estructura como segura y resistente, pero no son tan precisos debido a circunstancias asociadas a la poca investigación, por lo cual se tiene una necesidad de aprender nuevos métodos, su uso interno no es común de los diseñadores o analíticos, pues no se tiene una demanda, y al no tenerla los reforzamientos salen con precios elevados. Justificación social, ya que beneficia directamente a la industria de la construcción y diseño de viviendas familiares o multifamiliares, al tener otra alternativa en analizar y reforzar los muros dando utilidad en el diseño a las fibras de caña de azúcar, e indirectamente apoyando al cliente de las zonas más afectadas de lima. Justificación económica, el material aprovechable es 100% reciclado y su



adquisición no costara mucho, aparte del transporte y tiempo con el que lo obtenemos, que suele contratarse en basureros de mercados o fruterías, estos materiales vienen a ser las fibras de caña de azúcar y el mortero son materiales económicamente cómodos. Asimismo, como justificación ambiental, este material no se recicla en otros ambientes, contaminara el medio ambiente, de ahí el costo de limpieza de las calles o excavaciones que será enterradas para evitar la exposición, ya que algunas personas lo adjuntan con otros materiales donde se pudren o fermentan, entonces, el único objetivo es encontrar otra oportunidad en la industria de la construcción (reforzamiento); así mismo el muro de adobe dentro de sus propiedades cuenta con resistencia y estabilidad estructural, el cual tiene ciertas características como rigidez, flexibilidad, resistente al calor y humedad, resistente a cambios climáticos, cualidades que nos puedes ser de gran importancia como un componente alternativo.

Se tiene como objetivo general: Determinar cómo la adición de fibras del bagazo de la caña de azúcar afecta las propiedades físicas y mecánicas del refuerzo o mezcla de tierra reforzada, Barranco- Lima 2022, siendo los objetivos específicos Determinar cómo influye el sistema de reforzamiento con fibras del bagazo de la caña de azúcar en muros de adobe ante el daño estructural por efectos sísmicos, Barranco, Lima - 2022; Calcular como influye el sistema de reforzamiento en el cracking en muros de adobe, Barranco, Lima - 2022; Determinar cómo influye el sistema de reforzamiento en el comportamiento de los muros de adobe dañados por efectos sísmicos en la compresión, Barranco, Lima – 2022; Determinar cómo influye el sistema de reforzamiento con fibras del bagazo de la caña de azúcar en los daños por efectos sísmicos en muros de adobe antes la distorsión, Barranco, Lima - 2022.

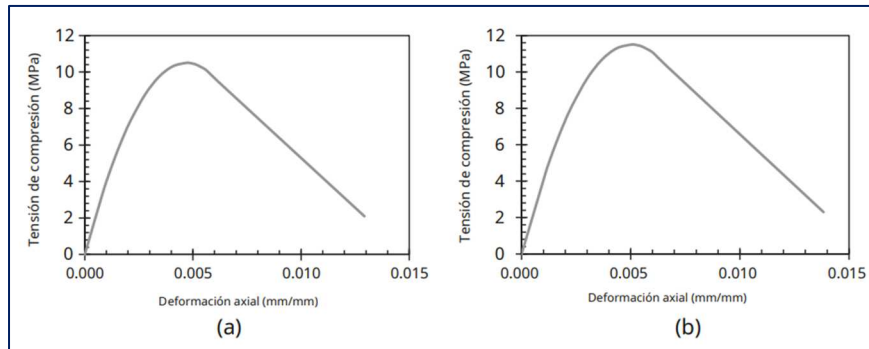
La hipótesis general: El sistema de reforzamiento influye positivamente en los daños por efectos sísmicos en muros de adobe, Barranco, Lima - 2022. Las específicas serán el sistema de reforzamiento con fibras de la caña de azúcar influye positivamente en los daños por efectos sísmicos antes el esfuerzo a compresión en muros de adobe, Barranco, Lima - 2022; El sistema de reforzamiento influye positivamente en el % cracking en muros de adobe dañados por efectos sísmicos, Barranco, Lima – 2022; El sistema de

reforzamiento influye positivamente en el comportamiento de los muros de adobe ante el daño estructural causados por efectos sísmicos, Barranco, Lima – 2022; El sistema de reforzamiento con fibras de la caña de azúcar influye positivamente en los daños por efectos sísmicos en muros de adobe ante la distorsión, Barranco, Lima - 2022.

## II. MARCO TEORICO

Para llevar a cabo este trabajo de investigación se realizó indagación de varios estudios de hace muchos años de la actualidad, en el área internacional tenemos a Abdulla, Lee y Martin (2017), su investigación mencionan que su objetivo es enfocar un micro modelo para así tener resultados precisos sobre el daño estructural debido a los sismos con el software Abaqus, extrayendo del programa la tabla de Curva de esfuerzo-deformación compresiva del sistema de mampostería y la relación entre ejercer presión aplicada y la deflexión en el centro del rostro interno del muro principal: experimental y numérica. Aproximaciones a la aplicación de métodos cuantitativos a nivel experimental y numérica, se realizó dos modelos experimentales con nombre J4D y J5D en el grupo (a) para comparar con los tres modelos numéricos en el grupo (b) que variaron su tiempo computacional de 386 minutos, 58 minutos y 10 minutos para así obtener la tabla de Curva de esfuerzo – deformación compresiva del sistema de mampostería, relación entre ejercer presión y deflexión en el medio de la superficie interior de la pared principal determinando a si el daño estructural del muro este es un medio eficiente para simular la conducta tridimensional no lineal mampostería bajo cargas monótonas en el plano, fuera del plano y cíclicas. Los modelos constitutivos incluyen el comportamiento y un modelo de plasticidad de Drucker Prager (DP) para simular el aplastamiento de la mampostería bajo compresión de 10.5 y 11.5 MPA, obteniendo los siguientes resultados; los resultados numéricos muestran una buena concordancia con los resultados experimentales tanto la relación fuerza – desplazamiento forzado experimentales y numéricos coinciden suficientemente, para ello se hizo una comparación de la tabla esfuerzos (MPa) – deformación unitaria (mm/mm) pudiendo comparar el daño estructural, se concluye que el daño estructural de los modelos experimentales del grupo (a) comparados con los numéricos del grupo (b), son muy semejantes con un margen de error mínimo.

Figura 1: Curvas de tensión-deformación de compresión: (a) paredes J4D y J5D; (b) modelos numéricos.



Para Escamirosa y otros (2019), en su investigación realizada mencionan que su objetivo es estimar el poder de las casas de adobe reforzado estructuralmente y sometidas a compresión. Aplicándose una metodología cuantitativa a nivel numérico con 3 modelos, en el grupo a tenemos al modelo original, en el grupo (b) tenemos el modelo reforzado con mortero y mallas electrosoldadas analizada en un software computacional de análisis estructural. El refuerzo fue ingresado como una máscara de mortero, relación 1 - 3, fortaleza media a la compresión de 227kg/cm<sup>2</sup>, espesor mínimo 1cm, y asegurado con malla metálica de 6x6/10x10; rejilla 6"x6", alambre de acero calibre 10 en ambos sentidos, tramos adosados al muro de acuerdo a norma técnica adicional, traslape de 60 cm después del fundamentado en las Normas Técnicas Complementarias y sometidas a una compresión de 12 MPa, teniendo resultados; como efecto de la acción a compresión de 12MPa se obtuvieron esfuerzos cortantes en el modelo de adobe sin reforzar de 0.35MPa y para el modelo reforzado se obtuvieron 0.62MPa, dando una mejora de desplazamiento de 18 mm a 10 mm, se concluye que el daño a compresión mientras más intenso sea el valor en MPa va a variar el refuerzo de las estructuras de muros de adobe.

Para Chilca y Fuertes (2018), en su investigación mencionan que su objetivo es hacer un análisis estructural y antisísmica controlando su distorsión de edificios históricos para la defensa de los humanos y de los bienes de que vienen siendo patrimonio. Aplicándose una metodología cuantitativa de nivel numérico de unas iglesias del Altiplano Cundiboyacense, construidas en un rango de 1579 a 1616 con el uso de los softwares 3MURI, EXTREME LADING STRUCTURES y 3DMACRO, donde modelaron la interrupción de las partes de la mampostería

basado en modelo de Coulomb, permitiendo así analizar las distorsiones de cada muro de adobe de las iglesias patrimoniales debido al análisis sísmico estático y dinámico realizado, obteniendo las siguientes distorsiones, los análisis primordiales se hicieron con respecto de participación sísmica de la cobertura con el fin de simular las cargas como solución frecuente aplicada y disminuyó su distorsión de 0.002514 a 0.0021410 en las siguientes edificaciones también los resultados fueron favorables obteniendo distorsiones aceptables, se concluye que el análisis para la protección sísmica de las iglesias del Altiplano Cundiboyacense modelado en los softwares 3MURI, 3DMACRO Y EXTREME LADING STRUCTURES, pudieron disminuir la distorsión de pisos haciéndolas más seguras y otorgando también más tiempo de vida de los patrimonios.

Para Mohammad (2020), en su trabajo de investigación aclara que su objetivo es analizar el porcentaje de cracking y fallas de los muros de mampostería sujetas a distintas cargas. Aplicándose una metodología cuantitativa y experimental de 4 micro modelos de muros hechos de mampostería en el software Abaqus, modificados brevemente en el espesor, altura, velocidad de impactador, etc., también en laboratorio se realizó 3 modelos experimentales con las mismas propiedades de los micro modelos y las cargas fueron hechas por un impactador de acero con dimensiones 400mm x 400mm x 50mm con una densidad de 7800kg/m<sup>3</sup>, obteniendo los siguientes resultados; en el inicio de la fisuración o cracking la primera fisura ocurrió con un desplazamiento muy bajo correspondiente a un 25% de la carga máxima para esto el software nos brinda la gráfica de Flexural Load (N) – Displacement (mm) para determinar cuándo se de toda la carga al 100% dando como predicción del muro 3, muro 4 y muro 5 de porcentaje de cracking del análisis de elementos finitos en el micro modelo con el software Abaqus como exitosa ya que obtuvo un error 3% con los muros experimentales, se concluye que el micro modelo en el software Abaqus da resultados predichos a los experimentales con un margen de error mínimo en cracking. Para Stepanova (2018), en su investigación usa el software Abaqus con un modelo constitutivo mecánico de elementos finitos generando experimentos numéricos para una gran serie de especímenes agrietados y todo esto depende de la malla que usa el usuario determinando así el % de cracking.

Figura 2: Detalles de muros de prueba y carga aplicada.

Wall ID	Length (mm)	Thickness (mm)	Height (mm)	Vertical edges supported	Actual Experiment			Equivalent impactor mass and Velocity	
					Peak Force (kN)	Total duration (sec)	Applied impulse (kNs)	Mass of Impactor (kg)	Impactor Velocity (km/hr)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
LW1	9150	215	1030	Yes	420	0.011	2.27	1500	5.4
LW2	9150	215	1070	Yes	130	0.050	2.66	1500	6.4
LW3	9150	215	1070	No	110	0.048	2.66	1500	6.5
LW4	20000	215	1030	No	130	0.044	2.87	1500	7.1
LW5	9150	330	1030	Yes	320	0.030	4.83	1500	11.5
LW6	9150	330	1030	No	180	0.056	5.04	1500	12.0
LW7	9150	440	1030	Yes	330	0.057	9.55	1500	22.8

Para Tello y otros (2022), en su investigación mencionan que su objetivo es reforzar la dureza a compresión y flexión del adobe en la ocurrencia de sismos, se usara el reforzamiento con fibras, aplicando una metodología experimental, introduciendo pequeñas proporciones menos del 1% en la mezcla las fibras del bagazo de la caña de azúcar así mejorando su capacidad a compresión y flexión del adobe o tierra reforzada ante la ocurrencia de un sismo, obteniendo como resultados, el adobe mejoro su estabilización y su demás propiedades mecánicas dándole una mejora de 11%, estos bloques puede prevenir el colapso de las viviendas donde habitan muchas viviendas informales y antiguas de adobe como el Perú, se concluye que el refuerzo del adobe con las fibras de bagazo de la caña de azúcar es un material fácil de encontrar como también económicamente así que este refuerzo es una mitigación para las edificaciones de adobe expuestas al colapso antes un sismo.

En el ámbito nacional esta Salazar (2021), en su investigación establece que su objetivo, es determinar cómo afecta la clasificación de compresión en las particulares físicas y mecánicas del adobe mejorando el diseño con tierra reforzada. Aplicando una metodología cuantitativo experimental con prueba a compresión simple de una estructura situado en la sierra del Perú, el adobe fue reforzado horizontalmente con caña de azúcar y la viga de cuello, se hizo unidad sólida; todos los factores causando daños a la pared, se puso a prueba 3 muestras sometidas a una compresión resistida de 24.68 kg/cm<sup>2</sup> frente a los 12 kg/cm<sup>2</sup> de este estándar E.080, por lo que cumple con los requisitos de calidad requerida mínima de resistencia según el RNE, obteniendo así los siguientes resultados, de los ensayos a compresión simple para el adobe reforzado se tuvo una mejora obteniendo  $f_o$  (kg/cm<sup>2</sup>)= 24.68 kg/cm<sup>2</sup> pero la norma E.080 nos

indica que aceptara el mínimo de  $f_0=12 \text{ kg/cm}^2$  entonces está cumpliendo el requisito, se concluye, el refuerzo para el adobe o tierra reforzada es exitoso para los efectos de compresión dándole más durabilidad ante cargas que vendrán a futuro.

Para Álvaro y Percy (2021), en su trabajo de investigación indica que su objetivo es calibrar el modelo analítico de la iglesia Jesús de la ciudad de cusco para determinar el porcentaje de cracking con el uso de sus ensayos no destructivos que genera una metodología cuantitativa experimental analítica con el software DIANA FEA, proponiendo un micro modelo por el método de elementos finitos como propuesta a nivel internacional recomendada para el cálculo, mantenimiento y reparación de la estructura de la hacienda. Se realizó el modelamiento de la mampostería con juntas especificadas en la edificación, también se ingresó los daños sísmicos acumulados escalándolos así mismo para que pueda predecir los agrietamientos, obteniendo los siguientes resultados, del modelo se extrajeron las curvas de tensión – deformación ya que simula el comportamiento inelástico de la mampostería previamente verificamos que el agrietamiento como pico máximo tubo un 25% de agrietamiento prediciendo así las fisuras de la iglesia Jesús de la ciudad de cusco, se concluye que calibrar bien el modelo (sismos bien escalados) e ingresado la información específica nos dan resultados predichos por el análisis de elementos finitos en el software DIANA FEA.

Para Valencia (2021), en proyecto de investigación menciona que su objetivo realizar un análisis estructural por elementos finitos de viviendas con defectos de diseño calculando su daño estructural y reforzarlas, aplicando una metodología cualitativa numérica con el software Abaqus en un micro modelo simplificado extendido obteniendo los resultados más exactos para poder reforzarlas, minimizando los daños estructurales de la edificación usando las teorías del esfuerzo – deformación cuando es sometida a fuerzas axiales y así sacar la curva típica de tensión – deformación respecto al tamaño original al de la muestra, este es un método muy útil para resolver los antecedentes de resistencia y ductilidad, obteniendo unos resultados, del modelo después de haber pasado por varios análisis se observa que la edificación sufre daños graves de 18 MPa con una deformación axial de 0.014 mm/mm haciendo fallar el

elementos estructural y por ende se debe reforzar para que no colapse antes de que se dé un sismo de gran magnitud, se propone reforzar los adobes con una capa de mortero (cemento, agua y arena), bajando el daño estructural a 14MPa, se concluye que usando las teorías del esfuerzo – deformación unitaria, para obtener el daño estructural junto con el método de elementos finitos da un resultado precisos con el fin de reforzarlos.

Para Vargas (2019), su investigación nos indica que su objetivo es evaluar la distorsión y capacidad estructural de edificaciones históricos por los elementos finitos con un macro modelo, aplicando una metodología cualitativa analítica usando el software Sap2000 con un análisis no lineal de la mano con las restricciones de la norma E.030 para ello se realizó dos macro modelos con un enmallado de 50 cm que lo máximo que nos brinda el software y otro de auto enmallado conducta estructural por defecto, obteniendo los siguientes resultados; el análisis estático no lineal con un enmallado de 50 cm tubo una distorsión mayor de todos sus pisos de 0.003159 y con el enmallado por defecto tubo una distorsión mayor de todos sus pisos de 0.002995 esto se debe por que el enmallado por defecto del sap2000 es de dependiendo las dimensiones que tenga la estructura y los divide en un aproximado de 6 muestras por bloque, el modelo presenta una deformación exagerada no real, se concluye que mientras más mallas tengas en tu modelo más exactos tendrás los resultados y con mayor deformación, el programa sap2000 tiene la opción de hacer por elementos finitos pero no se especializa en este tema.

Para Salazar (2018) en su investigación indica que su objetivo es establecer las propiedades físicas y mecánicas del adobe modificado para la construcción de viviendas en Huancavelica, aplicando una metodología cualitativo experimental con la recolección de fibras de caña de azúcar formándolos con diámetro de 1", colocándolos a cada 60 cm encofrándolos utilizando tablas anchas de aproximadamente de 40 cm de alto y recto para que sea duradero, el interior de las paredes tendrá malla de fibra de caña de azúcar horizontal y vertical para aumentar su resistencia al impacto, en la cuarta hilera se coloca ratán triturado por todas partes. Repetido esto cada 3 o 4 cuencos a lo ancho de la pared, atándolos con rafia para completar la pared hasta la altura de la viga, se tienen los siguientes resultados; se realiza una comparación de ambos muros (uno



mejorado y otro sin mejorar), el muro mejorado de adobe contribuye con cualidad sismo resistente y según la normativa nacional de edificaciones ya que la norma señala que el esfuerzo compresión de pared admisible ( $f'm$ ) se obtiene  $f'm=0.25 f'm$ , entonces  $f'm=0.25 \times 10.89=2.72 \text{ kg/cm}^2$  y mínimo es  $2 \text{ kg/cm}^2$ , valor que quedo verificado, se concluye, que el muro de adobe reforzado con caña de azúcar obtiene mucho beneficios mejorando el comportamiento estructural sísmico de la edificación.

Figura 3: Comparación de los muros de adobe.

<b>Tipos de elaboración</b>	<b>Características</b>	<b>Cualidad</b>
<b>MUROS DE ABOBE MEJORADO</b>	Contribuye con cualidad sismo resistente	SI
	Es de menor costo	SI
	Es ecológicamente armónico	SI
	Brinda confort a sus habitantes	SI
	Cumple con el reglamento nacional de edificación (RNE)	SI
	Es resistente a condiciones climatológicas extremas	SI
<b>MUROS DE ABOBE TRADICIONAL</b>	Apropiada para edificación sismo resistente	NO
	Es de menor costo	SI
	Es ecológicamente armónico	SI
	Brinda confort a sus habitantes	SI
	Cumple con el reglamento nacional de edificación (RNE)	NO
	Es resistente a condiciones climatológicas extremas	NO

Como bases teóricas tenemos: la norma E.080 nos dice sobre el reforzamiento del muro de adobe con mortero se refiere en controlar primero las fisuras, en la separación de los diferentes especímenes el mortero va con un aumento de cantidad en arena gruesa en cada muestra y la cantidad de agua necesaria, pero esta no debe pasar el 20% para evitar el agrietamiento del adobe llegando así a una resistencia máxima de  $0,012 \text{ MPA}=0,12 \text{ kg/cm}^2$ . (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2017, p.3) (Ver anexo 10)

La mejor fibra para usar como refuerzo es la fibra del bagazo al 1,00% en peso porque, aunque la resistencia a la compresión disminuye, lo hace menos que las

otras fibras en un 11%. Pero el aumento de resistencia a flexión aumenta en un 97% y se agrega en la misma tierra reforzada. (Martínez, 2019, p.4). El bagazo de caña de azúcar tiene una superficie rugosa y contiene principalmente celulosa, hemicelulosas, lignina y trazas de sacarosas mejorando fuertemente las propiedades mecánicas del adobe y reduciendo las cinéticas de absorción de agua con un 4% en peso. (Ouedraogo, et al, 2021, p.1)

El porcentaje de cracking en español agrietamiento o fisuras son rajaduras y se producen en los muros antes las fuerzas de la naturaleza que vienen directamente sobre ellos, se observan en distintos lados del muro llegando a calcular como porcentaje. (Valle, 2019, p.88). A medida que aumenta la temperatura o la humedad relativa (HR) en los climas del contorno las grietas aparecen, estas pueden ser captadas por sensores como la cámara TIR y para determinar el espesor basado en el gradiente de temperatura con el coeficiente de determinación R2 dando un ancho de grieta 0.733 con un error +/- de 2,5 mm. (Tung, 2020, p.1).

La particularidad de las construcciones afectadas de manera importante por los factores ambientales como la temperatura y humedad, y esto se ve reflejando en su respuesta dinámica representado como daño estructural. (Lozano, 2019, p.2). Cuando una onda de presión ya sea una explosión que impacte en el exterior de una edificación, los componentes de la estructura como el techo se aceleran rápidamente deformándolos. (David, 2019, p.1).

La compresión en los muros sirve para verificar sus fallas y también existen ensayos para determinarlos, la dureza a compresión en adobe, consiste en llevar bloque de tierra reforzada a la falla y registrar la rotura en el punto de contacto determinando el esfuerzo de compresión máximo y pueda cumplir con lo que indican las normas. (Gonzales, 2020, p.69). Para calcular la dureza a compresión nos guiaremos de la siguiente fórmula  $f_u = \frac{P_u}{A}$ , donde:  $f_u$ = resistencia última a compresión (kg/cm<sup>2</sup>),  $P_u$ = carga máxima (kg. f) y  $A$ = área de contacto (cm<sup>2</sup>). (Aburto & Bravo, 2018, p.58)

La distorsión en muros de adobe es el resultado de remover brocas con la altura de los entrepisos del edificio, y el resultado de la división no debe ser mayor a 0.005 para mampostería en pocas palabras desplazamiento (m) dividido con la

altura (m). (Carnero, 2019, p.17). De acuerdo con las condiciones de energía de distorsión, si el estado de tensión de la distorsión de un punto dentro del objeto puede alcanzar un cierto valor donde es el límite elástico por eso se pone un rango. (LI et al, 2021, p.6). Los desplazamientos relativos de cada nivel, calculados, no deben de exceder para mampostería 0.005. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2018, p.27) (Ver anexo 11)

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo de diseño de la investigación

##### **Tipo de investigación:**

##### **Por propósito**

“La exploración aplicada favorece utilizar el trabajo científico, resultado de la investigación fundamental, su propósito es dar un pico a los obstáculos” (Arias et al, 2016, p.79).

El presente de trabajo de investigación es aplicado por que se usara la técnica de análisis estructural por elementos finitos y se evaluara el comportamiento de la estructura de los sistemas de reforzamiento con fibras de caña de azúcar y mortero reforzado.

##### **Por enfoque**

“El objetivo de la investigación cuantitativa es adquirir conocimientos básicos para elegir los modelos más adecuados y darnos una comprensión más honesta de la realidad, cuando los datos se seleccionan y analizan a través de conceptos y variables medibles” (Neill, 2017, p.13).

El trabajo presente de investigación es cuantitativo porque los indicadores a evaluar son numéricos.

##### **Nivel de investigación:**

“La investigación explicativa es el estudio de las causas de los sucesos mediante la determinación de la causa y efecto. Este sentido, la investigación explicativa puede determinar causas (estudios post hoc) y efectos (estudios experimentales) probando hipótesis.” (Fidias, 2006, p.26).

El trabajo de investigación tiene nivel explicativo, porque quiero explicar cuáles son los efectos de los daños sísmicos en los muros con los sistemas de reforzamiento.

##### **Diseño de investigación:**

“La investigación cuasiexperimental es el desarrollo lo cual somete a un objeto o grupo de individuos, para resolver condiciones, estímulos o tratamientos

(variable independiente), observando la reacción o efecto (variable dependiente)” (Arias, 2006, p.33).

Para la presente investigación el diseño es cuasiexperimental puesto que se van a aplicar variables de estudio establecido y se manipulara la variable independiente que son los sistemas de reforzamiento y se evaluara los resultados que es la variable dependiente conformada por los daños de efecto sísmico.

### **3.2. Variables y operacionalización:**

**Variable independiente:** Sistema de reforzamiento en muros de adobe.

**Definición conceptual:** “La mejor fibra para usar como refuerzo es la fibra del bagazo de la caña de azúcar al 1,00% en peso porque, aunque la dureza a compresión disminuye, lo hace menos que las otras fibras en un 11%. Pero la mayor dureza a flexión es un 97%” (Martínez, 2019, p4). “Las principales debilidades de los ladrillos de tierra reforzada son su susceptibilidad al daño por agua y sus bajas propiedades de resistencia a la compresión y a la tracción, pero al añadir un 7% y 5% de fibras se volvieron un 98,8% y 78,7% más resistentes a la compresión respectivamente” (Salih, et al, 2020, p2).

“El reforzamiento del muro de adobe con mortero se refiere en controlar primero las fisuras, en la separación de los diferentes especímenes el mortero va con un aumento de cantidad en arena gruesa en cada muestra y la cantidad de agua necesaria, pero esta no debe pasar el 20% para evitar el agrietamiento del adobe llegando así a una dureza última de  $0.012 \text{ MPA} = 0.12 \text{ kg/cm}^2$ ”. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2017, p.3). “Resulta evidente el uso de mortero en tierra reforzada durante una semana mejora la resistencia a la compresión y su correspondiente deformación de los prismas de mampostería de adobe a un 87%”. (Khorasani, et al, 2022).

**Variable dependiente:** Daños por efectos sísmicos.

**Definición conceptual:** “El daño sísmico es el grado de degradación o destrucción causado por el fenómeno sismo y es evaluado o interpretado a través de efectos como distorsión de la estructura haciendo que la estructura sufra debilitaciones en la base dándole más compresión. Se puede encontrar información cualitativa de los patrones de daño estructural recurrentes

expresadas como un porcentaje de cracking”. (Corsanego, 1995, p.19). “En este estudio, los componentes de construcción son afectados por impactos ambientales notablemente induciendo los desplazamientos o aceleraciones, esto podría atribuirse al sistema de daño por efectos sísmicos” (Huang & Simonen, 2019, p.1). “Estos daños pueden ser calculados por modelos matemáticos, como la aplicación de enfoque de espectro de respuesta, el push-over y el modelo de daño acumulativo” (Fajfar et al, 2019, p.8).

La matriz de consistencia se encuentra en el anexo 9.

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

#### **Población**

“Una población es el conjunto de elementos con características comunes que se utilizan en sus respectivos estudios y forman la base del estudio” (Arias et al, 2016, p.78).

La población está constituida por todos los muros reforzadas con fibras de caña de azúcar y mortero con tierra reforzada, el cual se encuentra localizado en el distrito de Barranco.

#### **Muestra**

“Es la porción que representa a la población y debe estar bien delimitada” (Hernández et al, 2014, p.206).

Para este trabajo de investigación la muestra (muros adobe) se hará por muestreo no aleatoria, “En barranco el segundo material más usado en viviendas es el adobe, existen viviendas nuevas y antiguas, pero dada a las características de barranco existen 1 925 viviendas antiguas y de carácter histórico de adobe”. (Instituto Nacional de Estadística e informática, 2018, p.288).

Por eso escogeremos como muestra una vivienda de patrimonio histórico

Por lo antes mencionado la muestra corresponde a una vivienda multifamiliar de adobe de patrimonio histórico con nombre Sáenz Peña 02, ubicado en el distrito de Barranco, departamento y provincia de Lima. El cual cuenta con más de 100 años de antigüedad y es de carácter histórico con muchos daños sísmicos acumulados y es representativo de la población.

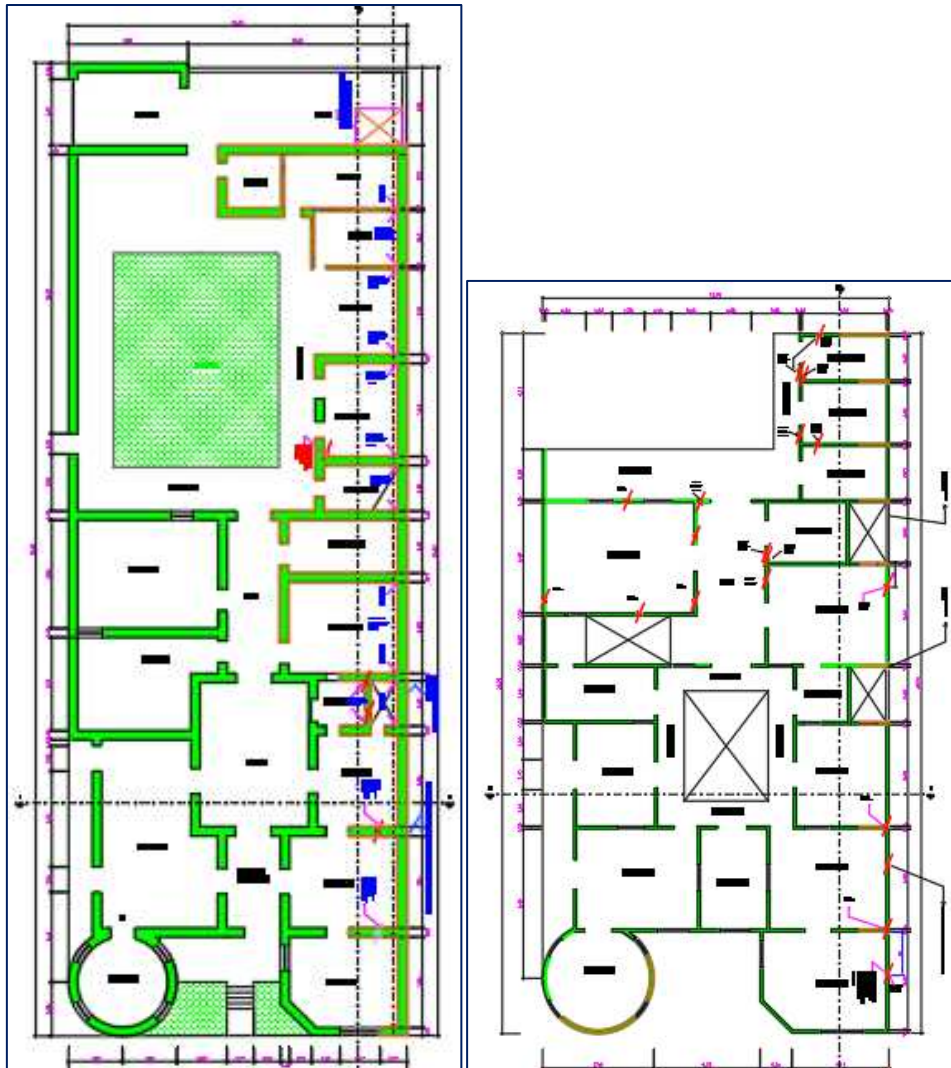
Figura 4: Número de viviendas hechas de adobe en barranco de 10 953 viviendas.

Lima	Ancón	16 727	8 705	52,0	1 010	6,0	429	2,6
Lima	Ate	151 686	124 421	82,0	2 549	1,7	4 276	2,8
<b>Lima</b>	<b>Barranco</b>	<b>10 953</b>	<b>8 855</b>	<b>80,8</b>	<b>1 925</b>	<b>17,6</b>	<b>117</b>	<b>1,1</b>
Lima	Breña	24 399	20 219	82,9	3 347	13,7	584	2,4
Lima	Carabayillo	79 541	57 255	72,0	5 525	6,9	2 118	2,7

Figura 5: Vivienda multifamiliar Sáenz Peña 02, ubicado en el distrito de Barranco, departamento y provincia de Lima.



Figura 6: Planta 1 y 2 de la vivienda.



## Muestreo

“El muestreo no probabilístico o aleatorio es el método del muestreo en el que se toma una muestra de tal manera que todos los individuos de la población tienen la misma oportunidad de ser selectos”. (Cuesta, 2009, p.2).

El presente trabajo de investigación presenta un muestreo de tipo no aleatorio, dirigido, por conveniencia de la investigación.

## 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

### Técnica de investigación

“El método de la observación directa es el análisis con inspección visual que permite al tesista observar y recopilar información. (Tamayo, 2007, p.193).



Para el presente trabajo de investigación se inspeccionará datos mediante la técnica observación directa; visualizando los efectos de los sistemas de reforzamiento en relación a los daños de los muros de adobe.

### **Instrumentos de recolección de datos**

“Las fichas técnicas se utilizan para recopilar información obtenida de fuentes primarias para ilustrar como se realiza esta recopilación en las hojas de datos” (Hernández et. al, 1997, p.4).

Para la presente investigación se utilizará como herramienta de recolección de datos las fichas técnicas para recolectar los datos y propuestas de reforzamiento para los muros de adobe o tierra reforzada que se encuentran con nuestros indicadores que son los, porcentaje de cracking, distorsión o muros que estén dañados a compresión; las fichas se detallan a continuación.



- 1- Ficha técnica N°1: Daño estructural. Ver anexo 3
- 2- Ficha técnica N°2: Cracking. Ver anexo 4
- 3- Ficha técnica N°3: Resistencia a Compresión. Ver anexo 5
- 4- Ficha técnica N°4: Distorsión. Ver anexo 6

### **Validez**

“El juicio de expertos es un sistema de verificación donde puede usarse para probar la credibilidad de la investigación, definida como experiencia en el campo, reconocía por otros como un experto competente en el campo y capaz de promocionar información, evidencia, juicio y evaluación” (Escobar et. al, 2008, p.27).

En el presente trabajo de investigación, la validez de la marca se determinará mediante el método del juicio de expertos.

Tabla 1: Datos de los expertos.

	NOMBRES Y APELLIDOS	CIP	FIRMA
Experto 01	Cesar Augusto Mamani Romero	109692	
Experto 02	Percy Enrique Alvarez Villar	52210	
Experto 03	Lenin Miguel Bendezú Romero	75361	

Fuente: Elaboración propia.

## Confiabilidad

“El juicio de expertos es un método de verificación que puede usarse para probar el fundamento de la investigación, definida como la idea informada de un individuo que tiene practica en el campo, que es reconocida por otros como un experto dentro del campo y que puede brindar informacion, evidencia, evaluaciones, etc.” (Escobar et. al, 2008, p.29).

En el presente trabajo de investigación la validación de los instrumentos se efectuará mediante las licencias de uso del software que se utilizará para evaluar los resultados de los efectos de los sistemas de reforzamiento en los daños sísmicos.

- 1- Licencia de uso de uso del software Abaqus/CAE. Ver anexo 7
- 2- Licencia de uso de uso del software SeismoSignal. Ver anexo 8
- 3- Licencia de uso de uso del software SeismoMatch. Ver anexo 9

## 3.5 Procedimientos

En la investigación se empleará el tipo de metodología en mención, recolección de información requerida y trabajo en gabinete de las actividades de los procedimientos a realizar.

Los procedimientos se dividieron en las siguientes etapas:

**Etapas:**  
**Etapas 1: Recolección de las características mecánicas de los materiales.**

Se recolecto información de investigaciones ya realizadas que tienen similitud en sus estudios y también se realizó ensayos de nuestras muestras recogidas del tacho de basura de los mercados.

- Se recolecto material del bagazo caña de azúcar para realizar los ensayos respectivos como se muestra a continuación.

Figura 7: Recolección del bagazo caña de azúcar.



De la investigación se sabe que el esfuerzo de compresión para un bloque de adobe, se calcula de la siguiente forma:

$$\rho = \frac{1600 * 4.70 * 0.40 * 0.20}{0.08}$$

Para la obtención de los ángulos nos vamos a guiar de la siguiente tabla.

Figura 8: Cohesión y Angulo de fricción.

Tabla 4.4. Resultados de Cohesión y Angulo de Fricción, Adobe-Ladrillo.				
	Cohesión (N/mm <sup>2</sup> )	Cohesión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Ángulo de fricción (rad)	Ángulo de fricción (°)
Adobe Ladrillo	0.033	0.33	0.59	33.6

La NTP. E.020 “Cargas”, retracts sobre el material de albañilería de material adoben su peso será 1600kg/m<sup>3</sup> o 16 kN/m<sup>3</sup>.

Figura 9: Peso Unitario del adobe según la norma E.020 Cargas.

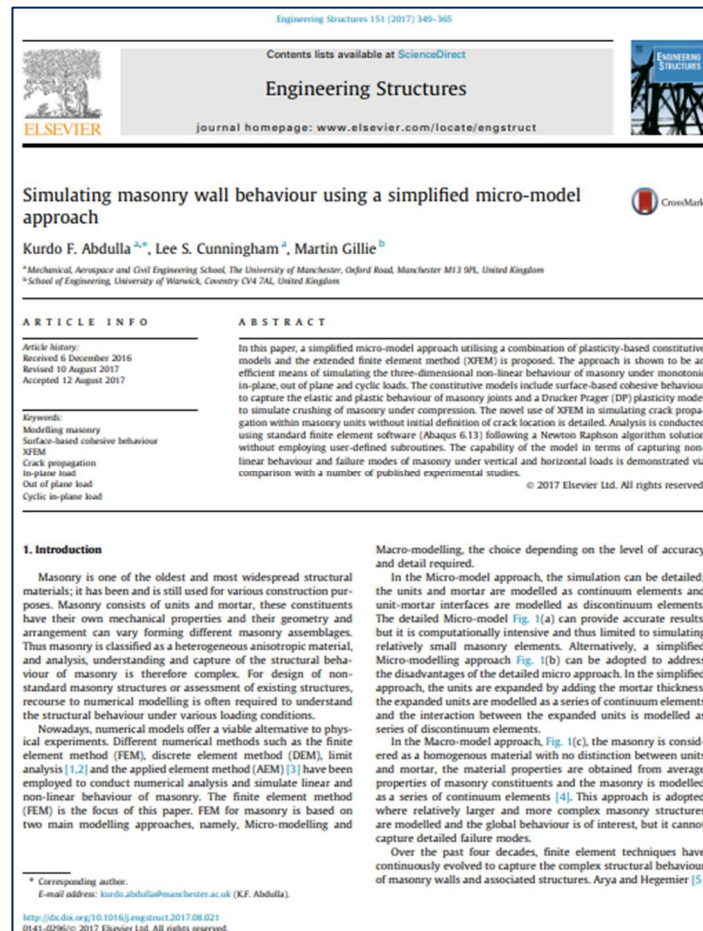
<b>ANEXO 1 PESOS UNITARIOS</b>	
<b>MATERIALES</b>	<b>PESO kN/m<sup>3</sup> (Kg/m<sup>3</sup>)</b>
<b>Aislamientos de:</b>	
Corcho	2,0 (200)
Fibra de Vidrio	3,0 (300)
Fibrocemento	6,0 (600)
Poliuretano y poliestireno	2,0 (200)
<b>Albañilería de:</b>	
Adobe	<b>16,0 (1600)</b>
Unidades de albañilería cocida sólidas	18,0 (1800)
Unidades de albañilería cocida huecas	13,5 (1350)

Se recolecto información de estas investigaciones, pero para ser más preciso en esta tesis, realizaremos ensayos para poder obtener sus características mecánicas del adobe, adobe mejorado con porcentajes de fibras de caña de azúcar y reforzado con mortero.

### **Etapas 2: Definir tipo de análisis.**

Para el trabajo de investigación se propuso un micro - análisis en un modelo simplificado que utiliza una combinación de modelos constitutivos basados en plasticidad y elementos extendidos finitos (XFEM) para el reforzamiento y análisis de los muros de adobe dañados por efectos sísmicos en barranco. Nos guiaremos del siguiente artículo.

Figura 10: Artículo que se usara como guía del análisis.



### Etapa 3: Generación de modelos de tipo micro análisis:

- El micro - modelo (Modelas cada elemento como ladrillos, mezcla, etc.).
- Macro – modelo (Modelas el muro en general como un solo elemento).
- Macroscópico – modelamiento (Modelos planificados controlado y gestionado en diferentes escalas).

Se realizo una investigación para ver cuál es el modelo más indicado para eso nos guiamos de la tesis de MOHAMMAD ASAD B. Tech y M. Tech, donde nos indica que el modelo más preciso con un margen de error mínimo de 6.5% es el micro-modelo.

Figura 11: Tesis de referencia “Failure Analysis and Mitigating Strategies For Masonry Walls Subject To Vehicular Impacts”.

At Section (i) in Figures 3.7(b) and 3.7(c): 80% of peak load (~100 kN) was attained at 0.02 sec; however, at that time, the wall showed only a small deformation of 2.70mm. The out-of-plane deformation of the wall increased to 5.01mm at the peak impulse of 130kN (Section (ii)). When the impulse was fully exhausted (Section iii), the wall attained well below maximum displacement (63.7mm), which occurred 0.139 seconds after full exhaustion of the impulse at Section (iv). Such a time lag is attributed to the energy absorption and dissipation characteristics of the wall. The reduction in displacement beyond peak until Section (v) is due to elastic recoverable energy of the impacted wall. The post-peak displacement exhibited distinct vibration signature in the FE model prediction, which is not clearly obvious in the published experimental data; this aspect is further described in Figure 3.7. Notwithstanding the difference in vibration signature between the FE and experimental predictions, the permanent displacement (termed as residual displacement in this paper) obtained from the FE model (61.5 mm) compared well with the experimental result (57.5 mm) with an error of approximately 6.5%, which is good considering the approximations in the material data input.

**3.4 VALIDATION: MASONRY WALLS UNDER LOW-VELOCITY IMPACT LOADING**

#### Etapa 4: Solicitud de licencia educativa de los softwares.

- Se solicito una licencia en la página principal de Abaqus/CAE de la empresa Simulia Dassault Systemes.

Figura 12: Solicitud de licencia estudiantil.

The screenshot shows the website for SOLAER Ingeniería. The navigation menu includes: Empresa, Soluciones, Descargas, Servicios, Novedades, Contacto, a search icon, and a user icon. The main heading is "INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA". Below this, there is a paragraph about the academic portfolio of SIMULIA. A second paragraph explains the educational licensing model. A bulleted list of products is provided:

- **SIMULIA Abaqus Research Suite** – Lic. de nivel comercial para investigación avanzada; a bajo costo para presupuestos académicos.
- **SIMULIA Abaqus Teaching Suite** – Licencias educativas para aulas y laboratorios de computación. Tamaños de modelo limitados.
- **SIMULIA Simpack Teaching and Research License** – Simulación multicuerpo de nivel comercial para investigación y educación.
- **XFlow Academic Research** – CFD de nivel comercial para investigación avanzada.
- **XFlow Academic Teaching** – [Licencias educativas para aulas y laboratorios de computación.](#)
- **CST Studio Suite products for Academics** – Opciones de simulación electromagnética para apoyar el aprendizaje, la enseñanza y la investigación en instituciones académicas.
- **PowerFlow products for Academics** – Solución CFD de nivel comercial para investigación avanzada.

Las soluciones de SIMULIA lo ayudarán a lograr sus objetivos educativos y de investigación brindándole toda nuestra colección de herramientas de



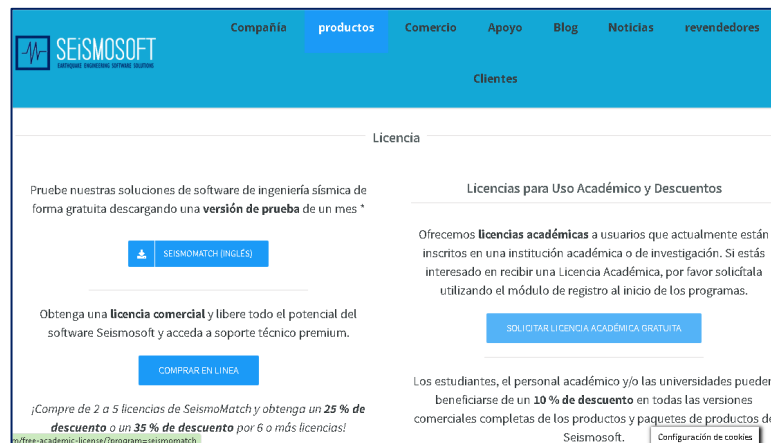


Figura 15: Instalación del Parallel studio XE.



- Se hace presente que los sismos descargados del CISMID se tendrán que filtrar y escalar, para ello usaremos dos programas que son el SeismoMatch y el SeismoSignal, de igual manera se solicitó una versión estudiantil por un mes que es lo nos brinda la empresa.

Figura 16: Solicitación de licencia estudiantil.



Ya se solicitó las licencias estudiantiles de cada software como se muestra a continuación. Ver anexos 7, 8 y 9.



### **Etapa 5: Recolección de información del muro de adobe de la vivienda.**

- Se efectuó la visita de la vivienda multifamiliar Sáenz Peña 02, ubicado en el distrito de Barranco y se realizó un previo levantamiento de los muros más afectados por los sismos hasta la época y midiendo con un fisurómetro las fisuras.
- Se puso cintas y notas para controlar las fisuras.
- Se tuvo en cuenta el sismo más resaltante hasta la fecha con 2 sismos más ya que así indica la norma, después se descargó en el CISMID para poder escalarlo y filtrarlo en el gabinete.

El día 07 de enero del 2022 a las 5:27 am, ocurrió un Sismo de Magnitud de M5.6 al noreste de lima, a una profundidad de 19km, el cuál afecto a la región central del Perú desde Barranca hasta Cañete. Debido a este acontecimiento se pudo observar el estado crítico de la vivienda a razón del movimiento telúrico. Se volvieron a observar el estado de las grietas que ya estaban presentes en el predio, en la parte que colindan con la construcción nueva, las cuales se atribuyen a causa de esta construcción nueva; se observaron los testigos de yeso que previamente se habían colocado en cada fisura existente de manera enumerada, el cual nos serviría para poder determinar si se seguía presentando daño en el predio. Al realizar la inspección de estos testigos de yeso de cada piso, encontramos que el primer piso del predio no presentaba daño alguno (no se encontró aberturas en los testigos de yeso), todos los testigos de yeso se han encontrado intactos sin presentar daño alguno, en el segundo nivel se pudo observar que algunos testigos de yeso se habían fisurado a razón del sismo ocurrido. Se procedió a ubicar e identificar cada testigo de yeso afectado, a estos procedimos a medir la abertura de la fisura, con la ayuda de un fisurómetro.

Figura 17: Datos del sismo 07/01/2022.

The screenshot shows the IGP website interface. At the top, there are navigation links: INICIO, ÚLTIMO SISMO, RED SÍSMICA, PRODUCTOS, MAPAS SÍSMICOS, DATOS, and GLOSARIO. The main heading is 'Reporte sísmico: IGP/CENSIS/RS 2022-0016'. Below this, a paragraph explains that CENSIS data is from the National Seismic Network (DS-0017-2018MINAM). A 'Rango de alerta' section shows three categories: '< M4.5' (green), 'de M4.5 a M6.0' (yellow), and '> M6.0' (red). The current event is highlighted in yellow with a magnifying glass icon, showing 'M 5.6' and 'Referencia: 22 km al Este-NE de Lima, Lima-Lima'. Below this, technical details are listed: 'Fecha y hora local: 07/01/2022 - 05:27:05', 'Profundidad: 105', 'Latitud y Longitud (°): -11.9721, -76.8429', and 'Intensidad: V-VI Lima'. On the right, a sidebar titled 'En esta sección' contains links for 'Último evento' and 'Sismos reportados'.

Figura 18: Registro del sismo 07/01/2022.

The screenshot shows a social media post from the 'Instituto Geofísico del Perú'. The post is dated '7 de enero a las 5:29'. The main text of the post provides the following details for event IGP/CENSIS/RS 2022-0016: 'Fecha y Hora Local: 07/01/2022,05:27:05', 'Fecha y Hora UTC: 07/01/2022,10:27:05', 'Magnitud: 5.6', 'Profundidad: 116 km', 'Latitud: -11.96', 'Longitud: -76.88', 'Intensidad: V-VI Lima', and 'Referencia: 19 km al NE de Lima, Lima - Lima'.

Para la parte geométrica de la estructura se realizó un levantamiento como se muestra a continuación.

Figura 19: Plano de distribución 1er planta.

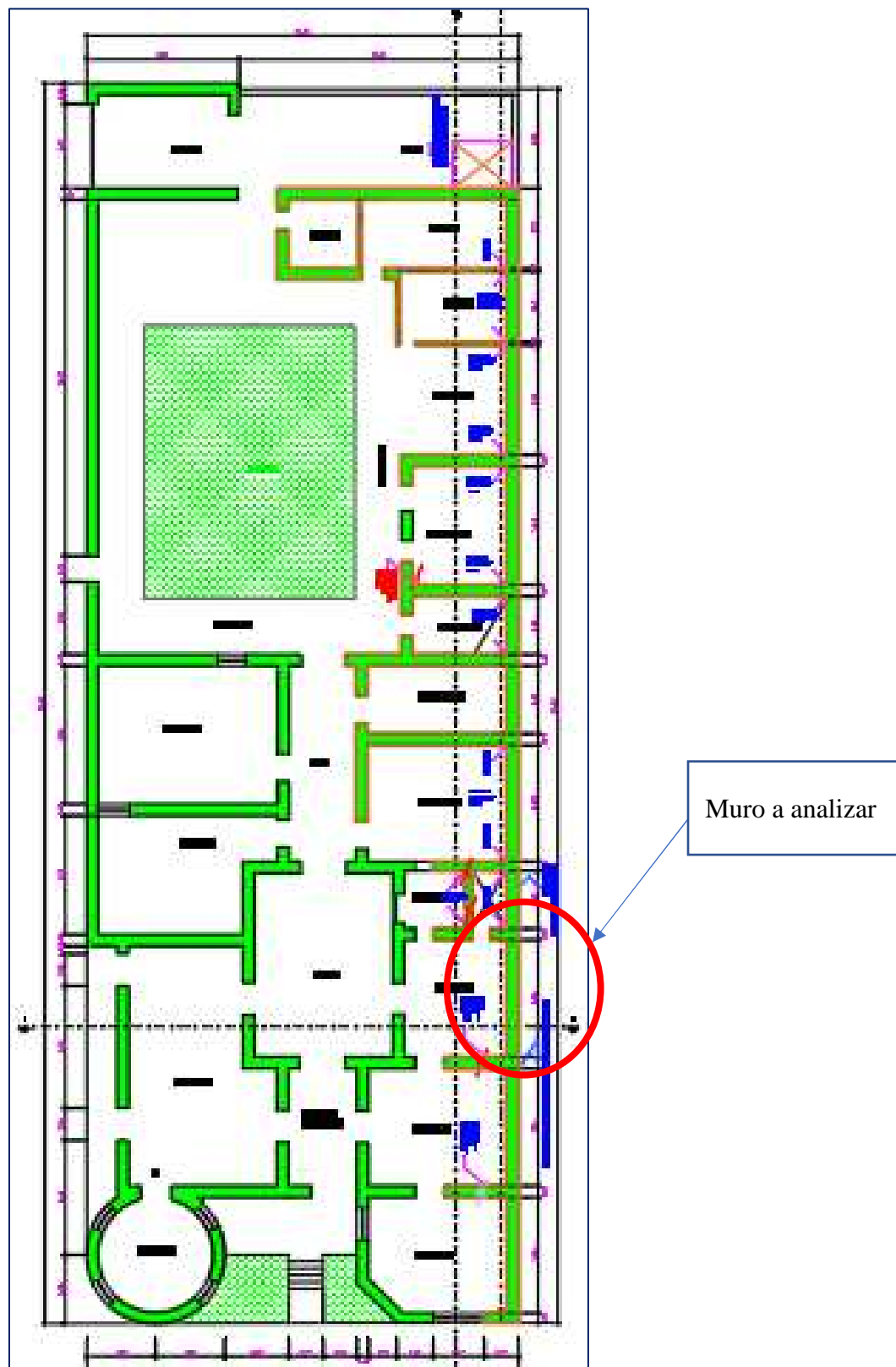
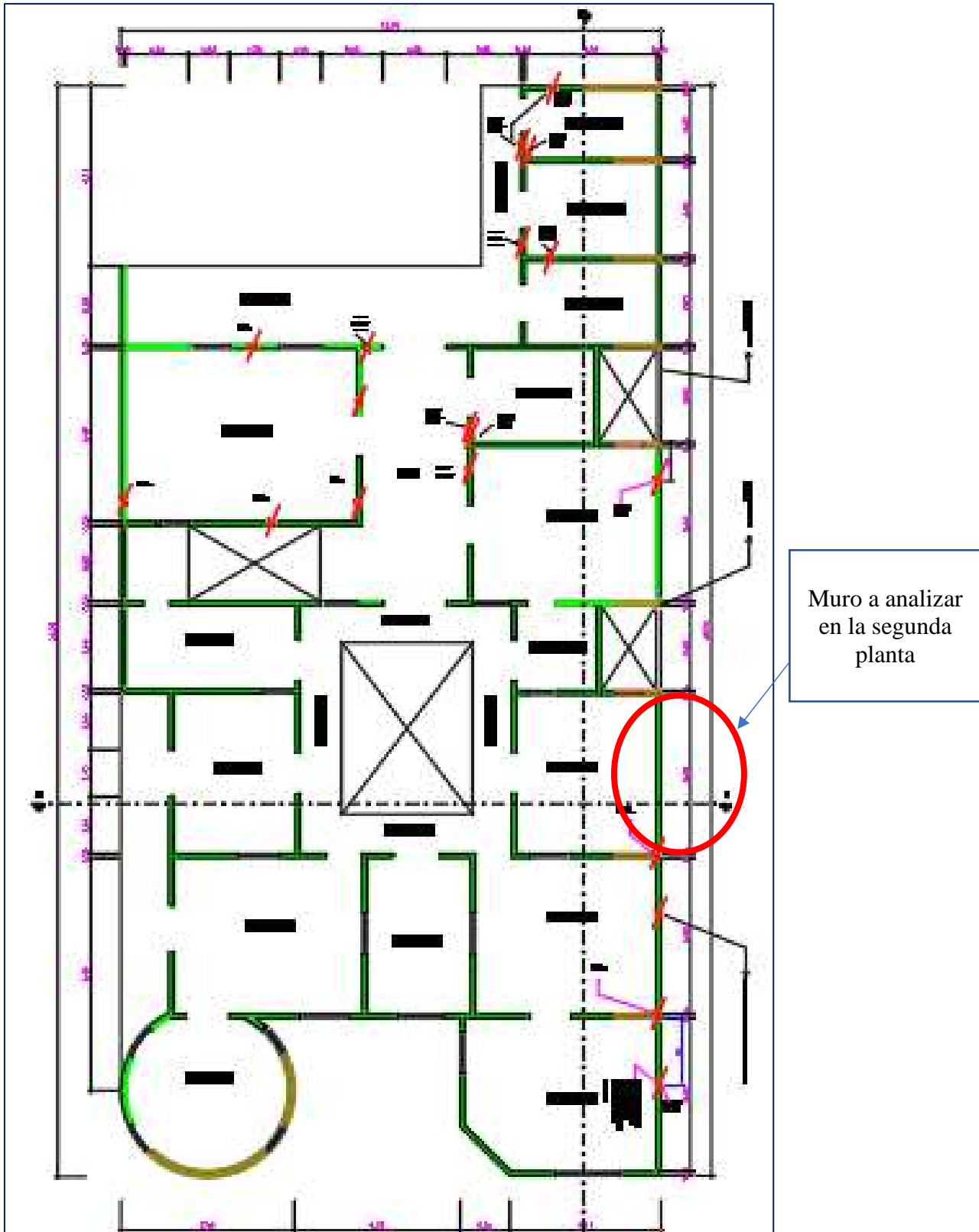


Figura 20: Plano de distribución 2da planta.



Muro a analizar en la segunda planta

Figura 21: Corte A-A.

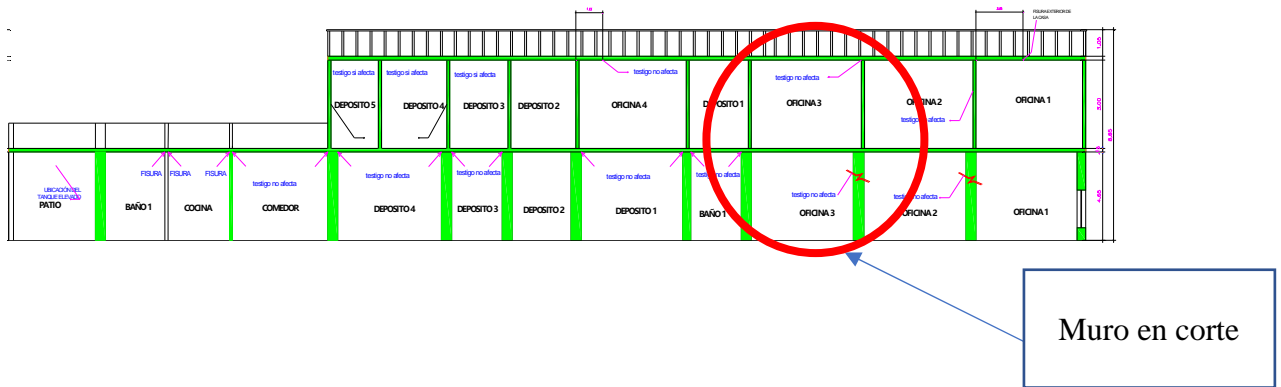


Figura 22: Corte B-B.

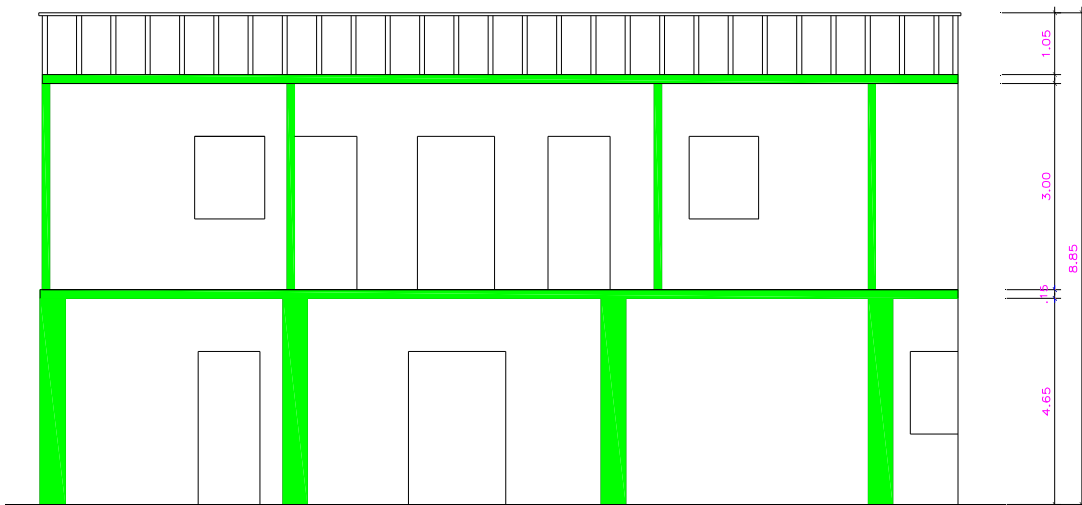


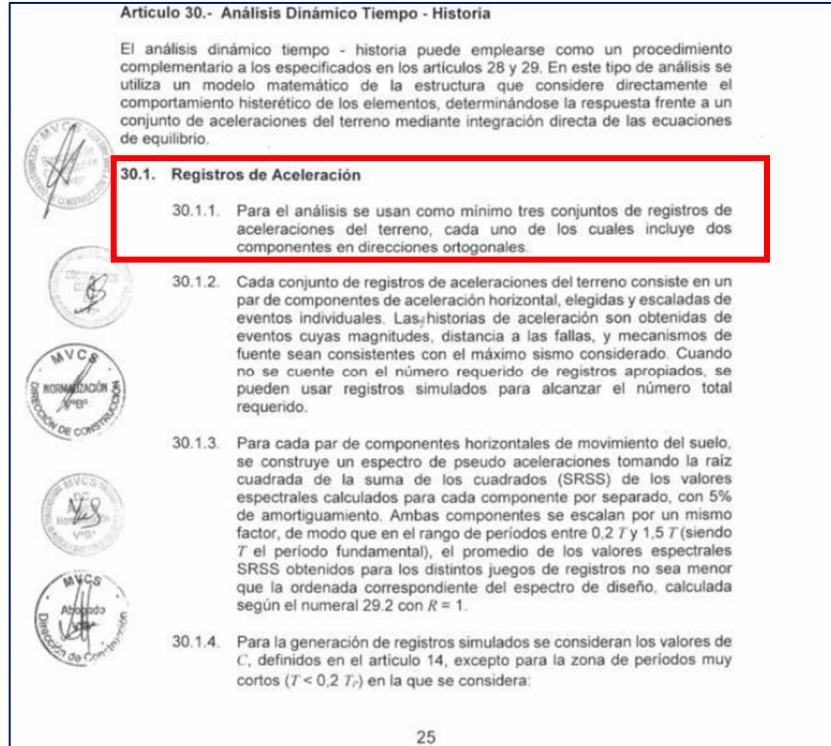
Figura 23: Levantamiento de las fisuras.



## Etapa 6: Análisis sísmico tiempo historia

Siguiendo las exigencias de la norma E.030, artículo 30.- Análisis dinámico Tiempo – Historia.

Figura 24: Revisión de la norma E.030 para el análisis sísmico.



- Como indica la norma descargamos 3 registros sísmicos del CISMID.

Figura 25: Revisión del registro sísmico del 07/01/2022.

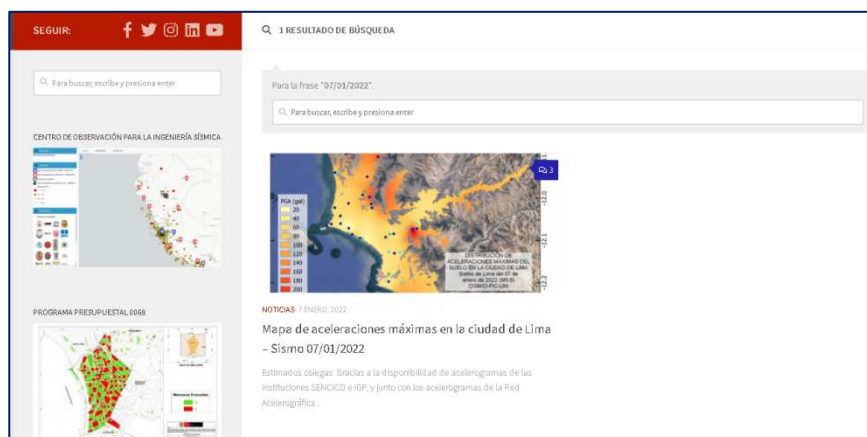


Figura 26: Revisión de otros registros sísmicos cerca a Barranco.



Figura 27: Procesamiento de aceleraciones sísmicas.

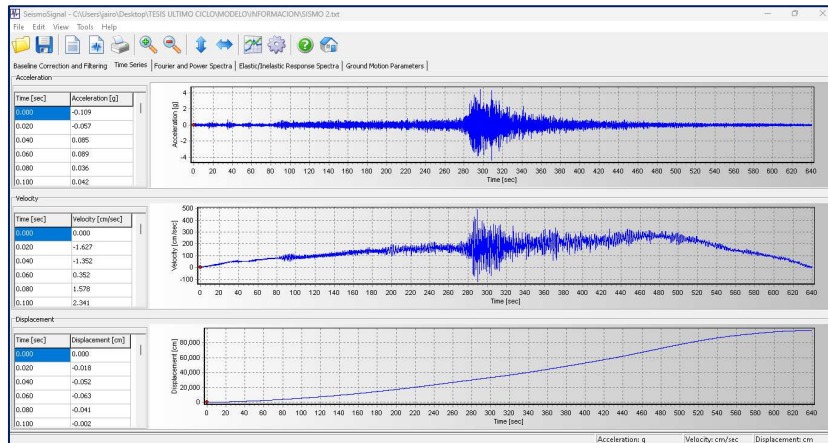
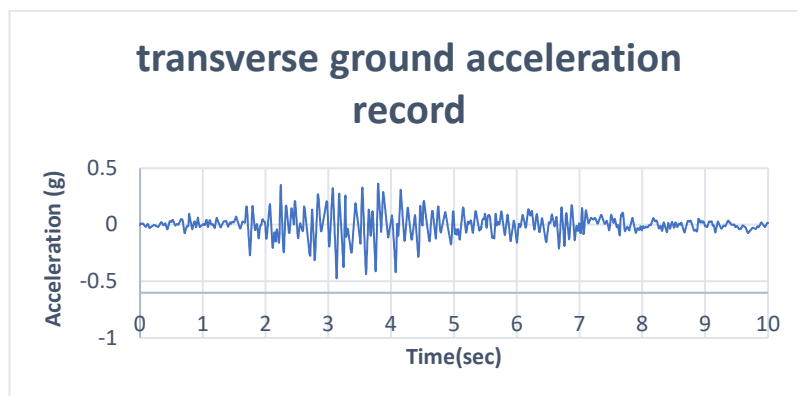


Figura 28: Procesamiento de los 3 sismos como indica el artículo 30.1. Registros aceleraciones de la norma E.030.

📄 SISMO 1	24/04/2023 20:22	Documento de te...	1,197 KB
📄 SISMO 2	24/04/2023 20:22	Documento de te...	1,596 KB
📄 SISMO 3	24/04/2023 20:05	Documento de te...	14 KB

Figura 29: Sismo escalado



## Etapa 7: Modelamiento del muro

Para el modelamiento nos guiamos del artículo Analytical and Numerical Analyses of Tunnel Excavation Problem Using an Extended Drucker-Prager model que nos dice, Para poder realizar un modelo extendido más sencillo y preciso realizar un enmallado la cuarta parte de cada lado del bloque. (Liu K., Chen S. y Gu X. 2019). Después realizamos el control de fisuras, realizamos un control de agrietamiento por contracción del secado, tenacidad a la flexión y comportamiento ante la erosión hídrica, sin afectar su dureza a la compresión y flexión. (Araya et al. 2021)

- Se realizó el modelamiento de los bloques de adobe o tierra reforzada para armar el muro con las medidas del levantamiento realizado.

Figura 29: Sección típica de adobe.

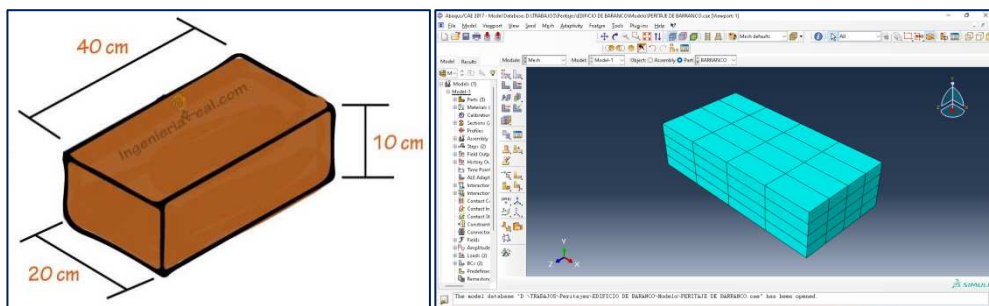
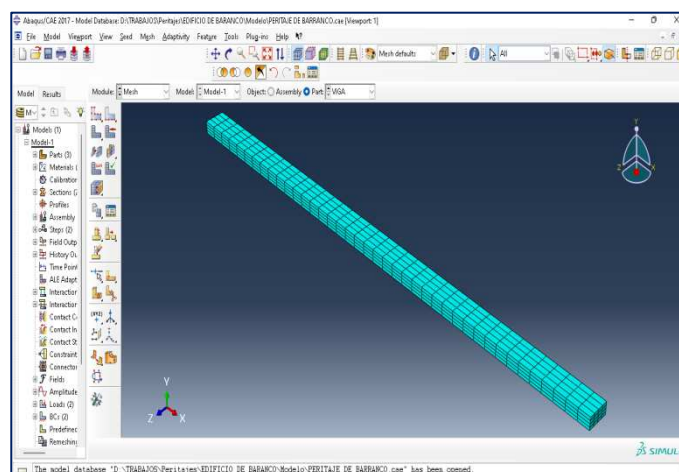


Figura 30: Sección típica de viga para muro de adobe.



- Una vez terminado el muro realizamos a poner las condiciones de empotramiento, el tipo de daño, el enmallado mientras más mallas tengamos obtendremos un mejor resultado.



Figura 31: Restricciones del muro.

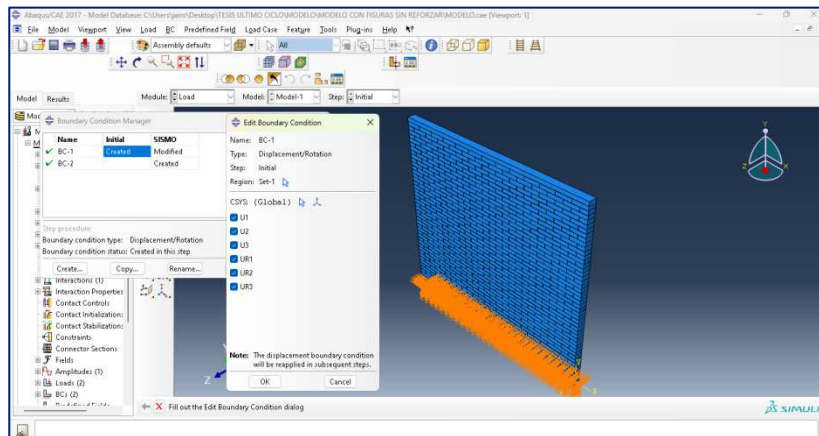
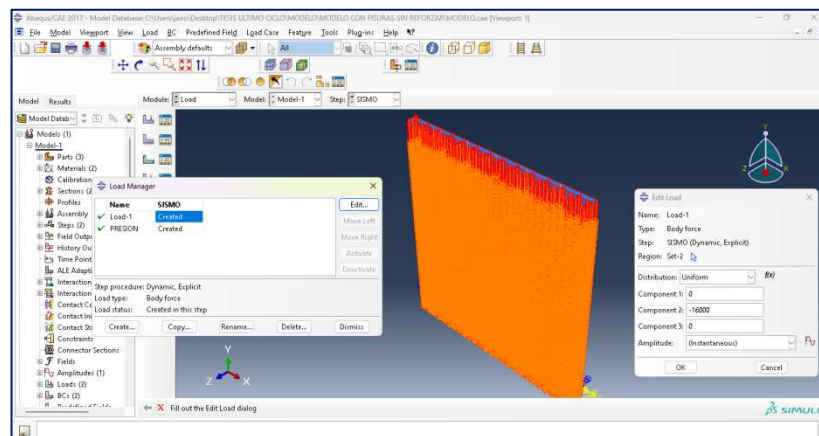
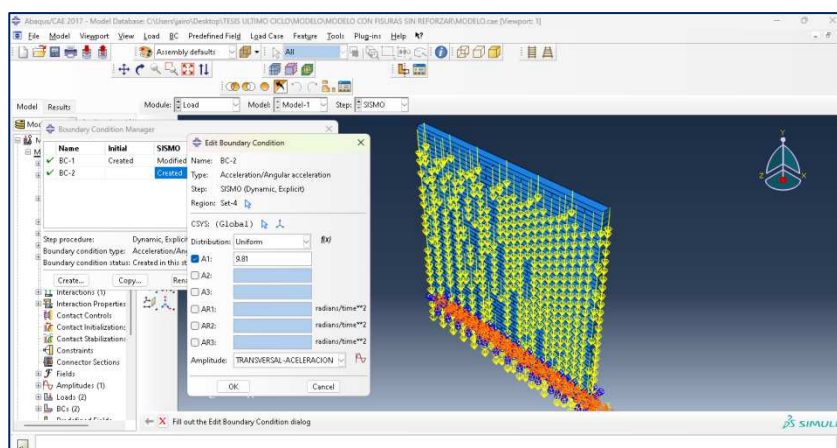


Figura 32: Añadiendo las cargas de PP, SCM y SC.



- Y por último ingresaremos los registros sísmicos que guardamos en el block de notas.

Figura 33: Añadiendo gravedad y el sismo al modelo.



## Etapa 8: Análisis y resultados.

- Observaremos las partes más afectadas del muro y validamos con la información de la visita en campo que nos brinda el software (Abaqus v.6.14 2017).

Figura 34: Modelo sin reforzar corrido por 54 horas sin interrumpir.

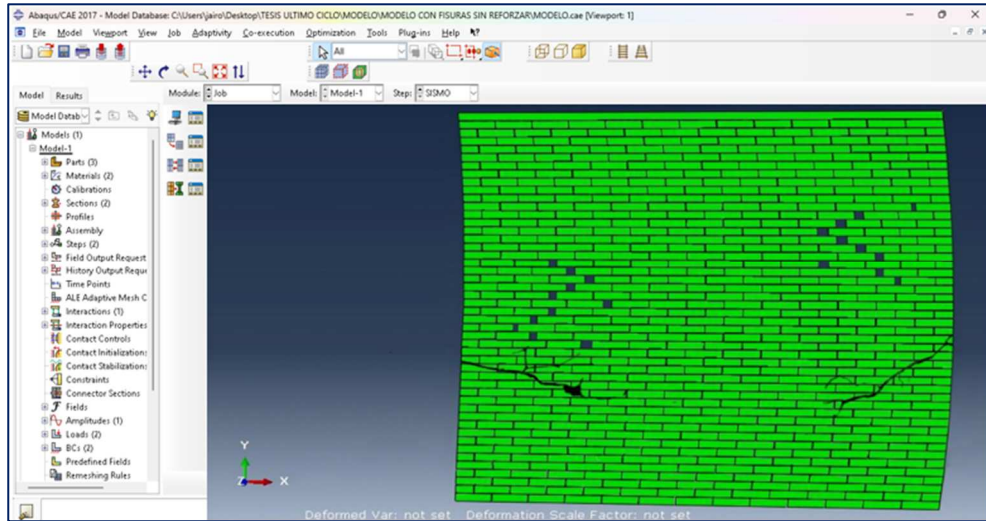


Figura 35: % cracking del muro de adobe tradicional.

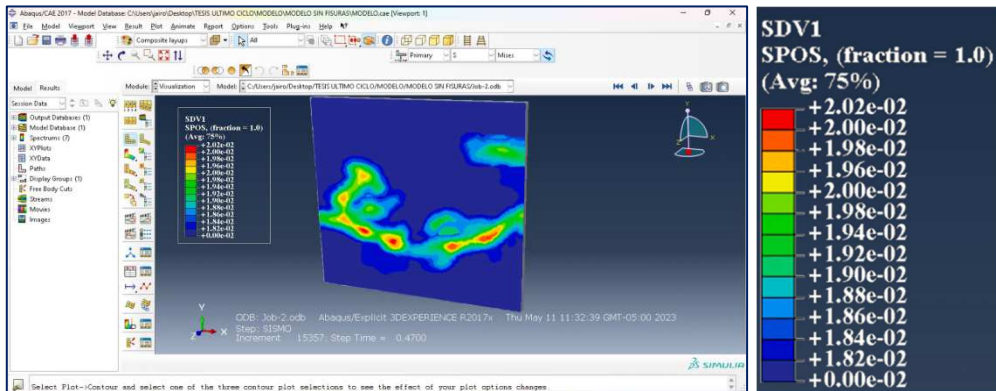


Figura 36: Daño del muro real.



- Vimos que el porcentaje de cracking si coincide con algunas partes del muro.
- Medimos el espesor de fisuras y comparamos si ya están controladas como indica el muro dañado o faltaría.

Figura 37: Control de fisuras del muro.



### **Etapas 9: Ensayos del adobe reforzado con fibras del bagazo de la caña de azúcar y mortero.**

**Tabla 2:** Resultados de los ensayos.

<i>Muestra</i>	<i>Composición</i>	<i>Peso Seco kg</i>	<i>Fuerza Aplicada kg</i>	<i>Resistencia a la compresión de cada unidad (kg/cm<sup>2</sup>)</i>
1	<i>Adobe tradicional</i>	18.20	1242.00	2.970
2	<i>Adobe y 5% bagazo</i>	18.20	1260.00	3.007
3	<i>Adobe y 10% bagazo</i>	18.10	1683.00	3.353
4	<i>Adobe y 15% bagazo</i>	17.40	1566.00	3.113
5	<i>Adobe reforzado con mortero</i>	18.20	1670.00	3.101

*Fuente: Elaboración propia.*

- Se realizó otro bloque de adobe, pero ahora se implementó las características mecánicas según indica los ensayos realizados.

Figura 38: Ladrillo reforzado.

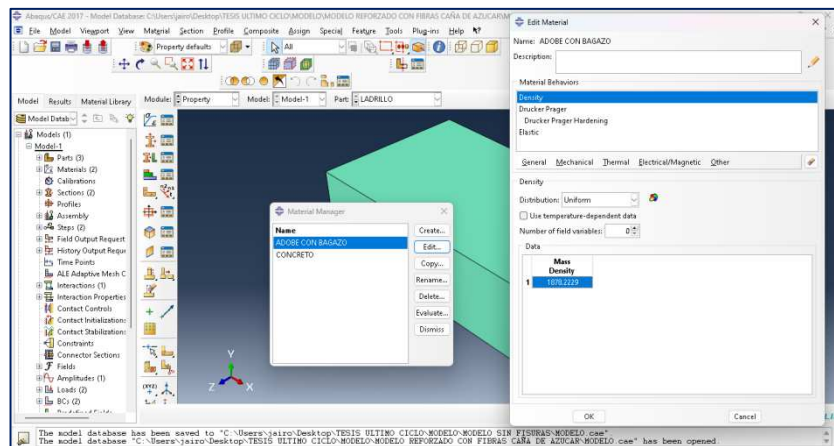
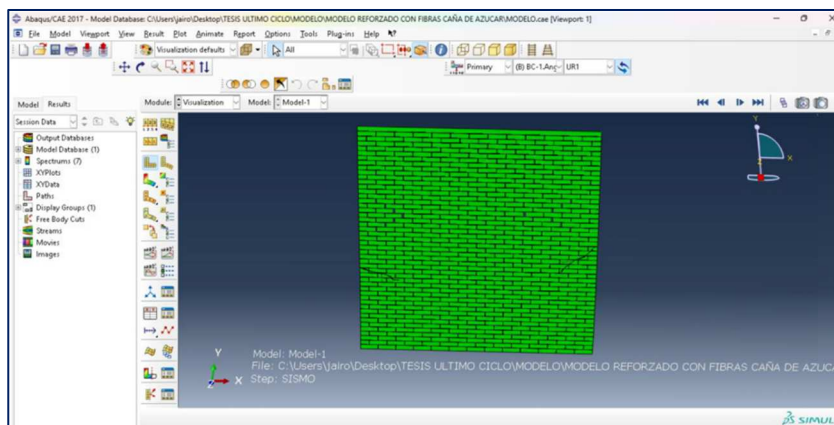
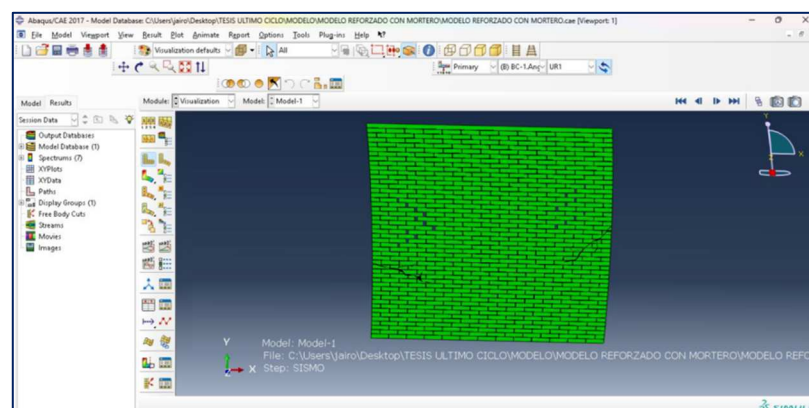


Figura 39: Resultado del muro reforzado.



- Se volvió a modelar otro bloque de adobe o tierra reforzada pero ahora se implementó las propiedades mecánicas del mortero según indica los ensayos realizados.

Figura 40: Muro reforzado con mortero.





## Etapa 10: Análisis y resultados con los sistemas de reforzamiento.

Resultados de la curva de esfuerzo – deformación compresiva.

Figura 41: Curva esfuerzo – deformación compresiva del muro de adobe tradicional.

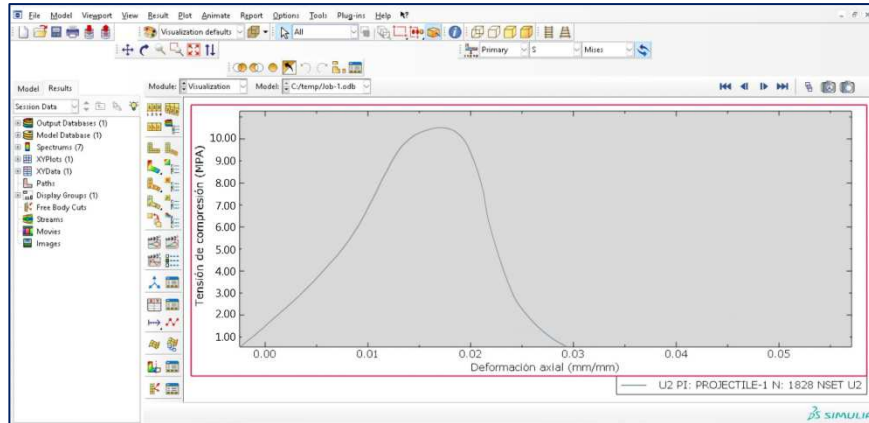


Tabla 3: Daño del muro de adobe tradicional.

<b>Carga axial</b>	<b>10.5 MPA</b>
<b>Deformación ultima</b>	<b>0.02916 mm/mm</b>

Fuente: Elaboración propia.

Figura 42: Curva de esfuerzo – deformación compresiva del muro de adobe reforzado con un 10% del bagazo caña de azúcar.

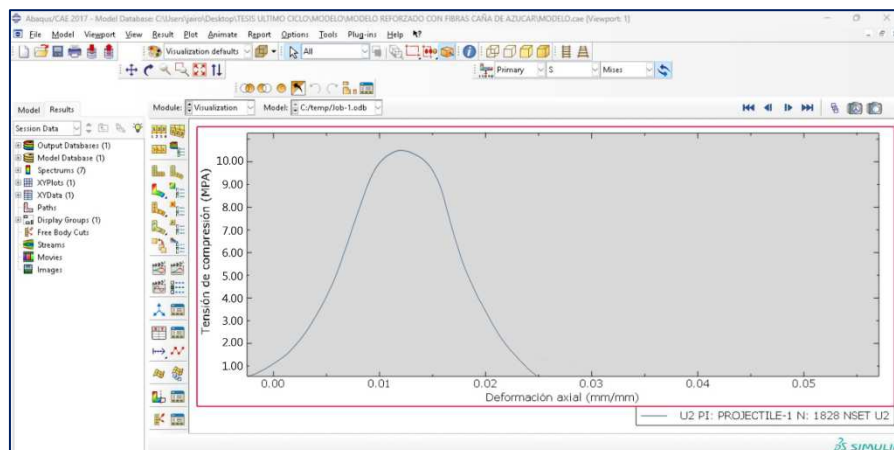


Tabla 4: Daño del muro de adobe reforzado con 10% de fibras.

<b>Carga axial</b>	<b>10.5 MPA</b>
<b>Deformación ultima</b>	<b>0.02487 mm/mm</b>

Fuente: Elaboración propia.

Figura 43: Curva de esfuerzo – deformación compresiva del muro de adobe reforzado con mortero.

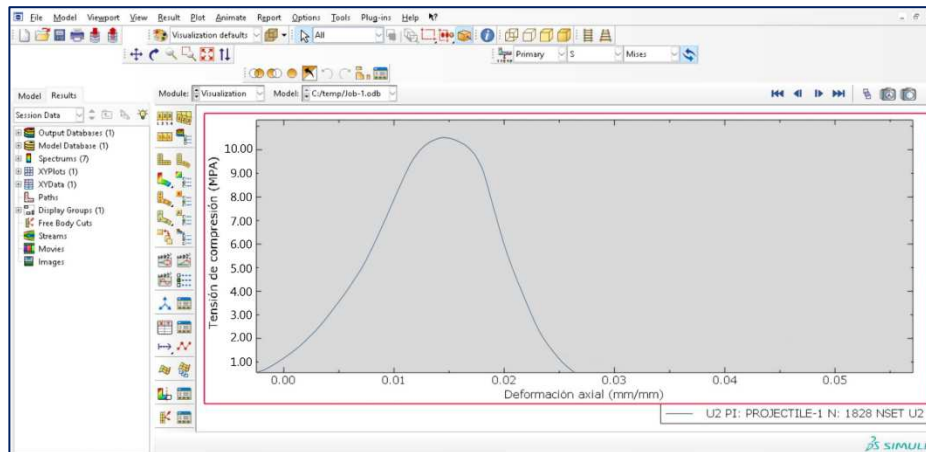


Tabla 5: Daño del muro de adobe reforzado con mortero.

<b>Carga axial</b>	<b>10.5 MPA</b>
<b>Deformación ultima</b>	<b>0.02654 mm/mm</b>

Fuente: Elaboración propia.

Figura 44: Distorsión del muro de adobe tradicional.

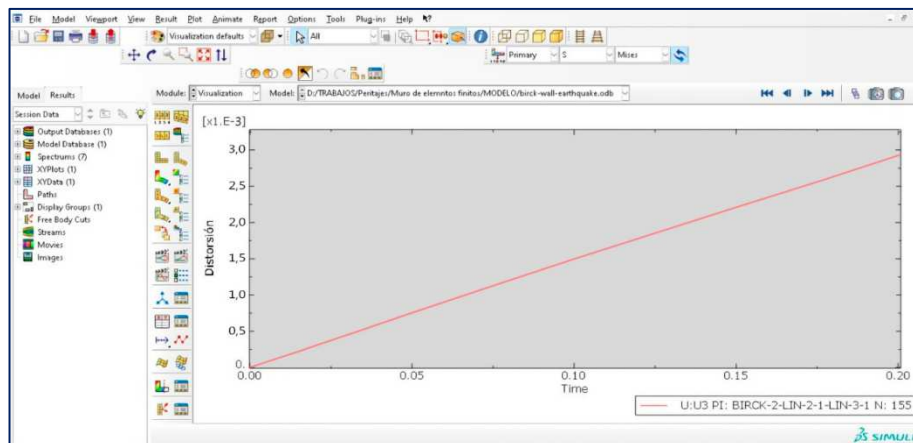


Tabla 6: Distorsión del muro de adobe tradicional.

<b>Distorsión</b>	<b>0.00295</b>
-------------------	----------------

Fuente: Elaboración propia.

Figura 45: Distorsión del muro reforzado con 10% de fibras.

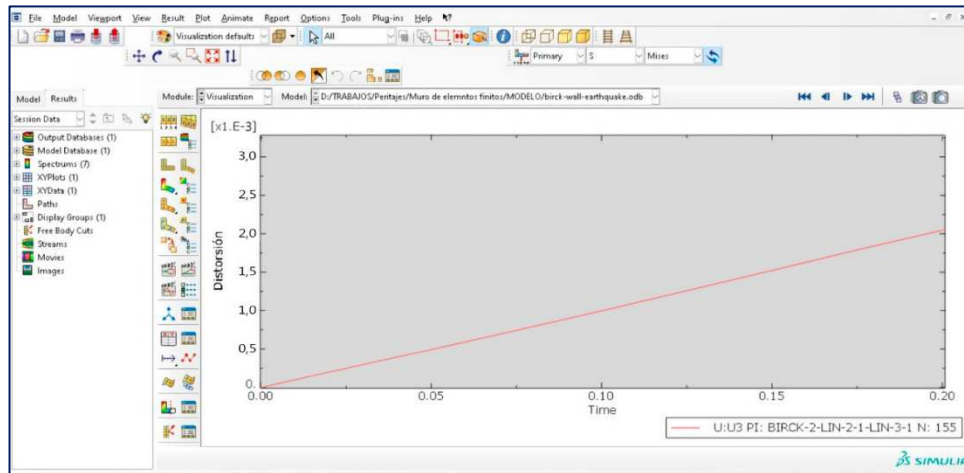


Tabla 7: Distorsión del muro de adobe reforzado con 10% de fibras

<b>Distorsión</b>	<b>0.00203</b>
-------------------	----------------

Fuente: Elaboración propia.

Figura 46: Distorsión del muro reforzado con mortero.

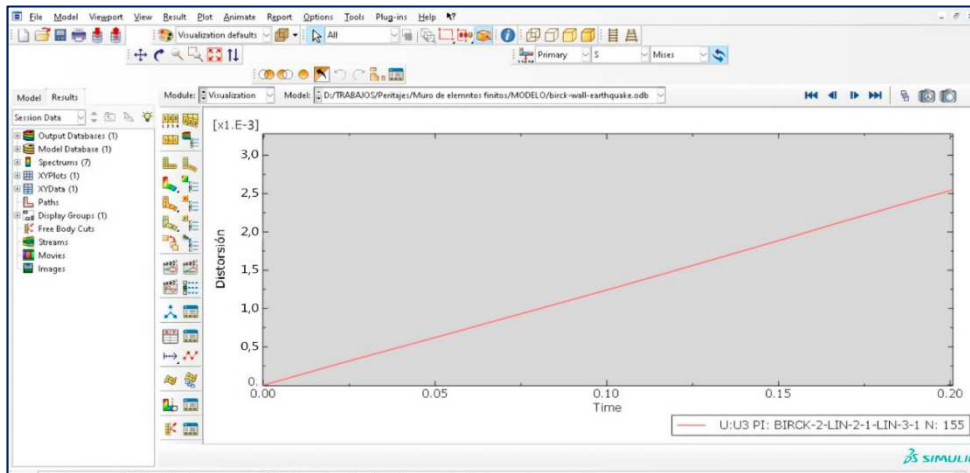


Tabla 8: Distorsión del muro de adobe reforzado con mortero.

<b>Distorsión</b>	<b>0.00267</b>
-------------------	----------------

Fuente: Elaboración propia.

Figura 47: % de cracking en la pared reforzada con fibras del bagazo.

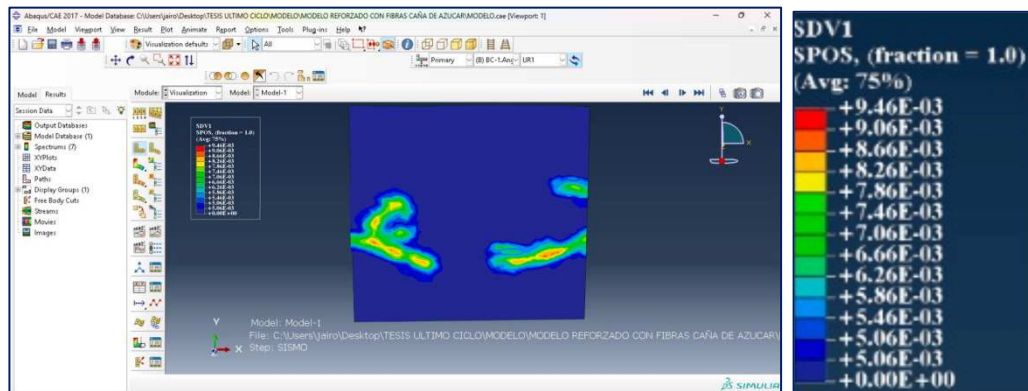


Figura 48: % de cracking en el muro reforzado mortero.

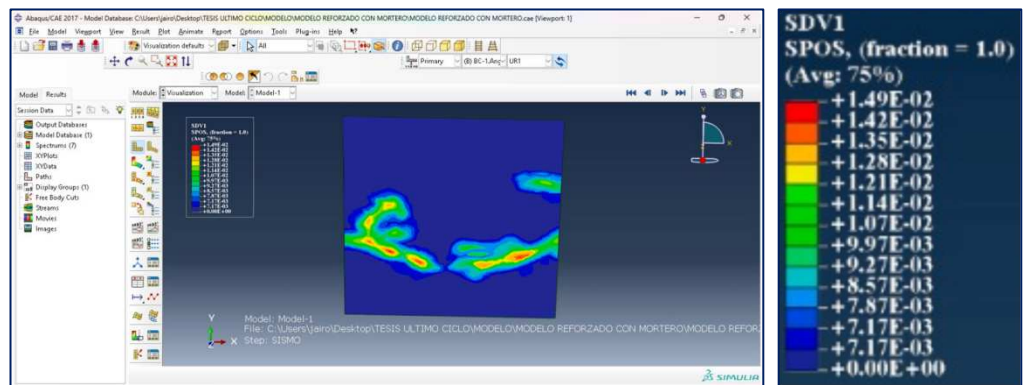


Tabla 9: Resultados del porcentaje de cracking de los 3 modelos.

Tradicional	10% de bagazo	Con mortero
2.02E-02	9.46E-03	1.49E-02
2.00E-02	9.06E-03	1.42E-02
1.98E-02	8.66E-03	1.35E-02
1.96E-02	8.26E-03	1.28E-02
1.94E-02	7.86E-03	1.21E-02
1.92E-02	7.46E-03	1.14E-02
1.90E-02	7.06E-03	1.07E-02
1.88E-02	6.66E-03	9.97E-03
1.86E-02	6.26E-03	9.27E-03
1.84E-02	5.86E-03	8.57E-03
1.82E-02	5.46E-03	7.87E-03
1.80E-02	5.06E-03	7.17E-03
1.80E-02	5.06E-03	7.17E-03
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

Fuente: Elaboración propia.



### **3.6 Método de análisis de datos**

Como se mencionó anteriormente, el enfoque analítico de esta investigación es cuantitativo y este estudio es experimental en el sentido de que las variables se manipulan a través de un diseño de investigación cuasiexperimental. Las pruebas del material se realizan en el software Abaqus/CAE dando todas las propiedades del material al nuevo reforzamiento con tierra y fibras de caña de azúcar. Después de ver que el nuevo análisis del muro con de adobe con la tierra reforzada y fibras de caña de azúcar procederemos a emplearla. La data recolectada del programa Abaqus/CAE nos indicara donde reforzar o que zonas son las más afectadas a futuros daños sísmicos y esta va de la mano de los rangos establecidos por las normativas vigentes tanto nacional como internacional. Además, se realizará la sistematizar datos en recuadros, gráficos y tablas para interpretar correctamente los resultados de diseños estándar y experimentales.

### **3.7 Aspectos éticos**

Para la apariencia ética se toma en referencia lo mencionado en la Oficina de Investigación Lima UCV, 2016, sobre insistir en valores como el compromiso, la sinceridad y la honestidad en los proyectos de investigación, que se verán reflejados en la presentación de resultados, mostrar avances en la investigación y reflejar la verdad.

Las herramientas de cálculo que se utilizarán en este estudio son software con licencias profesionales originales y/o versiones para estudiantes para obtener resultados válidos. Estas serán usadas para la obtención de resultados, la importancia de la propiedad intelectual, así como la responsabilidad social e incluso la ética profesional, se considera la principal. Se respeta el trabajo de otros autores sobre el tema de investigación, por lo que las referencias se citarán adecuadamente cuando se utilice una idea ajena.

Todas las referencias tomadas para esta investigación han sido realizadas siguiendo el criterio de la norma ISO-690.692.

## IV. RESULTADOS

### Indicador 1: Daño estructural

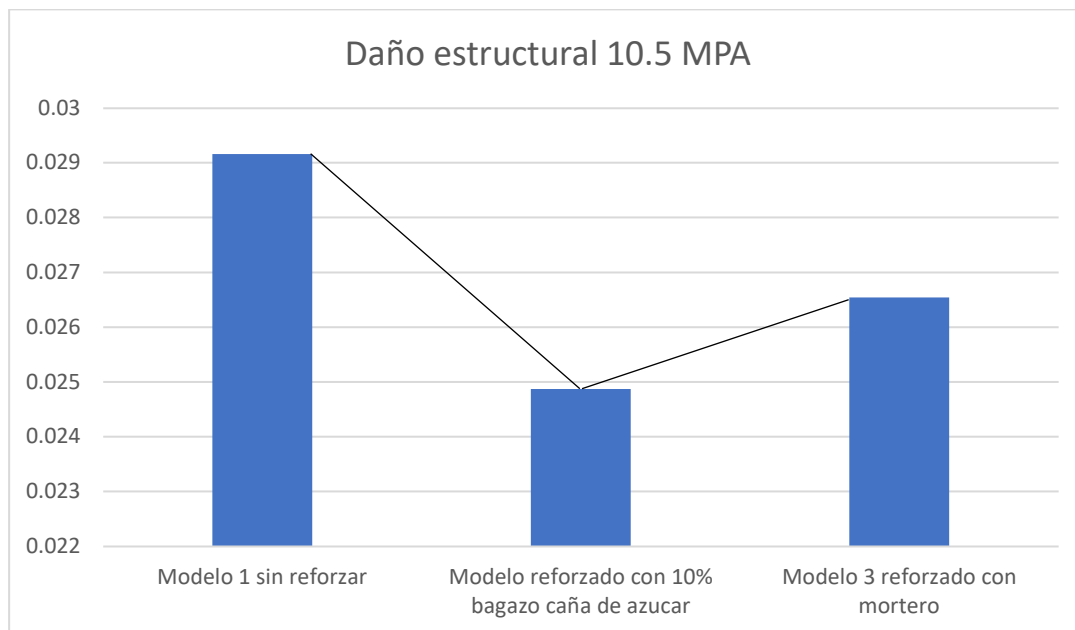
Se realizó una carga de 10.5MPa recomendado por el investigador Penman para el criterio de fluencia de Drucker Prager (DP) en el centroide del muro para poder sacar la curva del sistema de mampostería de adobe determinando así el daño estructural. Los modelos constitutivos incluyen el comportamiento y un modelo de plasticidad Drucker Prager (DP) para simular el aplastamiento de la mampostería bajo compresión.

Tabla 10: Resultados de la curva esfuerzo – deformación compresiva.

Indicador 1: Daño estructural (MPA)			
Modelos	Deformación compresiva mm/mm	%	Variación
Modelo sin reforzar (Mo)	0.02916 mm/mm	100%	---
Modelo reforzado con 10% bagazo caña de azúcar (M1)	0.02487 mm/mm	85%	-15%
Modelo reforzado con mortero (M2)	0.02654 mm/mm	91%	-9%

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 1: Resultados de la curva esfuerzo – deformación compresiva.



### Interpretación:

Según el Grafico N°1 y la tabla N°10 se observa que para un esfuerzo de compresión axial de 10.5 MPA en el muro de adobe tradicional se presenta un daño máximo de 0.02916 (mm/mm), mientras que para el modelo reforzado con un 10% de fibras del bagazo (M1) el daño disminuye en 15% con respecto al muro patrón (Mo), para el modelo reforzado con mortero (M2) el daño disminuye en 9% del modelo patrón (Mo), entonces se puede verificar que el reforzamiento con 10% de fibras (M1) disminuye el daño respecto al muro patrón (Mo) pero no recupera por completo su rigidez.

### Contrastación de hipótesis

#### Prueba de normalidad

Se realizó esta prueba para analizar en cuánto difieren la distribución de los datos que se observaron respecto a lo que se esperaba, si es que proceden de una distribución normal con misma media y desviación típica. Dependiendo de la cantidad de muestras a analizar, se cuentan con dos métodos:

Tamaño de muestra < 50 = Test de Shapiro-Wilk.

Tamaño de muestra > 50 = Test de Kolmogorov-Smirnov.

Figura 49: Prueba de normalidad para indicador 1.

Pruebas de normalidad							
muestra	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
Daño estructural	Adobe tradicional	.253	3	.	.964	3	.637
	Adobe reforzado con 10% fibras del bagazo	.175	3	.	1.000	3	1.000
	Adobe reforzado con mortero	.296	3	.	.918	3	.446

a. Corrección de significación de Lilliefors

Como la significancia salió un P valor mayor a 0.05, entonces los resultados de las muestras tienen una distribución normal y por ende se hará las pruebas paramétricas como la prueba "T".

#### Análisis de la medida de una muestra en el daño estructural.

Debido a que los datos tienen una distribución normal se utilizó estadística paramétrica. Para realizar el análisis de la medida de una muestra se hizo uso de la prueba "T", para comparar las muestras entre las medias de los diferentes

grupos, y con esto determinar si es que dos o más de estos grupos son iguales, similares o parecidos.

**Hipótesis nula (Ho):** El sistema de reforzamiento con fibras de la caña de azúcar no influye positivamente en el daño estructural por efectos sísmicos en muros de adobe, Barranco, Lima - 2022

Si P-Valor < 0.05 se acepta Ho.

**Hipótesis alterna (Ha):** El sistema de reforzamiento con fibras de la caña de azúcar influye positivamente en el daño estructural por efectos sísmicos en muros de adobe, Barranco, Lima - 2022

Si P-Valor > 0.05 se acepta Ha.

Figura 50: Prueba T del indicador 1.

Prueba para una muestra								
Valor de prueba = 0.02487								
Significación						95% de intervalo de confianza de la diferencia		
	t	gl	P de un factor	P de dos factores	Diferencia de medias	Inferior	Superior	
DañoEstructural	1.591	2	.126	.253	.0019867	-.003385	.007359	

Como la significancia salió > 0,05 aceptamos la Ha y rechazamos la Ho, entonces los datos tienen una distribución normal y se puede aplicar una estadística perimétrica.

## Indicador 2: % Cracking

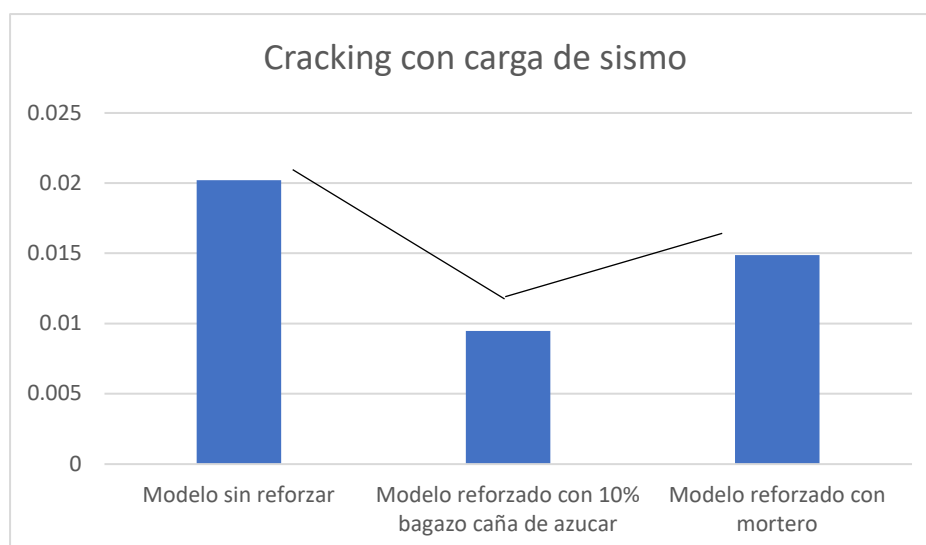
Se realizó un escalamiento y limpieza de 3 registros sísmicos de la jurisdicción como indica la NTP. E.030, dando al software escoger entre los 3 lo más resaltante y poder afectar al muro, asimilando las fisuras.

**Tabla 11:** Equivalent Plastic strain (Tension).

Indicador 2: % Cracking			
Modelos	Cracking con carga de sismo	%	Variación
Modelo sin reforzar (Mo)	0.02021	100%	---
Modelo reforzado con 10% bagazo caña de azúcar (M1)	0.00946	47%	-53%
Modelo reforzado con mortero (M2)	0.01487	74%	-26%

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 2: % Cracking.



### Interpretación:

Según el Gráfico N°2 y la tabla N°11 se observa que al aplicar el análisis tiempo historia con 3 registros de sismos según indica la NTP en el muro de adobe tradicional (Mo) se presenta un % de cracking global de 2.02%, mientras que para el modelo reforzado con un 10% de fibras del bagazo (M1) el % de cracking disminuye en 53% con respecto al muro patrón (Mo), para el modelo reforzado con mortero (M2) el % de cracking disminuye en 26% del modelo patrón (Mo),

entonces se puede verificar que el reforzamiento con 10% de fibras (M1) disminuye el % de cracking al muro patrón (Mo) pero no recupera por completo su forma natural.

## Contrastación de hipótesis

### Prueba de normalidad

Se realizó esta prueba para analizar en cuánto difieren la distribución de los datos que se observaron respecto a lo que se esperaba, si es que proceden de una distribución normal con misma media y desviación típica. Dependiendo de la cantidad de muestras a analizar, se cuentan con dos métodos:

Tamaño de muestra < 50 = Test de Shapiro-Wilk.

Tamaño de muestra > 50 = Test de Kolmogorov-Smirnov.

Figura 51: Prueba de normalidad para indicador 2.

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
muestra		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
%CRACKING	Adobe tradicional	.215	3	.	.989	3	.800
	Adobe reforzado con 10% fibras del bagazo	.179	3	.	.999	3	.948
	Adobe reforzado con mortero	.357	3	.	.815	3	.150

a. Corrección de significación de Lilliefors

Como la significancia salió un P valor mayor a 0.05, entonces los resultados de las muestras tienen una distribución normal y por ende se hará las pruebas paramétricas como la prueba “T”.

### Análisis de la medida de una muestra en el daño estructural.

Debido a que los datos tienen una distribución normal se utilizó estadística paramétrica. Para realizar el análisis de la medida de una muestra se hizo uso de la prueba “T”, para comparar las muestras entre las medias de los diferentes grupos, y con esto determinar si es que dos o más de estos grupos son iguales, similares o parecidos.

**Hipótesis nula (Ho):** El sistema de reforzamiento no influye positivamente en el cracking de los muros de adobe, Barranco, Lima – 2022.

Si P-Valor < 0.05 se acepta Ho.

**Hipótesis alterna (Ha):** El sistema de reforzamiento influye positivamente en el cracking de los muros de adobe, Barranco, Lima – 2022.

Si P-Valor > 0.05 se acepta Ha.

Figura 52: Prueba T del indicador 2.

Prueba para una muestra							
Valor de prueba = 0.00946							
	t	gl	Significación		Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
			P de un factor	P de dos factores		Inferior	Superior
%Cracking	1.736	2	.112	.225	.0053867	-.007966	.018739

Como la significancia salió > 0,05 aceptamos la Ha y rechazamos la Ho, entonces los datos tienen una distribución normal y se puede aplicar una estadística perimétrica.

### Indicador 3: Resistencia a Compresión kg/cm2

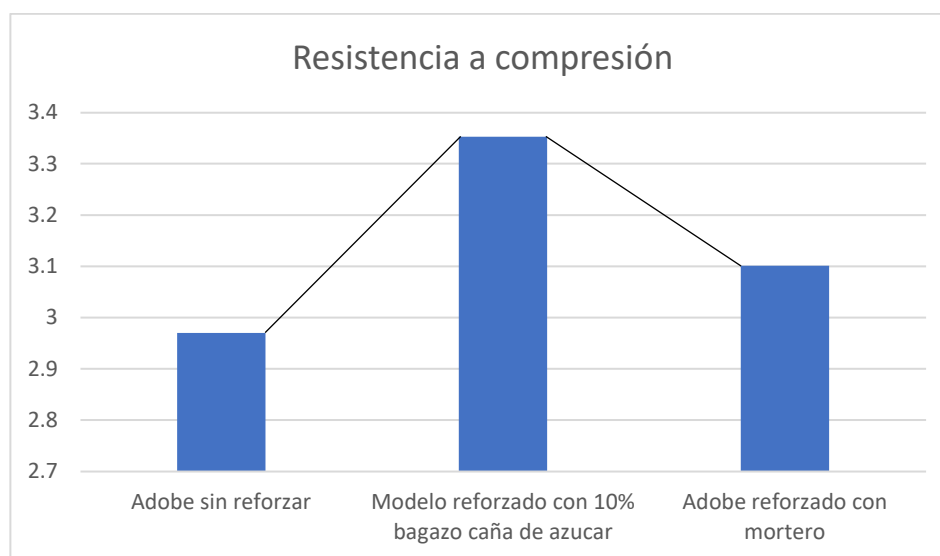
Para determinar cuál de los 3 bloques de adobe es más resistente a compresión para los daños por efectos sísmicos, realizamos ensayos de compresión y absorción de cada bloque, determinando así los siguientes datos.

Tabla 12: Resistencia a compresión de cada bloque.

Indicador 3: Compresión (kg/cm2)			
Modelos de Adobe	Compresión kg/cm2	%	Variación
Adobe sin reforzar (Mo)	2.97 kg/cm2	100%	
Modelo reforzado con 10% bagazo caña de azúcar (M1)	3.353 kg/cm2	113%	13%
Adobe reforzado con mortero (M2)	3.101 kg/cm2	104%	4%

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3: comparación de resistencia a compresión.



Fuente: Elaboración propia.

### Interpretación:

Según el Gráfico N°3 y la tabla N°12 se observa que al aplicar los ensayos de compresión y absorción en el bloque de adobe tradicional (Mo) se presenta una resistencia a compresión de 2.97 kg/cm2, mientras que para el modelo reforzado con un 10% de fibras del bagazo (M1) resistencia a compresión aumenta en 13% con respecto al muro patrón (Mo), para el modelo reforzado con mortero (M2) la resistencia a compresión aumenta en 4% del modelo patrón (Mo), entonces se



puede verificar que el reforzamiento con 10% de fibras (M1) aumenta la resistencia a compresión al modelo patrón (Mo).

## Contrastación de hipótesis

### Prueba de normalidad

Se realizó esta prueba para analizar en cuánto difieren la distribución de los datos que se observaron respecto a lo que se esperaba, si es que proceden de una distribución normal con misma media y desviación típica. Dependiendo de la cantidad de muestras a analizar, se cuentan con dos métodos:

Tamaño de muestra < 50 = Test de Shapiro-Wilk.

Tamaño de muestra > 50 = Test de Kolmogorov-Smirnov.

Figura 53: Prueba de normalidad para indicador 3.

Pruebas de normalidad							
Resistencia a compresion	muestra	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	Adobe tradicional	.263	3	.	.955	3	.593
	Adobe reforzado con 5% fibras del bagazo	.182	3	.	.999	3	.938
	Adobe reforzado con 10% fibras del bagazo	.231	3	.	.980	3	.731
	Adobe reforzado con 15% fibras del bagazo	.197	3	.	.996	3	.872
	Adobe reforzado con mortero	.308	3	.	.902	3	.391

a. Corrección de significación de Lilliefors

Como la significancia salió un P valor mayor a 0.05, entonces los resultados de las muestras tienen una distribución normal y por ende se hará las pruebas paramétricas como la prueba "T".

### Análisis de la medida de una muestra en el daño estructural.

Debido a que los datos tienen una distribución normal se utilizó estadística paramétrica. Para realizar el análisis de la medida de una muestra se hizo uso de la prueba "T", para comparar las muestras entre las medias de los diferentes grupos, y con esto determinar si es que dos o más de estos grupos son iguales, similares o parecidos.

**Hipótesis nula (Ho):** El sistema de reforzamiento no influye positivamente en el comportamiento de los muros de abobe dañados por efectos sísmicos en la compresión, Barranco, Lima – 2022.

Si P-Valor < 0.05 se acepta Ho.

**Hipótesis alterna (Ha):** El sistema de reforzamiento influye positivamente en el comportamiento de los muros de abobe dañados por efectos sísmicos en la compresión, Barranco, Lima – 2022.

Si P-Valor > 0.05 se acepta Ha.

Figura 54: Prueba T del indicador 3.

Prueba para una muestra							
Valor de prueba = 3.3530							
Significación						95% de intervalo de confianza de la diferencia	
	t	gl	P de un factor	P de dos factores	Diferencia de medias	Inferior	Superior
Resistencia a Compresión	-1.883	2	.100	.200	-.2116667	-.695228	.271894

Como la significancia salió > 0,05 aceptamos la Ha y rechazamos la Ho, entonces los datos tienen una distribución normal y se puede aplicar una estadística perimétrica.

#### Indicador 4: Distorsión %

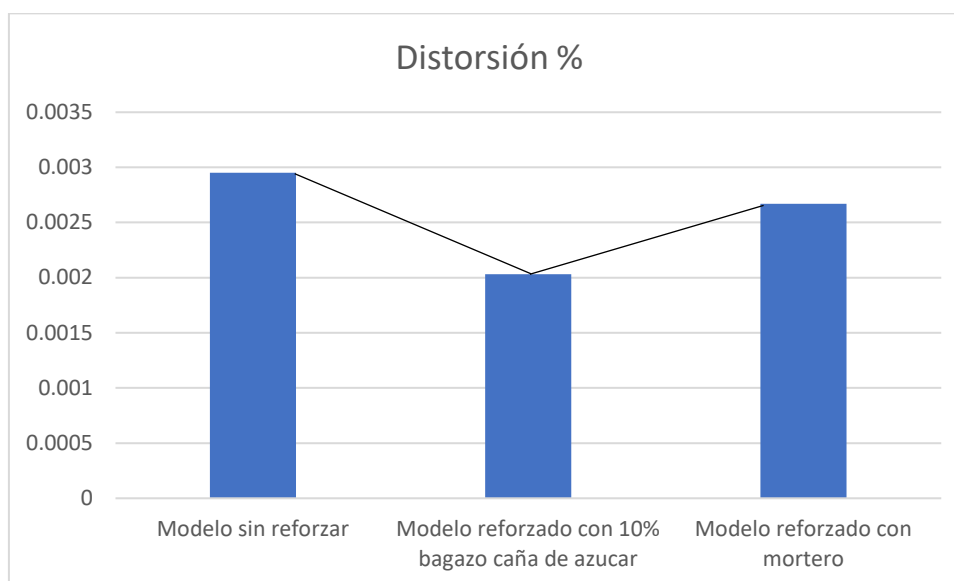
Se realizó un análisis sísmico tiempo historia para cada muro con bloque tradicional, bloque reforzado con 10% de fibras del bagazo y de mortero haciendo correr cada modelo un aproximado de 4 días para poder determinar sus distorsiones verificando que cumplan con lo reglamentado.

**Tabla 13:** Distorsión de cada modelo.

Indicador 4: Distorsión (%)			
Modelos	Distorsión %	%	Variación
Modelo sin reforzar (Mo)	0.00295	100%	
Modelo reforzado con 10% bagazo caña de azúcar (M1)	0.00203	69%	-31%
Modelo reforzado con mortero (M2)	0.00267	91%	-9%

Fuente: Elaboración propia.

**Gráfico 4:** comparación de distorsión en los modelos.



Fuente: Elaboración propia.

#### Interpretación:

Según el Gráfico N°4 y la tabla N°13 se observa que al aplicar el análisis tiempo historia con 3 registros de sismos según indica la NTP en el muro de adobe tradicional (Mo) se presenta una distorsión de 0.00295, mientras que para el modelo reforzado con un 10% de fibras del bagazo (M1) la distorsión disminuye en 31% con respecto al muro patrón (Mo), para el modelo reforzado con mortero

(M2) la distorsión disminuye en 9% del modelo patrón (Mo), entonces se puede verificar que el reforzamiento con 10% de fibras (M1) disminuye la distorsión al muro patrón (Mo) cumpliendo con los requisitos de la norma técnica peruana antisísmica.

## Contrastación de hipótesis

### Prueba de normalidad

Se realizó esta prueba para analizar en cuánto difieren la distribución de los datos que se observaron respecto a lo que se esperaba, si es que proceden de una distribución normal con misma media y desviación típica. Dependiendo de la cantidad de muestras a analizar, se cuentan con dos métodos:

Tamaño de muestra < 50 = Test de Shapiro-Wilk.

Tamaño de muestra > 50 = Test de Kolmogorov-Smirnov.

Figura 55: Prueba de normalidad para indicador 4.

Pruebas de normalidad							
muestra	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
DISTORSION Adobe tradicional	.356	3	.	.818	3	.157	
Adobe reforzado con 10% fibras del bagazo	.333	3	.	.862	3	.274	
Adobe reforzado con mortero	.204	3	.	.993	3	.843	

a. Corrección de significación de Lilliefors

Como la significancia salió un P valor mayor a 0.05, entonces los resultados de las muestras tienen una distribución normal y por ende se hará las pruebas paramétricas como la prueba "T".

### Análisis de la medida de una muestra en el daño estructural.

Debido a que los datos tienen una distribución normal se utilizó estadística paramétrica. Para realizar el análisis de la medida de una muestra se hizo uso de la prueba "T", para comparar las muestras entre las medias de los diferentes grupos, y con esto determinar si es que dos o más de estos grupos son iguales, similares o parecidos.

**Hipótesis nula (Ho):** El sistema de reforzamiento con caña no influye positivamente en los daños por efectos sísmicos en muros de adobe ante la distorsión, Barranco, Lima – 2022.

Si P-Valor < 0.05 se acepta Ho.

**Hipótesis alterna (Ha):** El sistema de reforzamiento con caña influye positivamente en los daños por efectos sísmicos en muros de adobe ante la distorsión, Barranco, Lima – 2022.

Si P-Valor > 0.05 se acepta Ha.

Figura 56: Prueba de normalidad para indicador 4.

Prueba para una muestra							
Valor de prueba = 0.00203							
	t	gl	Significación		Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
			P de un factor	P de dos factores		Inferior	Superior
% Distorsión	1.910	2	.098	.196	.00052000	-.0006515	.0016915

Como la significancia salió > 0,05 aceptamos la Ha y rechazamos la Ho, entonces los datos tienen una distribución normal y se puede aplicar una estadística perimétrica.

## V. DISCUSION

### INDICADOR 1: Daño estructural (mm/mm)

En la presente investigación el muro patrón de adobe tradicional tiene un daño estructural calculado en la curva esfuerzo – deformación axial unitaria de 0.02916 mm/mm con una carga a compresión de 10.5MPA, pero cuando es reforzada con un 10% de las fibras del bagazo de la caña de azúcar con una longitud promedio entre 0.25cm y 2.5cm tiene una deformación axial unitaria de 0.02487 mm/mm disminuyendo un 15% del modelo patrón y cuando es reforzado con mortero disminuye un 9% del modelo patrón dando una deformación de 0.02654 mm/mm, para Quispe O. (2019), en su investigación su muro patrón sin reforzar obtiene una deformación axial unitaria de 0.01359 mm/mm con una esfuerzo de 1100 kg/cm<sup>2</sup> y cuando es reforzado con un 10% de fibras de la caña de azúcar con medidas de 0.02” de diámetro y 1.38” de longitud con el mismo esfuerzo de 1100kg/cm<sup>2</sup> aumenta su deformación axial unitaria a 0.01825 mm/mm. Estos resultados son diferentes en la muestra del adobe mejorado con fibras de la caña de azúcar, porque en esta investigación se reforzo con un 10% de las fibras del bagazo con medidas promedio de 0.25cm a 2.5cm mientras que en la investigación de Quispe O. reforzaron con un 10% de las fibras mencionadas con medidas de 0.02” de diámetro y 1.38” de longitud con un esfuerzo de 1100kg/cm<sup>2</sup> convertido a pascales seria 110MPA dándoles un deformación axial unitaria (mm/mm) negativa comparado con el modelo patrón de tierra reforzada.

### INDICADOR 2: % Cracking

En la presente investigación el muro patrón de adobe tradicional tiene un porcentaje de cracking global de 0.02021 en porcentaje seria 2.021% con el análisis tiempo historia, pero cuando es reforzada con un 10% de las fibras del bagazo de la caña de azúcar con una longitud promedio entre 0.25cm y 2.5cm tiene un porcentaje de cracking global de 0.00946 en porcentaje es 0.946% disminuyendo un 53% del modelo patrón y cuando es reforzado con mortero disminuye un 26% del modelo patrón dando % de cracking de 0.01487 en

porcentaje sería 1.487%, para I. Bertelsen, L. Belmonte, L. Fischer y M. Ottosen (2021), en su investigación analizaron la mampostería de adobe reforzada con un 5% de fibras del bagazo de la caña de azúcar más fibras residuales de animales, vegetales y polietileno, reduciendo así su porcentaje de cracking global a un 2% del muro patrón de adobe tradicional. Estos resultados son diferentes en la muestra del adobe mejorado con fibras de la caña de azúcar, porque en esta investigación se reforzó con un 10% solo de las fibras del bagazo de la caña de azúcar mientras que en la investigación de I. Bertelsen, L. Belmonte, L. Fischer y M. Ottosen reforzaron con un 5% de las fibras mencionadas y otras fibras residuales como vegetales y polietileno dándoles una disminución del porcentaje de cracking favorable comparado con el modelo patrón de tierra reforzada.

### **INDICADOR 3: Resistencia a compresión en la unidad (kg/cm<sup>2</sup>).**

En la presente investigación el muro patrón de adobe tradicional tiene bloques de adobe o tierra reforzada con una resistencia a compresión de 2.97 kg/cm<sup>2</sup>, pero cuando es reforzada con un 10% de las fibras del bagazo de la caña de azúcar con una longitud promedio entre 0.25cm y 2.5cm alcanza una resistencia a compresión de 3.353 kg/cm<sup>2</sup> aumentando un 13% del modelo patrón y cuando es reforzado con mortero aumenta un 4% del modelo patrón dando una resistencia a compresión de 3.101 kg/cm<sup>2</sup>, para Salazar (2018), en su investigación los bloques del muro patrón sin reforzar obtiene una resistencia a compresión de 2.72 kg/cm<sup>2</sup>, pero cuando es reforzado con un 5% de las fibras de 1" y aditivo piedra chancada de ¾" alcanza una dureza a compresión de 24.68 kg/cm<sup>2</sup>. Estos resultados son diferentes en la muestra del adobe mejorado con fibras de la caña de azúcar, porque en esta investigación se reforzó con un 10% de las fibras del bagazo con medidas promedio de 0.25cm a 2.5cm mientras que en la investigación de Salazar reforzó con un 5% de las fibras mencionadas con medidas de 1" y con aditivos piedra de ¾" dándoles resistencia a compresión bastante favorable comparado con el modelo patrón de tierra reforzada. Para Kamiyama S. y Zavaleta R. (2021), en su investigación los bloques del muro patrón sin reforzar convencionales obtuvieron una resistencia promedio de 9.27kg/cm<sup>2</sup>, mientras que los adobes con adición de 5%, 10% y 15% (CBCA)

como porcentaje con medidas de 10 x10 x 10 cm obtuvieron una resistencia de 8,98 kg/cm<sup>2</sup> y 2,995 kg/cm<sup>2</sup> y 7,75 kg/cm<sup>2</sup>. Estos resultados son diferentes en la muestra del adobe mejorado con fibras de la caña de azúcar, porque en esta investigación se reforzó con un 10% de las fibras del bagazo con medidas promedio de 0.25cm a 2.5cm mientras que en la investigación de Kamiyama S. y Zavaleta R. reforzaron con un 5%, 10% y 15% (CBCA) de las fibras mencionadas con medidas de 10 x 10 x 10 cm dándoles una resistencia a compresión bastante desfavorable comparado con el modelo patrón de tierra reforzada.

#### **INDICADOR 4: Distorsión (%)**

En la presente investigación el muro patrón de adobe tradicional tiene una distorsión de 0.00295 calculado con el análisis tiempo historia según indica la NTP E.030, pero cuando es reforzada con un 10% de las fibras del bagazo de la caña de azúcar con una longitud promedio entre 0.25cm y 2.5cm tiene una distorsión de 0.00203 disminuyendo un 31% del modelo patrón y cuando es reforzado con mortero disminuye un 9% del modelo patrón dando una distorsión de 0.00267, para S. Lady y T. Zerpa (2019), en su investigación del modelo con el muro patrón sin reforzar obtiene una distorsión 0.001213 con el análisis dinámico espectral según la NTP E.030 y cuando es reforzado con un 10% de fibras de la caña de azúcar disminuye su distorsión a 0.00121231 con respecto al modelo patrón. Estos resultados son diferentes en la muestra del adobe mejorado con fibras de la caña de azúcar, porque en esta investigación se realizó con el análisis tiempo historia mientras que en la investigación de S. Lady y T. Zerpa usaron el análisis dinámico espectral dándoles una distorsión positiva comparado con el modelo patrón de tierra reforzada.



## VI. CONCLUSIONES

**OE1:** Determinar cómo influye el reforzamiento con fibras de bagazo de caña de azúcar en muros de adobe ante el daño estructural por efectos sísmicos, Barranco, Lima – 2022.

- En el trabajo de investigación se ha determinado que la adición de fibras del bagazo de la caña de azúcar influye positivamente, porque disminuye el daño estructural representado en la curva de esfuerzo - deformación compresiva; de la siguiente manera, para M1 disminuye en 15%, para M2 en 9% en comparación con el modelo patrón Mo. Como se indica en la tabla N°10 y grafico N°1 de los resultados. Determinándose que la dosificación más efectiva para la disminución del daño es la dosificación de M1, dado que disminuye 0.02487 mm/mm que representa una disminución del 15%.

**OE2:** Calcular como influye el sistema de reforzamiento en el cracking en muros de adobe, Barranco, Lima – 2022.

- En el trabajo de investigación se calculó que la adición de fibras del bagazo de la caña de azúcar influye positivamente, porque disminuye cracking global del muro representado como fisuras y grietas; de la siguiente manera, para M1 disminuye en 53%, para M2 en 26% en comparación con el modelo patrón Mo. Como se indica en la tabla N°11 y grafico N°2 de los resultados. Determinándose que el modelo M1 disminuye a 0.95% de cracking global del muro. Determinándose que la dosificación más efectiva para la disminución del cracking global es la dosificación de M1, dado que disminuye 0.95% que representa una disminución del 53%.

**OE3:** Determinar cómo influye el sistema de reforzamiento en el comportamiento de los muros de adobes dañados por efectos sísmicos en la compresión, Barranco, Lima – 2022.

- En el trabajo de investigación se determinó que la adición de fibras del bagazo de la caña de azúcar influye positivamente porque aumenta la resistencia a compresión representado de la siguiente manera; para M1 aumenta en 13%, para M2 en 4% en comparación con el modelo patrón Mo. Como se indica en la tabla N°12 y grafico N°3 de los resultados.

Determinándose que la dosificación más efectiva para el aumento de resistencia a compresión es la dosificación de M1, dado que aumenta a 3.35 kg/cm<sup>2</sup> que representa un aumento de 13%.

**OE4:** Determinar cómo influye el sistema de reforzamiento con fibras del bagazo de la caña en los daños por efectos sísmicos en muros de adobe ante la distorsión, Barranco, Lima – 2022.

- En el trabajo de investigación se ha determinado que la adición de fibras del bagazo de la caña de azúcar influye positivamente, porque disminuye la distorsión representada de la siguiente manera, para M1 disminuye en 31%, para M2 en 9% en comparación con el modelo patrón Mo. Como se indica en la tabla N°13 y grafico N°4 de los resultados. Determinándose que la dosificación más efectiva para la disminución de distorsión es la dosificación de M1, dado que disminuye a 0.00203 que representa una disminución de 31%.

**Objetivo General:** “Determinar cómo la adición de fibras del bagazo de la caña de azúcar afecta las propiedades físicas y mecánicas del refuerzo o mezcla de tierra reforzada, Barranco, Lima - 2022”

- En el trabajo de investigación se ha determinado que la adición de fibras del bagazo de la caña de azúcar influye positivamente, ya que no afecta mucho a las propiedades físicas como el refuerzo convencional de mallas del bagazo de azúcar afectando gravemente la arquitectura. Determinándose que la dosificación que afecta mejor a las propiedades físicas y mecánicas es la dosificación de M1, dado que las fibras tienen medidas pequeñas de 0.25cm a 2.50 cm sin afectar las propiedades físicas y reduce los daños causados por los efectos sísmicos.

## VII. RECOMENDACIONES

**OE1:** Determinar cómo influye el reforzamiento con fibras de bagazo de caña de azúcar en muros de adobe ante el daño estructural por efectos sísmicos, Barranco, Lima – 2022.

- De los resultados obtenidos es necesario evaluar como línea futura de investigación sobre el diseño de adobe o tierra reforzada agregando un 10% de fibras del bagazo de la caña de azúcar con medidas promedio de 0.25cm a 2.50 cm dado que presenta posibilidades de mejora ante el daño estructural sin afectar la arquitectura.

**OE2:** Calcular como influye el sistema de reforzamiento en el cracking en muros de adobe, Barranco, Lima – 2022.

- De los resultados obtenidos es necesario evaluar como línea futura de investigación sobre el diseño de adobe o tierra reforzada agregando un 10% de fibras del bagazo de la caña de azúcar con medidas promedio de 0.25cm a 2.50 cm dado que presenta posibilidades de mejora ante el % de cracking global del muro sin afectar la arquitectura.

**OE3:** Determinar cómo influye el sistema de reforzamiento en el comportamiento de los muros de adobes dañados por efectos sísmicos en la compresión, Barranco, Lima – 2022.

- De los resultados obtenidos es necesario evaluar como línea futura de investigación sobre el diseño de adobe o tierra reforzada agregando un 10% de fibras del bagazo de la caña de azúcar con medidas promedio de 0.25cm a 2.50 cm dado que presenta posibilidades de mejora ante los esfuerzos a compresión sin afectar la arquitectura.

**OE4:** Determinar cómo influye el sistema de reforzamiento con fibras del bagazo de la caña en los daños por efectos sísmicos en muros de adobe ante la distorsión, Barranco, Lima – 2022.

- De los resultados obtenidos es necesario evaluar como línea futura de investigación sobre el diseño de adobe o tierra reforzada agregando un 10% de fibras del bagazo de la caña de azúcar con medidas promedio de 0.25cm a 2.50 cm dado que presenta posibilidades de mejora ante la distorsión sin afectar la arquitectura.

## REFERENCIAS

ABDULLA, Kurdo F.; CUNNINGHAM, Lee S.; GILLIE, Martin. Simulating masonry wall behaviour using a simplified micro-model approach. *Engineering Structures*, 2017, vol. 151, p. 349-365.

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141029616314833>

ABAQUS, V. 6.14, Online Documentation Help, Theory manual: Dassault Systms. 2017.

Disponible en: <https://www.3ds.com/support/documentation/>

ABURTO MELÉNDEZ, Jonathan Salomon; BRAVO RODRÍGUEZ, Edinson Armando. Evaluación y comparación técnica de las propiedades del adobe, típico convencional y el reforzado con cenizas del bagazo de caña de azúcar para la construcción de viviendas en el CC. PP. de Tambar-Moro. 2018.

Disponible en: <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3339120>

ARAYA-LETELIER, G., et al. Experimental evaluation of adobe mixtures reinforced with jute fibers. *Construction and Building Materials*, 2021, vol. 276, p. 122127.

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061820341301>

ARIAS-GÓMEZ, Jesús; VILLASÍS-KEEVER, Miguel Ángel; NOVALES, María Guadalupe Miranda. El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista Alergia México*, 2016, vol. 63, no 2, p. 201-206.

Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755023011.pdf>

ASAD, Mohammad, et al. Characterisation of polymer cement mortar composites containing carbon fibre or auxetic fabric overlays and inserts under flexure. *Construction and Building materials*, 2019, vol. 224, p. 863-879

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061819317933>

ASAD, Mohammad, et al. Failure analysis of masonry walls subjected to low velocity impacts. *Engineering Failure Analysis*, 2020, vol. 116, p. 104706.

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1350630719314645>

BRAVO RODRÍGUEZ, Edinson Armando; ABURTO MELÉNDEZ, Jonathan Salomon. Evaluación y comparación técnica de las propiedades del adobe, típico convencional y el reforzado con cenizas del bagazo de caña de azúcar para la construcción de viviendas en el CC. PP. de Tambar-Moro. 2018.

Disponible en: <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3236>

BERTELSEN, I. M. G., et al. Influence of synthetic waste fibres on drying shrinkage cracking and mechanical properties of adobe materials. *Construction and Building Materials*, 2021, vol. 286, p. 122738.

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061821004980>

CHICA, A.; FUERTES, A. Approach to the structural analysis and seismic protection of heritage buildings based on the characterization of their distinctive technical features. *Revista Ingeniería de Construcción*, 2018, vol. 33, no 3, p. 315-326.

Disponible en: <https://www.ricuc.cl/index.php/ric/article/view/694>

CARNERO AREVALO, Liz Tania. Análisis lineal comparativo entre sistemas de muros de ductilidad limitada y albañilería confinada, Lima-2019. 2019.

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/46124>

ESCOBAR-PÉREZ, Jazmine; CUERVO-MARTÍNEZ, Ángela. Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. *Avances en medición*, 2008, vol. 6, no 1, p. 27-36.

Disponible en:

[https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w25645w/Juicio\\_de\\_expertos\\_u4.pdf](https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w25645w/Juicio_de_expertos_u4.pdf)

FAJFAR, Peter; GAŠPERŠIČ, Peter; DROBNIČ, Dušica. A simplified nonlinear method for seismic damage analysis of structures. En *Seismic design methodologies for the next generation of codes*. Routledge, 2019. p. 183-194.

Disponible en:

<https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9780203740019-17/simplified-nonlinear-method-seismic-damage-analysis-structures-peter-fajfar-peter-ga%C5%A1per%C5%A1i%C4%8D-du%C5%A1ica-drobni%C4%8D>

GONZALES ESQUEN, Graciela Elizabeth. Elaboración del mortero seco usando ceniza de bagazo de caña para determinar la resistencia a compresión en muros de albañilería. 2020. Disponible en:

<https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/8157>

HOLGADO, P. E., et al. Damage mitigation and retrofit of non-structural components on buildings subjected to blast loading. *Tecnia*, 2019, vol. 29, no 2, p. 125-135.

Disponible en:

[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2309-04132019000200013](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2309-04132019000200013)

HUANG, M.; SIMONEN, K. Comparative environmental analysis of seismic damage in buildings. *Journal of Structural Engineering*, 2020, vol. 146, no 2, p. 05019002.

Disponible en:

<https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29ST.1943-541X.0002481>

JELVEHPOUR, Ali; ZAHRA, Tatheer; DHANASEKAR, Manicka. A non-local transient-gradient enhanced damage modelling method incorporating variable Poisson's ratio for brittle bi-material composites. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 2020, vol. 23, no 2, p. 432-444.

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2215098618316835>

KAMIYAMA TELLO, Sandra Harumy; ZAVALETA PONCE, Ricardo Ronald. Análisis comparativo de adobe reforzado con bagazo de caña de azúcar, según el tipo de suelo, en Pascona-La Libertad. 2021.

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/85052>

KHORASANI, Fatemeh Faghih; KABIR, Mohammad Zaman. Experimental study on the effectiveness of short fiber reinforced clay mortars and plasters on the mechanical behavior of adobe masonry walls. *Case Studies in Construction Materials*, 2022, vol. 16, p. e00918.

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221450952200050X>

LIU, Haoran, et al. Buildability prediction of 3D-printed concrete at early-ages: A numerical study with Drucker-Prager model. *Additive Manufacturing*, 2022, vol. 55, p. 102821.

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214860422002214>

LIU, K.; CHEN, S. L.; GU, X. Q. Analytical and Numerical Analyses of Tunnel Excavation Problem Using an Extended Drucker–Prager Model. *Rock Mechanics and Rock Engineering*, 2020, vol. 53, p. 1777-1790.

Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00603-019-01992-5>

LI, Zele; NOORI, Mohammad; ALTABEY, Wael A. Experimental and numerical assessment on seismic performance of Earth adobe walls. *Structural Durability & Health Monitoring*, 2021, vol. 15, no 2, p. 103.

Disponible en:

<https://www.proquest.com/openview/b90b82c5ab2ce4d714280da0de8ac902/1?pq-origsite=gscholar&cbl=4577404>

LOZANO CHÁVEZ, Gonzalo André. Detección y localización de daño estructural en construcciones históricas de tierra. 2019.

Disponible en: <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/15016>

MONTALVO, Lorenzo Franco Escamiroso, et al. Mejoramiento estructural de la vivienda tradicional de adobe de Chiapa de Corzo, Chiapas/Structural improvement of the traditional housing of adobe from Chiapa de Corzo, Chiapas. *RICSH Revista Iberoamericana de las Ciencias Sociales y Humanísticas*, 2019, vol. 8, no 15, p. 104-135.

Disponible en: <https://www.ricsh.org.mx/index.php/RICSH/article/view/163>

MOLINA GOMEZ, Gerardo; CONDOR REYES, Eddy Boncrist. Reforzamiento estructural de muros de adobe y la aplicación de la geomalla biaxial en la edificación cultural Hotel Comercio "El Cordano"-patrimonio cultural Lima-Perú.

Disponible en: <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2848199>

NEILL, D.; CORTEZ, L. *Procesos y Fundamentos de la Investigación Científica*. ISBN: 978-9942-24-093-4. Editorial UTMACH. 2018.

Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/12498>

NORMA TECNICA PERUANA E0.30. Diseño sismorresistente, Lima-Perú, 2016.

Disponible en:

[http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios\\_Normalizacion/Normalizacion/normas/DS-003-2016-VIVIENDA.pdf](http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/DS-003-2016-VIVIENDA.pdf)

NORMA TECNICA PERUANA E0.30. Diseño sismorresistente, Lima-Perú, 2018.

Disponible en:

<https://waltervillavicencio.com/wp-content/uploads/2019/01/E.030-2018.pdf>

NORMA TECNICA PERUANA E0.80. Diseño y construcción con tierra reforzada, Lima-Perú, 2017.

Disponible en:

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2366662/57%20E.080%20DISE%C3%91O%20Y%20CONSTRUCCI%C3%93N%20CON%20TIERRA%20REFORZADA%20-%20RM%20N%C2%B0%20121-2017-VIVIENDA.pdf>

ORÉ ESPINOZA, Alvaro Gustavo; SUÁREZ CABELLOS, Percy Enrique. Calibración de un modelo numérico en elementos finitos de la iglesia de la Compañía de Jesús de la ciudad de Cusco.

Disponible en: <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/21616>

OUEDRAOGO, Moussa, et al. Microstructural, Physical and Mechanical Characteristics of Adobes Reinforced with Sugarcane Bagasse. Buildings, 2023, vol. 13, no 1, p. 117.

Disponible en: <https://www.mdpi.com/2075-5309/13/1/117>

OTHMAN, Hesham; MARZOUK, H. Strain rate sensitivity of fiber-reinforced cementitious composites. ACI Mater. J, 2016, vol. 113, no 2, p. 143-150.

Disponible en:

[https://www.researchgate.net/profile/Hesham-Marzouk/publication/292176664\\_Strain\\_Rate\\_Sensitivity\\_of\\_Fiber-Reinforced\\_Cementitious\\_Composites/links/57a0a7f008aeef35741b388e/Strain-Rate-Sensitivity-of-Fiber-Reinforced-Cementitious-Composites.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Hesham-Marzouk/publication/292176664_Strain_Rate_Sensitivity_of_Fiber-Reinforced_Cementitious_Composites/links/57a0a7f008aeef35741b388e/Strain-Rate-Sensitivity-of-Fiber-Reinforced-Cementitious-Composites.pdf)

PERÚ, INEI. Censo Nacional, XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. 2017.

Disponible en: <https://censo2017.inei.gob.pe/>

QUISPE GUERRERO, Oscar. Características mecánicas de tapial elaborados con fibras de caña de azúcar, distrito de Bagua Grande, región Amazonas en el 2018. 2019.

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/49372>

RNE, Reglamento Nacional de Edificaciones. Perú. 2019, 125pp.

Disponible en:

<https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>

ROMERO LECETA, José Ignacio. Análisis sísmico utilizando bloques rígidos de modelos de vivienda de adobe de 2 pisos. 2019.



Disponible en: <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/14624>  
SALAZAR AMBICHO, Dennis Willy. Evaluación de daños y propuesta de reforzamiento estructural de un módulo de la Casa Hacienda Quicacan, Conchamarca, Ambo, Huánuco-2021. 2022.

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/90045>  
SALAZAR PAUTRAT, Samael. Evaluación de las Propiedades Físicas y Mecánicas del Adobe Mejorado para la Construcción de Viviendas-Churcampa-Huancavelica. 2018.

Disponible en: <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/784>  
SALIH, Mahgoub M.; OSOFERO, Adelaja I.; IMBABI, Mohammed S. Constitutive models for fibre reinforced soil bricks. Construction and building materials, 2020, vol. 240, p. 117806.

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061819332593>

SANCHEZ MESTANZA, Lady; TORRES PAJUELO, Zerpa Menem. Diseño sismorresistente en una edificación aporricada aplicando fibras de bagazo de caña de azúcar en Jicamarca Anexo 8, Huarochirí, 2019. 2019.

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/82957>  
STEPANOVA, L. V. Computational simulation of the damage accumulation processes in cracked solids by the user procedure UMAT of Simulia Abaqus. PNRPU Mechanics Bulletin, 2018, no 3, p. 71-86.

Disponible en: <https://ered.pstu.ru/index.php/mechanics/article/view/469>

SU, Tung-Ching. Assessment of cracking widths in a concrete wall based on the radiance of cracking. Sensors, 2020, vol. 20, no 17, p. 4980.

Disponible en: <https://www.mdpi.com/1424-8220/20/17/4980>

TELLO, Jose, et al. Compressed Earth Blocks for Rural Housing in Seismic Zones Using Bagasse Fibers from Sugarcane. En Key Engineering Materials. Trans Tech Publications Ltd, 2022. p. 177-182.

Disponible en: <https://www.scientific.net/KEM.922.177>

VALENTE, Marco; MILANI, Gabriele. Damage assessment and partial failure mechanisms activation of historical masonry churches under seismic actions: three case studies in Mantua. Engineering Failure Analysis, 2018, vol. 92, p. 495-519.

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1350630718304126>

VALENCIA MAR, Mariela Alejandra. Análisis estructural por elementos finitos de una vivienda familiar con deficiencias de diseño para reforzamiento con técnicas de variación volumétrica. 2021.

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/66589>

VALLE CASTRO, Angely Paola. Evaluación experimental del comportamiento de muros de adobe reforzados con cuerdas sometidos a carga lateral cíclica. 2019.

Disponible en: <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/14632>

VARGAS RÍOS, Jhordy Andrés. Determinación de la capacidad estructural de edificaciones del Centro Histórico de Quito mediante el método de elementos finitos (FEM) Macromodels. 2019. Tesis de Licenciatura. PUCE-Quito.

Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/17663>

## ANEXOS



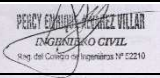

### Anexo 1. Matriz de consistencia.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	
Problema General:	Objetivo General:	Hipótesis General:	INDEPENDIENTE	SISTEMA DE REFORZAMIENTO EN MUROS DE ADOBE	D1: Resistencia	Fibras de caña de azúcar	
¿Cómo influye el sistema de reforzamiento en los daños por efectos sísmicos en muros de adobe, Barranco, Lima - 2022?	Determinar cómo la adición de fibras del bagazo de la caña de azúcar afecta las propiedades físicas y mecánicas del adobe o mezcla de tierra reforzada, Barranco, Lima - 2022	El sistema de reforzamiento influye positivamente en los daños por efectos sísmicos en muros de adobe, Barranco, Lima - 2022				D2: Reparación de fisuras	Mortero con tierra reforzada
Problemas Específicos:	Objetivos Específicos:	Hipótesis Específicos:					
¿Cómo influye el sistema de reforzamiento con fibras de la caña de azúcar en el daño estructural por efectos sísmicos en muros de adobe, Barranco, Lima - 2022?	Determinar cómo influye el reforzamiento con fibras del bagazo de la caña de azúcar en muros de adobe ante el daño estructural por efectos sísmicos, barranco, lima – 2022	El sistema de reforzamiento con fibras de la caña de azúcar influye positivamente en el daño estructural por efectos sísmicos en muros de adobe, Barranco, Lima - 2022	DEPENDIENTE	DAÑADOS POR EFECTOS SISMICOS	D1: Daños locales	Daño estructural (MPA)	
¿Cómo influye el sistema de reforzamiento en el cracking en muros de adobe, Barranco, Lima - 2022?	Calcular como influye el sistema de reforzamiento en el cracking en muros de adobe, Barranco, Lima - 2022	El sistema de reforzamiento influye positivamente en el cracking de los muros de adobe, Barranco, Lima – 2022.				% Cracking (porcentaje de agrietamiento)	
¿Cómo influye el sistema de reforzamiento en el comportamiento de los muros de abobe dañados por efectos sísmicos en la compresión, Barranco, Lima - 2022?	Determinar cómo influye el sistema de reforzamiento en el comportamiento de los muros de abobe dañados por efectos sísmicos en la compresión, Barranco, Lima - 2022	El sistema de reforzamiento influye positivamente en el comportamiento de los muros de abobe dañados por efectos sísmicos en la compresión, Barranco, Lima - 2022				Resistencia a compresión (kg/cm2)	
¿Cómo influye el sistema de reforzamiento con caña en los dañados por efectos sísmicos en muros de adobe ante la distorsión, Barranco, Lima - 2022?	Determinar cómo influye el sistema de reforzamiento con fibras del bagazo de la caña en los daños por efectos sísmicos en muros de adobe ante la distorsión, Barranco, Lima - 2022	El sistema de reforzamiento con caña influye positivamente en los daños por efectos sísmicos en muros de adobe ante la distorsión, Barranco, Lima - 2022				D2: Globales	Distorsión (%)





Anexo 2. Matriz de operacionalización de la variable.

VARIABLE DE LA INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGÍA
SISTEMA DE REFORZAMIENTO EN MUROS DE ADOBE	"La mejor fibra a usarse para reforzar es la de bagazo de caña porque al 1.00% en peso, ya que, si bien es cierto que disminuye la resistencia a compresión, lo hace en menor medida con una disminución del 11% comparada con el resto, pero se logra un aumento de la resistencia a flexión con la misma del 97%" (Martínez, 2019).	Reforzar las partes más afectadas y críticas de los muros de adobe que son de tierra reforzada, dando utilidad a las fibras de caña de azúcar o mortero, mejorando sus propiedades físicas y mecánicas del muro de adobe. Reside curar las fisuras con tierra reforzada y fibras de caña de azúcar o mortero, rellenándolas y aumentando su resistencia para futuros daños sísmicos.	Resistencia	Fibras de caña de azúcar	Razón	<p>Tipo de Investigación: Aplicada.</p> <p>Nivel de Investigación: Explicativo.</p> <p>Diseño de Investigación: Cuasiexperimental: Por qué se manipularán las variables.</p> <p>Enfoque: Cuantitativo.</p> <p>Población: Muros reforzados con fibras de caña de azúcar y mortero con tierra reforzada</p> <p>Muestra Vivienda multifamiliar de adobe de patrimonio histórico con nombre Sáenz Peña 02, ubicado en Barranco.</p> <p>Muestreo:</p>
			Reparación de fisuras	Mortero con tierra reforzada		
DAÑADOS POR EFECTOS SISMICOS	"El daño sísmico es el grado de degradación o destrucción causado por el fenómeno sismo y es evaluado o interpretado a través de efectos como distorsión de la estructura haciendo que la estructura sufra debilitaciones en la base dándole más compresión. Se puede encontrar información cualitativa de los patrones de daño estructural recurrentes expresadas como un porcentaje de cracking". (Corsanego, 1995).	Se evalúa mediante análisis estático lineal y no lineal, así también como análisis dinámico lineal y no lineal.	Daños Locales	Daño estructural (MPA)	Razón	<p>De tipo, No – Aleatorio, dirigido, por conveniencia de la investigación.</p> <p>Técnica: Observación directa.</p> <p>Instrumento de recolección de datos: Ficha técnica: Daño estructural</p> <p>- Fichas técnica: Cracking.</p> <p>- Fichas técnica: Compresión.</p> <p>- Fichas técnica: Distorsión.</p>
				Cracking (porcentaje de agrietamiento)		
			Daños Globales	Compresión		
				Distorsión		




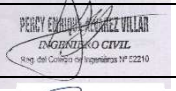


Anexo 3. Ficha técnica 1 de daño estructural

FICHA TÉCNICA N°1				
Proyecto de Investigación	Sistema de reforzamiento en muros de adobe dañados por efectos sísmicos, Barranco, Lima - 2022.			
Autor	García Sánchez Jairo Cesar			
<b>Micro modelos</b>	<b>Resultados</b>			
<b>Modelos</b>	<b>Deformación compresiva (mm/mm)</b>	<b>%</b>	<b>Variación</b>	
Modelo patrón de adobe tradicional	0.02916 mm/mm	100%	---	
Modelo reforzado con bagazo de la caña de azúcar	0.02487 mm/mm	85%	-15%	
Modelo reforzado con mortero	0.02654 mm/mm	91%	-9%	
	NOMBRES Y APELLIDOS	CIP	FIRMA	
Experto 01	Cesar Augusto Mamani Romero	109692	 Cesar Augusto Mamani Romero CIP: 109692 INGENIERO CIVIL	
Experto 02	Percy Enrique Álvarez Villar	52210	 PERCY ENRIQUE ALVAREZ VILLAR INGENIERO CIVIL Reg. del Colegio de Ingenieros N° 52210	
Experto 03	Lenin Miguel Bendezú Romero	75361	 LENIN MIGUEL BENDEZÚ ROMERO INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 75361	





Anexo 4. Ficha técnica 2 del porcentaje de agrietamiento.

FICHA TÉCNICA N°2		 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
Proyecto de Investigación	Sistema de reforzamiento en muros de adobe dañados por efectos sísmicos, Barranco, Lima - 2022.		
Autor	García Sánchez Jairo Cesar		
<b>Micro modelos</b>	<b>Resultados</b>		
<b>Modelos</b>	<b>(%) cracking</b>	<b>%</b>	<b>Variación</b>
Modelo patrón de adobe tradicional	0.02021 = 2.021%	100%	---
Modelo reforzado con bagazo de la caña de azúcar	0.00946 = 0.946%	47%	-53%
Modelo reforzado con mortero	0.01487 = 1.487%	74%	-26%
	<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>	<b>CIP</b>	<b>FIRMA</b>
Experto 01	Cesar Augusto Mamani Romero	109692	 Cesar Augusto Mamani Romero CIP. 109692 INGENIERO CIVIL
Experto 02	Percy Enrique Álvarez Villar	52210	 PERCY ENRIQUE ALVAREZ VILLAR INGENIERO CIVIL Reg. del Colegio de Ingenieros N° 52210
Experto 03	Lenin Miguel Bendezú Romero	75361	 LENIN MIGUEL BENDEZÚ ROMERO INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 75361

Anexo 5. Ficha técnica 3 de resistencia a compresión.

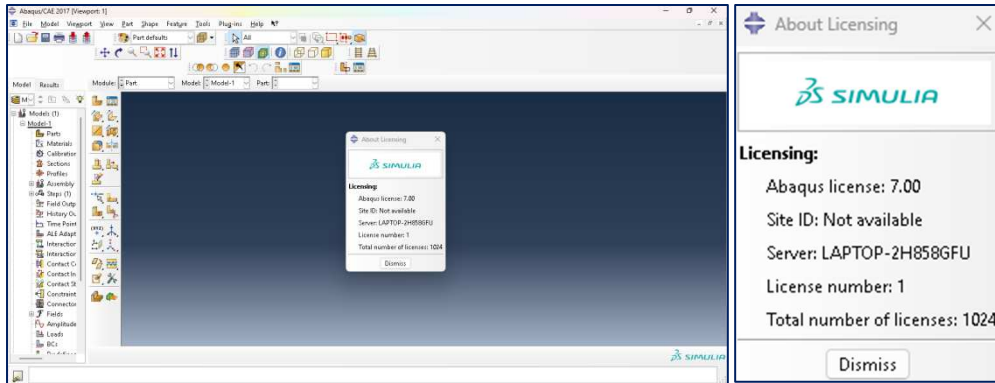
FICHA TÉCNICA N°3				
Proyecto de Investigación	Sistema de reforzamiento en muros de adobe dañados por efectos sísmicos, Barranco, Lima - 2022.			
Autor	García Sánchez Jairo Cesar			
<b>Ensayo</b>	<b>Resultados</b>			
<b>Modelos</b>	<b>Resistencia a compresión kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>%</b>	<b>Variación</b>	
Modelo patrón de adobe tradicional	2.97 kg/cm <sup>2</sup>	100%	---	
Modelo reforzado con bagazo de la caña de azúcar	3.353 kg/cm <sup>2</sup>	113%	13%	
Modelo reforzado con mortero	3.101 kg/cm <sup>2</sup>	104%	4%	
	<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>	<b>CIP</b>	<b>FIRMA</b>	
Experto 01	Cesar Augusto Mamani Romero	109692		
Experto 02	Percy Enrique Álvarez Villar	52210	 	
Experto 03	Lenin Miguel Bendezú Romero	75361	 	

Anexo 6. Ficha técnica 4 de distorsión.

FICHA TÉCNICA N°4			
Proyecto de Investigación	Sistema de reforzamiento en muros de adobe dañados por efectos sísmicos, Barranco, Lima - 2022.		
Autor	García Sánchez Jairo Cesar		
<b>Micro modelos</b>	<b>Resultados</b>		
<b>Modelos</b>	<b>Distorsión %</b>	<b>%</b>	<b>Variación</b>
Modelo patrón de adobe tradicional	0.00295 = 0.295%	100%	---
Modelo reforzado con bagazo de la caña de azúcar	0.00203 = 0.203%	69%	-31%
Modelo reforzado con mortero	0.00267 = 0.267%	91%	-9%
	<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>	<b>CIP</b>	<b>FIRMA</b>
Experto 01	Cesar Augusto Mamani Romero	109692	 <small>Cesar Augusto Mamani Romero CIP 109692</small>
Experto 02	Percy Enrique Álvarez Villar	52210	 <small>PERCY ENRIQUE ALVÁREZ VILLAR INGENIERO CIVIL Colegio del Cuzco - Colección 1992</small>
Experto 03	Lenin Miguel Bendezú Romero	75361	 <small>LENIN MIGUEL BENDEZÚ ROMERO INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 75361</small>



Anexo 7. Licencia Estudiantil del Software Abaqus/CAE.



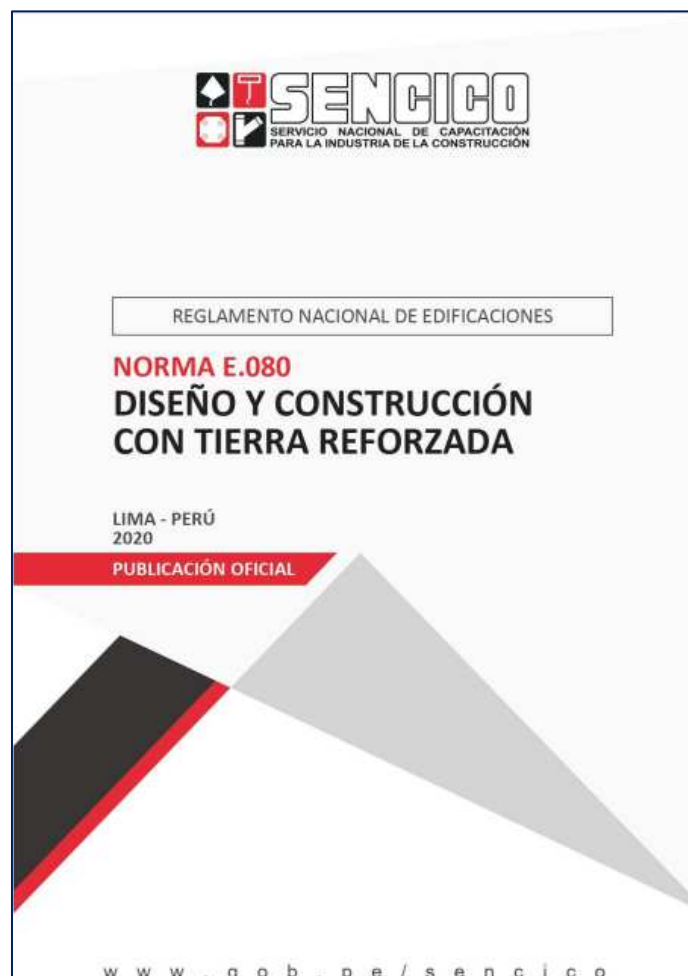
Anexo 8. Licencia Estudiantil del Software SeismoSignal.



Anexo 9. Licencia Estudiantil del Software SeismoMatch.



Anexo 10. RNE Norma E.080 Diseño y construcción con tierra reforzada.



Anexo 11. RNE Norma E.030 Diseño sismorresistente.





## NORMA TÉCNICA

### E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE



Anexo 12. Ensayo de laboratorio.

 <p><b>UNIVERSERVICE S.A.C.</b></p>	 <p>..... KATHIA GARCIA VARGAS INGENIERA CIVIL CIP: 238590</p>	II
RUC: 20608144430	Cal. Sin Nombre Mz. F Lote 02 P.V. Primavera - San Martin de Porres	
<p><b>REFORZAMIENTO DE MUROS DE ADOBE CON BAZAGO DE CAÑA DE AZÚCAR Y MORTERO</b></p>		
<p><b>ENSAYO DE LABORATORIO</b></p>		
<p>Ensayos con fines académicos.</p>		
<p>Solicitante - García Sánchez Jairo Cesar</p>		
<p>Revisor – Ing. García Vargas K.</p>		
<p>Lima, 2023.</p>		