



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Análisis del comportamiento sísmico de una edificación de adobe estabilizado con polvo residual de cerámica, Huaral-2023

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

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Cabrera Lopez, Diego Moises ([orcid.org/0000-0003-3010-2545](https://orcid.org/0000-0003-3010-2545))

Roque Vitate, Juan Beckham ([orcid.org/0000-0002-5034-1626](https://orcid.org/0000-0002-5034-1626))

**ASESORA:**

Dra. Arriola Moscoso, Cecilia ([orcid.org/0000-0003-2497-294X](https://orcid.org/0000-0003-2497-294X))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**LIMA – PERÚ**

**2023**

### **Dedicatoria**

Este trabajo y dedicación están dirigidos a las personas que han tenido un impacto significativo en mi vida. A mis padres y hermanos, quienes me han inculcado desde temprana edad valores sólidos y buenos hábitos de vida, les dedico este logro en agradecimiento por su constante apoyo. También, quiero expresar mi reconocimiento a mis profesores y asesor, quienes han contribuido en mi formación durante los 5 años de carrera.

#### **Cabrera López Diego Moisés**

Con gratitud hacia el conocimiento que ilumina nuestros senderos y con el compromiso de continuar explorando nuevos horizontes, dedico esta tesis a todos aquellos que creen en la sinfonía del saber y en la eterna danza del aprendizaje. Que este trabajo sea un faro de inspiración para futuras travesías intelectuales. A mi familia, por su apoyo incondicional, y a mis mentores, por su invaluable guía en este viaje hacia el entendimiento.

#### **Roque Vitate Juan Beckham**

### **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por darme la oportunidad de salir adelante y permitirme alcanzar este objetivo en la vida. A mis padres y tíos por inculcarme valores y aptitudes que impulsan a sacar lo mejor de mi desde la niñez. A mis docentes y a mi asesora por compartir su tiempo, conocimiento y brindarme apoyo a lo largo de esta investigación

#### **Cabrera López Diego Moisés**

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi familia, mentores y colaboradores cuya invaluable contribución y apoyo han sido pilares fundamentales en el desarrollo de esta investigación. Su guía y sabiduría han iluminado este camino hacia el conocimiento. Este logro es también suyo. Gracias por ser parte esencial de este viaje.

#### **Roque Vitate Juan Beckham**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

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

Yo, ARRIOLA MOSCOSO CECILIA, 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: "Análisis del comportamiento sísmico de una edificación de adobe estabilizado con polvo residual de cerámica, Huaral-2023", cuyos autores son ROQUE VITATE JUAN BECKHAM, CABRERA LOPEZ DIEGO MOISES, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, 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, 30 de Noviembre del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
ARRIOLA MOSCOSO CECILIA <b>DNI:</b> 43851809 <b>ORCID:</b> 0000-0003-2497-294X	Firmado electrónicamente por: CARRIOLAM el 30- 11-2023 21:33:25

Código documento Trilce: TRI - 0675156



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Nosotros, ROQUE VITATE JUAN BECKHAM, CABRERA LOPEZ DIEGO MOISES estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Aplicación de polvo residual de cerámica para el análisis del comportamiento sísmico de una edificación de adobe, Huaral-2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

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

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

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
DIEGO MOISES CABRERA LOPEZ <b>DNI:</b> 71361330 <b>ORCID:</b> 0000-0003-3010-2545	Firmado electrónicamente por: DCABRERALO el 30-11-2023 21:33:24
JUAN BECKHAM ROQUE VITATE <b>DNI:</b> 75012725 <b>ORCID:</b> / 0000-0002-5034-1626	Firmado electrónicamente por: JROQUEVI el 30-11-2023 21:33:45

Código documento Trilce: TRI - 0675157



## Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Declaratoria de autenticidad del asesor .....	iv
Declaratoria de originalidad los autores .....	v
Índice de tablas.....	vii
Índice de figuras.....	ix
Resumen .....	xii
Abstract.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA .....	16
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	16
3.2. Variables y operacionalización.....	17
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis .....	18
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	20
3.5. Procedimientos .....	22
3.6. Método de análisis de datos.....	24
3.7. Aspectos éticos.....	24
IV. RESULTADOS .....	26
V. DISCUSIÓN.....	66
VI. CONCLUSIONES .....	69
VII. RECOMENDACIONES.....	73
REFERENCIAS .....	75
ANEXOS.....	

## Índice de tablas

Tabla 1.	Pesos Específicos de Materiales de Construcción.....	11
Tabla 2.	Muestra para el ensayo de resistencia a la compresión de unidades de adobe	18
Tabla 3.	Muestra para el ensayo de resistencia a carga puntual de adobe	19
Tabla 4.	Muestra para el ensayo de resistencia a la compresión en muretes de adobe.	19
Tabla 5.	Muestra para el ensayo de compresión axial de pilas de adobe. .	19
Tabla 6.	Técnicas e instrumentos de la investigación .....	21
Tabla 7.	Escala del coeficiente Kappa.....	22
Tabla 8.	Peso específico del polvo residual de cerámica.....	35
Tabla 9.	Compresión de unidades de adobe .....	36
Tabla 10.	Resistencia a carga puntual axial de adobe.....	37
Tabla 11.	Compresión de murete de adobe.....	39
Tabla 12.	Compresión axial de pilas de adobe .....	41
Tabla 13.	Cortante basal .....	43
Tabla 14.	Máximas deformaciones .....	45
Tabla 15.	Máximas derivas.....	48
Tabla 16.	Desplazamientos relativos .....	51
Tabla 17.	Rigidez de la estructura .....	53
Tabla 18.	Periodos de vibración .....	55
Tabla 19.	Rango de nivel de significancia para la resistencia a la compresión en unidades	57
Tabla 20.	Resumen del rango de nivel de significancia para la resistencia a la compresión en unidades .....	57
Tabla 21.	Rango de nivel de significancia para la resistencia a carga puntual axial	58
Tabla 22.	Resumen del rango de nivel de significancia para la resistencia a carga puntual axial.....	58

Tabla 23.	Nivel de significancia a la resistencia para la compresión en murete	59
Tabla 24.	Resumen del rango de nivel de significancia de resistencia para la compresión en murete con su nivel de significancia.....	59
Tabla 25.	Rango de nivel significancia para la compresión axial de pilas ....	59
Tabla 26.	Resumen de rango de nivel de significancia para la compresión axial de pila.	59
Tabla 27.	Rango de nivel de significancia para la cortante basal.....	60
Tabla 28.	Resumen de rango de nivel de significancia de la cortante basal	61
Tabla 29.	Rango de nivel de significancia para las máximas deformaciones	61
Tabla 30.	Resumen de rango de nivel de significancia para las máximas deformaciones .....	61
Tabla 31.	Rango de nivel de significancia para las máximas derivas .....	62
Tabla 32.	Resumen de rango de nivel de significancia para las máximas derivas	62
Tabla 33.	Rango de nivel de significancia para los desplazamientos relativos	63
Tabla 34.	Resumen de rango de nivel de significancia para los desplazamientos relativos .....	63
Tabla 35.	Rango de nivel de significancia para la rigidez de la estructura ...	64
Tabla 36.	Resumen de rango de nivel de significancia para la rigidez de la estructura	64
Tabla 37.	Rango de nivel de significancia para los periodos de vibración ...	64
Tabla 38.	Resumen de rango de nivel de significancia para los periodos de vibración	65

## Índice de figuras

Figura 1.	Polvo residual de cerámica.....	10
Figura 2.	Incremento de las fuerzas al agrietarse la vivienda. ....	12
Figura 3.	Grietas en los muros por acciones sísmicas perpendiculares al plano. ....	13
Figura 4.	Deformación del muro por carga sísmica transversal. ....	13
Figura 5.	Otras fallas en los muros de adobe. ....	14
Figura 6.	Adobe estabilizado .....	15
Figura 7.	Mapa político de Perú.....	26
Figura 8.	Mapa político de Lima.....	26
Figura 9.	Mapa político de la provincia de Huaral .....	27
Figura 10.	Ubicación de la obtención de la arcilla .....	28
Figura 11.	Área de obtención de los residuos cerámicos.....	28
Figura 12.	Carpintería de la obtención del aserrín .....	29
Figura 13.	Obtención de la arcilla .....	29
Figura 14.	Culminación de la recolección de la arcilla .....	29
Figura 15.	Recolección de residuos cerámicos.....	30
Figura 16.	Proceso de trituración de los residuos cerámicos .....	30
Figura 17.	Recolección del aserrín .....	31
Figura 18.	Culminación de la recolección del aserrín.....	31
Figura 19.	Proceso de mezclado del adobe patrón.....	31
Figura 20.	Culminación del adobe patrón .....	31
Figura 21.	Proceso de mezclado del adobe.....	32
Figura 22.	Proceso de moldeado del adobe .....	32
Figura 23.	Proceso de trituración.....	33
Figura 24.	Obtención del polvo residual de cerámica .....	33
Figura 25.	Proceso de trituración.....	34
Figura 26.	Obtención del polvo residual de cerámica .....	34

Figura 27.	Preparación del polvo residual de cerámica para el ensayo de peso específico .....	34
Figura 28.	Ensayo de peso específico del polvo residual de cerámica .....	34
Figura 29.	Preparación para el ensayo de resistencia a la compresión en unidades de adobe.....	35
Figura 30.	Culminación del ensayo de resistencia a la compresión en unidades de adobe.....	35
Figura 31.	Compresión de unidades de adobe .....	36
Figura 32.	Preparación para el ensayo de resistencia a carga puntual axial de adobe	37
Figura 33.	Culminación del ensayo de resistencia a carga puntual axial de adobe	37
Figura 34.	Resistencia a carga puntual axial de adobe.....	38
Figura 35.	Preparación para el ensayo de resistencia a la compresión en muretes de adobe .....	39
Figura 36.	Culminación del ensayo de resistencia a la compresión en muretes de adobe .....	39
Figura 37.	Compresión de murete de adobe.....	40
Figura 38.	Preparación para el ensayo de resistencia a la compresión axial en pilas de adobe.....	41
Figura 39.	Culminación del ensayo de resistencia a la compresión axial en pilas de adobe	41
Figura 40.	Compresión axial de pilas de adobe .....	42
Figura 41.	Cortante Basal generado por el Sismo Dinámico X-X.....	43
Figura 42.	Cortante Basal generado por el Sismo Dinámico Y-Y.....	43
Figura 43.	Cortante basal en el Sismo Dinámico X-X .....	44
Figura 44.	Cortante basal en el Sismo Dinámico Y-Y .....	44
Figura 45.	Deformaciones generadas por el Sismo Dinámico X-X.....	45
Figura 46.	Deformaciones generadas por el Sismo Dinámico Y-Y.....	45

Figura 47.	Máximas deformaciones en el Sismo Dinámico X-X.....	46
Figura 48.	Máximas deformaciones en el Sismo Dinámico Y-Y .....	47
Figura 49.	Derivas generadas por el Sismo Dinámico X-X .....	48
Figura 50.	Derivas generadas por el Sismo Dinámico Y-Y .....	48
Figura 51.	Máximas derivas en el Sismo Dinámico X-X.....	49
Figura 52.	Máximas derivas en el Sismo Dinámico Y-Y.....	49
Figura 53.	Deformaciones generadas por el Sismo Dinámico X-X.....	50
Figura 54.	Deformaciones generadas por el Sismo Dinámico Y-Y.....	50
Figura 55.	Desplazamientos relativos en el Sismo Dinámico X-X.....	51
Figura 56.	Desplazamientos relativos en el Sismo Dinámico Y-Y .....	52
Figura 57.	Asignación de diafragma rígido en planta .....	53
Figura 58.	Diafragma rígido en niveles .....	53
Figura 59.	Rigidez de la estructura .....	54
Figura 60.	Asignación de diafragma rígido en planta .....	55
Figura 61.	Diafragma rígido en niveles .....	55
Figura 62.	Periodos de vibración .....	56

## Resumen

El distrito de Huaral, en Lima, enfrenta una alta actividad sísmica, especialmente preocupante debido a las numerosas casas de adobe en las zonas rurales. Este estudio se centra en desarrollar una variante mejorada del ladrillo de adobe, utilizando polvo residual de cerámica en proporciones del 4%, 8%, y 12%. La metodología aplicada adopta un enfoque cuantitativo, con diseño cuasi experimental y nivel de explicación cuantitativo. La población de interés incluye todas las edificaciones de adobe estabilizado con polvo residual de cerámica, dentro de esta población encontramos la muestra que vendría a ser una edificación de adobe estabilizado con polvo residual de cerámica. Los ensayos mecánicos, como resistencia a la compresión, carga puntual axial, resistencia en murete y compresión axial de pilas, revelaron mejoras progresivas en un período de 28 días. El adobe estabilizado al 12% demostró ser la opción más eficaz. Además, la evaluación sísmica utilizando el programa ETABS mostró cambios significativos en la estructura con el adobe estabilizado al 12%. Este hallazgo destaca la variación significativa en el comportamiento sísmico de edificaciones de adobe estabilizado con polvo residual de cerámica.

**Palabras clave:** Adobe, polvo residual, desempeño sísmico, edificación, mejora estructural.

## Abstract

The Huaral district in Lima faces high seismic activity, particularly concerning due to numerous adobe houses in rural areas. This study focuses on developing an improved variant of adobe bricks using residual ceramic powder in proportions of 4%, 8%, and 12%. The applied methodology adopts a quantitative approach, employing a quasi-experimental design and a quantitative explanatory level. The population of interest includes all buildings constructed with adobe stabilized with residual ceramic powder. Within this population, the sample consists of buildings constructed with adobe stabilized with residual ceramic powder. Mechanical tests, such as compressive strength, axial point load, wall strength, and axial compression of piles, revealed progressive improvements over a 28-day period. Adobe stabilized at 12% proved to be the most effective option. Additionally, seismic evaluation using the ETABS program showed significant changes in the structure with 12% stabilized adobe. This finding highlights the significant variation in the seismic behavior of buildings constructed with adobe stabilized with residual ceramic powder.

**Keywords:** Adobe, residual powder, seismic performance, building, structural improvement.

## I. INTRODUCCIÓN

El comportamiento sísmico de las edificaciones de adobe es una preocupación global debido a la alta vulnerabilidad que presentan frente a los terremotos. Las viviendas de adobe son comunes en muchas regiones del mundo, especialmente en zonas sísmicas, y son utilizadas por un gran número de personas. Sin embargo, estas estructuras tienen varias desventajas, como su alta susceptibilidad a daños y colapsos durante eventos sísmicos, como se señala en el estudio de (Fernández et al. 2019). En la construcción de edificaciones de adobe, especialmente en áreas rurales, el comportamiento sísmico es una preocupación global debido a la alta vulnerabilidad que han presentan frente a los terremotos. Además, las difíciles condiciones climáticas y la falta de propiedades adecuadas en los suelos para su aplicación aumentan el desafío de construir estructuras de adobe resistentes y seguras contra los terremotos (Baca et al., 2019).

En el contexto a nivel nacional, se tiene conocimiento de que Perú está localizado en una zona de intensa actividad sísmica llamada el "Cinturón de Fuego del Océano Pacífico", donde se registra más del 90% de la actividad sísmica mundial debido a la interacción de placas tectónicas (Tavera, 2022). Aunque no es posible predecir con precisión cuándo ocurrirán los terremotos, estos han causado numerosas víctimas, daños a la infraestructura y pérdidas materiales, junto con otros fenómenos naturales como huaycos, heladas, friajes, sequías e inundaciones. El adobe, como un material de edificación utilizado históricamente debido a su bajo costo y facilidad de elaboración, ha sido ampliamente empleado en Perú. Sin embargo, este material es vulnerable debido a las características del suelo con el que generalmente se trabaja, como la presencia excesiva de arcilla, limo o sales en los adobes, lo que limita su durabilidad y su capacidad para cumplir con las especificaciones técnicas del Reglamento Nacional de Edificaciones 2015, comprometiendo la resistencia estructural. A pesar de esta situación, datos del INEI (2018) indican que todavía existen 2,148,494 viviendas en Perú construidas con adobe, lo cual representa el 27.9% del total de la población, lo que implica que se utiliza este material en sus fachadas externas. Aunque este enfoque de construcción por lo general no ofrece la seguridad necesaria frente a sucesos sísmicos debido a su falta de

rigidez, paradójicamente sigue siendo el segundo material más utilizado en las edificaciones de hogares en áreas rurales.

La ciudad de Huaral ubicada en una zona altamente sísmica, los edificios construidos con unidades tradicionales como el adobe han evidenciado un comportamiento sísmico deficiente, con colapsos parciales y totales. La falta de regulaciones locales específicas sobre el tipo de unidad de albañilería ha llevado a un uso indiscriminado, sin considerar su influencia en el comportamiento sísmico (Trinidad, 2022). Por lo tanto, se requirió una investigación que analice el comportamiento sísmico de una edificación de adobe estabilizado con polvo residual de cerámica con el objetivo de reducir los daños y pérdidas humanas y materiales asociados a los terremotos, proponiendo recomendaciones prácticas para la construcción de edificios más resilientes en términos sísmicos.

En el marco de este proyecto de investigación, se planteó como problema principal la siguiente interrogante: ¿Cuál es el comportamiento sísmico de una edificación de adobe estabilizado con polvo residual de cerámica, Huaral-2023?, como problemas específicos: (1) ¿En qué medida se modifican las propiedades físicas del adobe al utilizar polvo residual de cerámica como agente estabilizante en diferentes proporciones?; (2) ¿En qué medida varía el desempeño sísmico de una edificación de adobe estabilizado con polvo residual de cerámica?

El estudio aborda el bajo desempeño sísmico de una edificación compuesta por adobe convencional, que se debe a su alto peso, baja resistencia y comportamiento frágil. Como justificación teórica presenta que, durante terremotos fuertes, estas estructuras son incapaces de soportar las grandes fuerzas de inercia que se generan, lo que resulta en su colapso violento. Para ello la justificación práctica, se propuso realizar el diseño de una edificación utilizando muros de adobe, aplicando los diferentes porcentajes de polvo residual de cerámica en los muros, con la finalidad de medir y comparar el comportamiento sísmico de las diferentes edificaciones con sus respectivas cantidades porcentuales de polvo residual de cerámica, apoyándonos de la herramienta computacional ETABS.

La justificación social, se buscó asegurar que el adobe estabilizado con polvo residual de cerámica se considere una opción factible como una unidad de albañilería en nuestra región, en vista de los constantes sismos a los que se enfrenta nuestro país. Con este fin, realizaremos ensayos de laboratorio para

medir el peso, peso específico, resistencia a compresión, conductividad térmica, dureza superficial, permeabilidad y absorción del agua en muestras de adobe estabilizado con diferentes porcentajes de adición de polvo residual de cerámica, tales como 4%, 8% y 12%. De la misma manera, la justificación metodológica se centra en la relevancia de mejorar la seguridad y protección de la sociedad mediante el fortalecimiento de la capacidad sísmica de las edificaciones de adobe. Estos edificios son ampliamente utilizados en diversas regiones del mundo, por lo tanto, mejorar su capacidad sísmica no solo garantiza la protección de las personas que los ocupan, sino que también ofrece rentabilidad económica en términos de la preservación de la infraestructura y reducción de costos a largo plazo.

Conforme a lo precisado, el objetivo principal del proyecto de investigación consistió en: Analizar el comportamiento sísmico de una edificación de adobe estabilizado con polvo residual de cerámica, Huaral-2023, el proyecto de investigación se plantea los siguientes objetivos específicos: (1) Determinar las propiedades mecánicas del adobe estabilizado con el polvo residual de cerámica, Huaral-2023; (2) Evaluar el desempeño sísmico de la edificación de adobe estabilizado con el polvo residual de cerámica, Huaral-2023.

En el marco de las hipótesis formuladas, se estableció la siguiente hipótesis general: El comportamiento sísmico de una edificación de adobe estabilizado con polvo residual de cerámica varía significativamente, Huaral-2023, se establecieron las siguientes hipótesis específicas: (1) El uso del polvo residual de cerámica como agente estabilizante modifica significativamente las propiedades físicas del adobe en diferentes proporciones; (2) El desempeño sísmico de una edificación de adobe estabilizado con polvo residual de cerámica varía significativamente.

## II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes nacionales en esta investigación, Chávez (2019) El propósito fundamental de este estudio experimental fue examinar las características físicas y mecánicas del adobe compactado, producido mediante la máquina CINVA RAM, en el marco del Proyecto 22 de la OEA en el CINVA-Centro Interamericano de Vivienda y Planeamiento. En el proceso, el material fue extraído de la cantera "La Arenita" en Cajamarca, para analizar la tierra y emplearla en la fabricación de los elementos. Inicialmente, se llevó a cabo un análisis granulométrico por sifonaje para verificar el cumplimiento de la gradación requerida por la Norma E.080 (Diseño y Construcción con Tierra Reforzada). Posteriormente, se realizaron ensayos de Proctor Modificado en la muestra patrón y en muestras con la adición de fibras de coco (0.25%, 0.50% y 0.75%). Luego, se produjeron las unidades de adobe compactado y se sometieron a ensayos de compresión, flexión y absorción. Los resultados obtenidos fueron satisfactorios, ya que la incorporación de fibras de coco mejoró las propiedades físicas y mecánicas del adobe.

Trinidad (2022) llevó a cabo una investigación cuyo objetivo fue comparar el diseño sísmico de viviendas construidas con adobe tradicional y adobe estabilizado con cemento en el distrito de Aucallama. Para ello, se empleó una metodología descriptivo-comparativa, con un enfoque cuantitativo y un diseño cuasiexperimental. La población de estudio abarcó un área de 70,800 hectáreas en el distrito de Aucallama, de la cual se seleccionó una muestra deliberada de 300 metros cuadrados para el análisis. Para llevar a cabo la investigación, se utilizaron diversas herramientas, como un formulario de observación, un formato para investigaciones de laboratorio y el software ETABS. Los resultados obtenidos mediante el uso del software ETABS revelaron que las viviendas construidas con adobe estabilizado al 14% presentaron aproximadamente un 38% más de resiliencia estructural frente a los terremotos en comparación con las casas tradicionales construidas con adobe. Estos hallazgos indican una notable diferencia en la resistencia sísmica entre los dos tipos de construcción de adobe.

Salvador (2019) se propuso como objetivo analizar las propiedades de resistencia de bloques de construcción, comparando bloques de adobe

estabilizado con diferentes materiales, como cemento y asfalto, con los bloques de adobe convencionales. En su investigación, empleó muestras tanto de bloques tradicionales como de aquellos estabilizados con cemento Portland. Los resultados mostraron que los bloques de adobe estabilizado con asfalto, en concentraciones del 6% y 9%, exhibieron resistencias a la compresión de 14.38 y 16.04 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Adicionalmente, presentaron niveles de absorción de agua del 13.13% y 10.25%, y tasas de succión de agua de 5.39 y 3.39 (gr./min/200cm<sup>2</sup>), respectivamente. Las conclusiones del estudio resaltaron que los bloques fortalecidos con cemento y asfalto demostraron una mayor fortaleza sísmica en comparación con los ladrillos de adobe convencionales. Asimismo, también se observó que los ladrillos estabilizados con cemento exhibieron un índice de absorción más bajo de agua en comparación con los bloques tradicionales. Seguidamente los antecedentes internacionales, Salcedo et al. (2020) este estudio se centró en las comunidades Nuncha y Pore de Casanar con el objetivo de evaluar y preservar el conocimiento indígena sobre los métodos y características de procesamiento del adobe. La metodología utilizada incluye la observación directa de las estructuras de adobe, la elaboración de fichas técnicas a partir de ensayos de laboratorio para estudiar sus propiedades mecánicas, y el uso de encuestas y entrevistas a expertos en su elaboración. El objetivo es proteger este conocimiento como manifestación de un patrimonio amenazado por el uso de materiales convencionales.

Vrdoljak (2021), se descubrió que, al agregar ceniza volante como sustituto de la arcilla en un porcentaje determinado, se produjo una reducción en la densidad del compuesto. Esta reducción en la densidad del material es un aspecto relevante en la evaluación del desempeño sísmico de estructuras construidas con ladrillos de adobe estabilizado. La disminución en la densidad del adobe estabilizado puede tener efectos positivos en términos de reducción de la masa sísmica de la estructura, lo que implica una menor inercia y una menor respuesta frente a las fuerzas sísmicas. Esto puede contribuir a mejorar la capacidad de la estructura para resistir movimientos sísmicos sin sufrir daños significativos. Por lo tanto, considerar el uso de ceniza volante como aditivo en la estabilización del adobe resulta una táctica prometedora para mejorar el desempeño sísmico de las construcciones de adobe.

Ruvalcaba (2023), el uso de materiales naturales como estabilizadores sin duda contribuyó a mejorar las propiedades del adobe. Al reemplazar la paja con otro tipo de fibras naturales en ciertos casos, se observó un aumento en su resistencia ante diversas fuerzas. No obstante, solo sustituir la fibra no fue suficiente, ya que ese elemento no proporcionaba una protección completa contra los efectos del agua en el adobe. En varios de los estudios de fibras analizados, se observó que la fibra absorbía demasiada agua, debilitando así las piezas de adobe. Por otro lado, como se pudo ver, la inclusión de polímeros naturales en la composición del adobe resultó en una mayor resistencia en comparación con el adobe tradicional. Se destacó especialmente la mejora en la reducción de la absorción y la resistencia del adobe contra los efectos del agua. Basándonos en la investigación realizada en este trabajo sobre estabilizadores naturales, se llegó a la conclusión de que en caso de que se quisiera estabilizar el adobe y que siguiera siendo puramente natural, se recomendaba el uso de polímeros naturales como una opción efectiva para actuar como un agente impermeabilizante para el adobe, y para lograr una mayor resistencia, la paja podía ser sustituida por otros tipos de fibras naturales.

Los artículos de investigación, según Ayaz et al. (2018) en este estudio se evaluó el efecto del polvo de ladrillo sobre el concreto reemplazando el cemento con diferentes proporciones de polvo de ladrillo. Se elaboraron cinco mezclas de concreto con diferentes porcentajes de reemplazo de cemento por polvo de ladrillo. Los resultados indican que la resistencia a la compresión aumenta en función del contenido de polvo de ladrillo, y el valor máximo de resistencia se observó cuando se reemplazó el 15% del cemento con polvo de ladrillo. Además, las pruebas de resistencia a la tracción mostraron un patrón similar de aumento de la resistencia, con un aumento de hasta un 15 % en el reemplazo del cemento por polvo de ladrillo seguido de una tendencia decreciente. También observamos que el valor de asentamiento aumentó con el contenido de polvo de ladrillo en las muestras de concreto. En resumen, este resultado sugiere que el polvo de ladrillo se puede utilizar como sustituto parcial del cemento del hormigón para mejorar su resistencia mecánica.

Jun-Feng et al. (2020), describieron el comportamiento sísmico de las viviendas construidas con adobe, un material común en pueblos y aldeas. Destacaron que estas viviendas sufren daños severos durante los terremotos, y

el objetivo del estudio fue mejorar su resistencia sísmica. Para lograr esto, realizaron pruebas en muros de adobe, analizando propiedades del material, como la distribución del tamaño de partícula, límite líquido-plástico, contenido de humedad y densidad del suelo. Además, se realizaron pruebas de carga en muros de adobe sin refuerzo y con refuerzo de acero de pared delgada conformado en frío. Se compararon aspectos como el modo de falla, rendimiento histórico, rigidez, ductilidad y capacidad de disipación de energía. Los resultados indican que el refuerzo con acero de pared delgada mejoró significativamente el comportamiento sísmico de los muros de adobe, aumentando la carga de fisuración, la carga última, el coeficiente de ductilidad y el consumo de energía.

Chacón et al. (2021), nos comenta que, se está renovando el antiguo edificio colonial de la Escuela Simón Bolívar en Quito, hecha en su gran parte de adobe, para convertirlo en la nueva sede de las Naciones Unidas. Para planificar la rehabilitación se utilizó un modelo matemático en el programa SAP 2000, utilizando elementos planos 'SHELL' de 4 nodos para los muros y elementos lineales 'PÓRTICO' de 2 nodos para vigas. La configuración de la malla en el análisis de elementos finitos es crucial y se presentó un análisis de fracciones de malla para estructuras de muros de carga. Además, se determinaron las propiedades mecánicas de diferentes materiales utilizados en diferentes años de construcción. Es importante diseñar estructuras capaces de soportar cargas sísmicas.

Con respecto a los artículos en otros idiomas, Gkournelos et al. (2022) presenta una descripción actualizada de las técnicas disponibles para el refuerzo sísmico de estructuras de mampostería existentes, un material estructural ampliamente utilizado en muchos edificios históricos en todo el mundo. Dado que los edificios y construcciones de ladrillo suelen ser antiguos y frágiles, a menudo requieren una renovación estructural más extensa que los edificios más nuevos construidos con materiales modernos. El artículo clasifica las técnicas descritas en tres categorías principales en función de cómo afectan a los mecanismos de soporte de un edificio. La primera categoría se enfoca en mejorar el comportamiento sísmico de elementos estructurales individuales. La segunda categoría busca mejorar la integridad estructural general de una estructura en particular. Y la última categoría incluye métodos destinados a mitigar las fuerzas sísmicas internas mediante el uso de dispositivos especiales. El estudio aborda

tanto los métodos de restauración tradicionales como los nuevos, con un enfoque claro en estos últimos. Además, se brinda una breve discusión sobre la integración de las medidas de eficiencia energética de la envolvente de los edificios de ladrillo con las técnicas de restauración sísmica. Esta revisión exhaustiva proporciona una visión completa de las opciones disponibles para el refuerzo sísmico de estructuras de mampostería existentes, lo cual resulta relevante en el contexto de la conservación y protección del patrimonio arquitectónico.

Joyklad et al. (2022), realizaron una investigación exhaustiva del comportamiento tensión-deformación bajo presión de estructuras de mampostería hechas de ladrillos de cemento y arcilla (CCI). La mampostería de ladrillo es ampliamente utilizada en muchas partes del mundo debido a su bajo costo, aislamiento térmico, disponibilidad local y mano de obra calificada. El estudio incluyó el ensayo de dos grupos de 10 muros de mampostería con carga de compresión central, cada grupo con diferente resistencia a la compresión. Cada grupo de 5 muros incluía diferentes tipos de mortero, como mortero de cemento Portland normal (OPC), mortero de cemento no contraíble (NS), y mortero OPC reforzado con barras de acero. Se observó que la adición de mortero de cemento, independientemente de su tipo, mejoró significativamente la carga máxima de compresión. Sin embargo, el tipo de mortero utilizado afectó el aumento en la carga máxima en comparación con los muros de control. Específicamente, los muros rellenos con cemento NS alcanzaron una carga máxima mayor que los rellenos con OPC. Además, se observó que la adición de barras de acero no solo aumentó la carga máxima, sino que también mejoró el comportamiento posterior a la carga máxima. Los modelos analíticos existentes para la tensión de compresión fueron evaluados y se encontró que ninguno de ellos proporcionó una aproximación precisa. Por lo tanto, se propuso un modelo de regresión lineal para predecir con mayor precisión la resistencia ante fuerzas de compresión de las paredes de ladrillo CCI.

Colonia y Díaz (2021), examinaron el impacto de las mallas electrosoldadas en la resistencia sísmica del diseño de casas de adobe de dos pisos en el distrito de Marcará. Los resultados de las pruebas de laboratorio indicaron que los ladrillos de adobe sin mallas electrosoldadas mostraron una resistencia inferior en comparación con aquellos que incorporaron estas mallas.

La modelación en SAP 2000 corroboró que las mallas electrosoldadas presentan una menor fuerza sísmica y desplazamiento, confirmando su mejor desempeño frente a eventos sísmicos. En resumen, la inclusión de mallas electrosoldadas en viviendas de adobe contribuyó a mitigar la vulnerabilidad sísmica, resaltando la eficacia de esta medida en el diseño resistente a sismos de estructuras de este tipo.

La teoría de la variable polvo residual de cerámica, según Kannan et al. (2017) preciso que, el polvo residual de cerámica es un subproducto generado durante el proceso de pulido de baldosas cerámicas. Este polvo es rico en sílice y alúmina, y tiene un tamaño de partícula fino. Debido a su composición química, el polvo residual de cerámica puede actuar como un material de relleno, lo que puede mejorar la densidad y la resistencia. Además, el polvo residual de cerámica también puede actuar como un material puzolánico. Sin embargo, se ha demostrado que la cantidad limitada de compuestos puzolánicos presentes en el polvo residual de cerámica significa que su efecto como material puzolánico es limitado.

La teoría de la variable de comportamiento sísmico hace referencia a la Norma Técnica E.030 (2018), la cual se enfocó en los aspectos fundamentales del diseño sismorresistente de edificaciones y obras civiles. Esta norma abarca desde viviendas unifamiliares hasta grandes construcciones, con el objetivo de asegurar una respuesta sísmica coherente con los principios fundamentales. Estos principios incluyen la protección de vidas humanas, la continuidad de los servicios básicos y la reducción de fallas estructurales durante eventos sísmicos. Por otro lado, la Norma E.080 (2017) se centra específicamente en el diseño y la construcción de edificaciones de tierra reforzada. Su objetivo principal es prevenir desastres, garantizar la resistencia sísmica y asegurar la integridad de los elementos estructurales esenciales en este tipo de construcciones, así como evaluar el rendimiento de los muros de adobe y tapial ante movimientos telúricos. Durante los temblores, las estructuras construidas con adobe fortificado pueden presentar fisuras en los muros en caso de sismos de magnitud leve. Sin embargo, los refuerzos implementados pueden controlar las fisuras más grandes durante sismos moderados, sin poner en riesgo a los ocupantes. En el caso de sismos fuertes, es posible que ocurran daños estructurales significativos, como fisuras y deformaciones permanentes, pero nuevamente, estos pueden ser

controlados mediante refuerzos. Es crucial evitar el colapso total o parcial de las edificaciones, ya que esto podría tener consecuencias graves para las personas que las ocupan.

Los conceptos de la variable polvo residual de cerámica, se refiere específicamente al polvo fino que se obtiene como resultado de la trituración, molienda u otros procesos de manipulación de materiales cerámicos. Este polvo residual puede contener una variedad de compuestos y minerales presentes en la cerámica original, según lo señalado por Yah et al. (2022). Así mismo el Documento de referencia sobre las mejores técnicas disponibles (BREF) elaborado por el Instituto Europeo de Prevención y Control de la Contaminación (2006), el polvo residual se produce en diversas etapas del proceso de fabricación de objetos de cerámica, como la preparación de las materias primas, la decoración y cocción, el mecanizado y el acabado de las piezas cocidas. Asimismo, Álvarez et al. (2018) describe que, este polvo reciclado puede tener propiedades similares a las de la cerámica original y puede ser utilizado como aditivo o componente en la fabricación de nuevos materiales cerámicos o en otros procesos industriales. El reciclaje del polvo de cerámica ayuda a reducir residuos y a aprovechar los recursos de manera más sostenible.



*Figura 1.* Polvo residual de cerámica.

Fuente: Avedano polvo de ladrillo (2019)

La cantidad de polvo residual, según Mocciaro et al. (2017) se refieren a la cantidad de residuos cerámicos triturados que se utilizan como sustituto del cemento en la fabricación de morteros, Además, Segarra y Pereiro (2011) describen que la capacidad de fluidez de los polvos en la fabricación de cerámica está determinada por la cantidad de partículas finas presentes y su forma. Se destaca que la presencia de humedad tiene un impacto negativo en la fluidez y densidad de los polvos, especialmente en el proceso de vía seca tradicional.

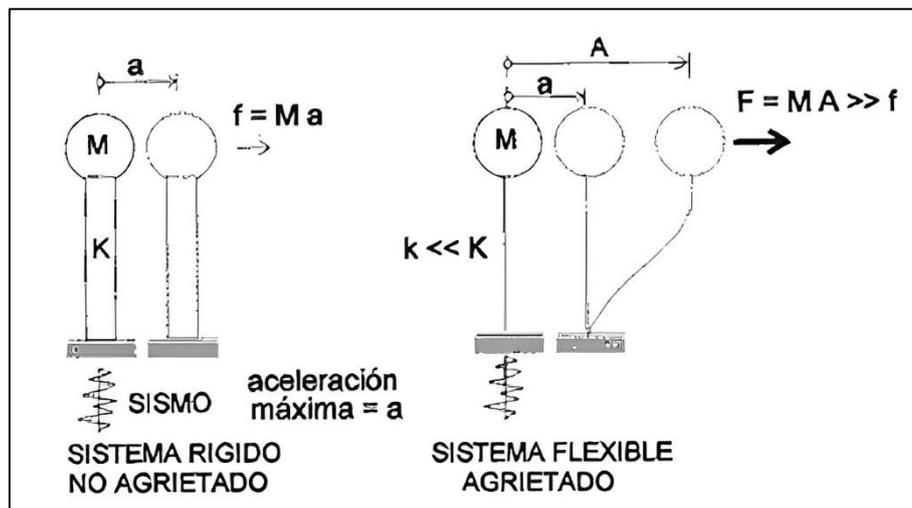
Las características del polvo residual de cerámicos destacan por su resistencia al calor, inercia química, dureza, resistencia a la compresión y capacidad para soportar cambios bruscos de temperatura, así como por sus propiedades de aislamiento, según lo señalado por Ferrandis (s.f.). Además, según Rodríguez (2013), menciona que, el peso específico del polvo residual de cerámica se estima en 1300 Kg/m<sup>3</sup>. Estas características son relevantes al considerar la utilización y manipulación de productos cerámicos en diversas aplicaciones.

**Tabla 1.** *Pesos Específicos de Materiales de Construcción.*

<b>Pesos Específicos de Materiales de Construcción</b>		
<b>Material</b>	<b>Peso Específico (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Ángulo de Rozamiento Interno</b>
Arena	1500	30°
Arena de pómez	700	35°
Cal en polvo	1000	25°
Cal en terrón	1000	45°
Cascote o polvo de ladrillo	1300	35°
Cemento en sacos	1600	-
Cemento en polvo	1200	25°
Cenizas de coque	700	25°
Clinker de cemento	1500	30°
Escorias de Altos Hornos (granulada)	110	25°
Escorias de Altos Hornos (Troceadas)	1500	40°
Grava	1700	40°
Yeso y escayola	1250	25°

Fuente: Rodríguez (2013).

El comportamiento sísmico de una estructura o edificación, según Cao y Watanabe (2004), se refiere al conjunto de respuestas y deformaciones que experimenta durante un evento sísmico. Esto implica analizar las fuerzas, desplazamientos, aceleraciones, deformaciones y otros parámetros relacionados con la respuesta de la estructura ante un terremoto. Por otro lado, la Norma E.030 (2018) de la RNE establece que la capacidad sísmica es la capacidad de una estructura para resistir y soportar las fuerzas generadas por un sismo sin sufrir daños significativos o colapso. La vulnerabilidad sísmica depende de factores como el tipo de construcción, materiales utilizados, calidad de la ingeniería y diseño estructural. Además, Moran y Álvarez (2017) explican que la evaluación de desempeño sísmico implica analizar y estimar la capacidad de una estructura para enfrentar las consecuencias de un terremoto y mantener su funcionalidad estructural, minimizando el riesgo de daños a los ocupantes. Esto involucra estudiar aspectos como la resistencia estructural, capacidad de deformación y capacidad de disipación de energía durante un evento sísmico.



*Figura 2.* Incremento de las fuerzas al agrietarse la vivienda.  
Fuente: Centro Regional de Sismología para América del Sur (2015)

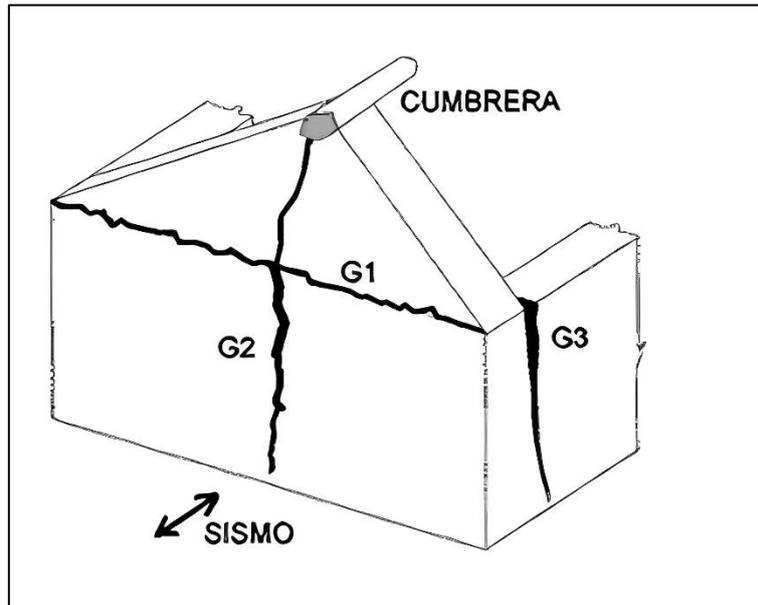


Figura 3. Grietas en los muros por acciones sísmicas perpendiculares al plano.  
 Fuente: Centro Regional de Sismología para América del Sur (2015)

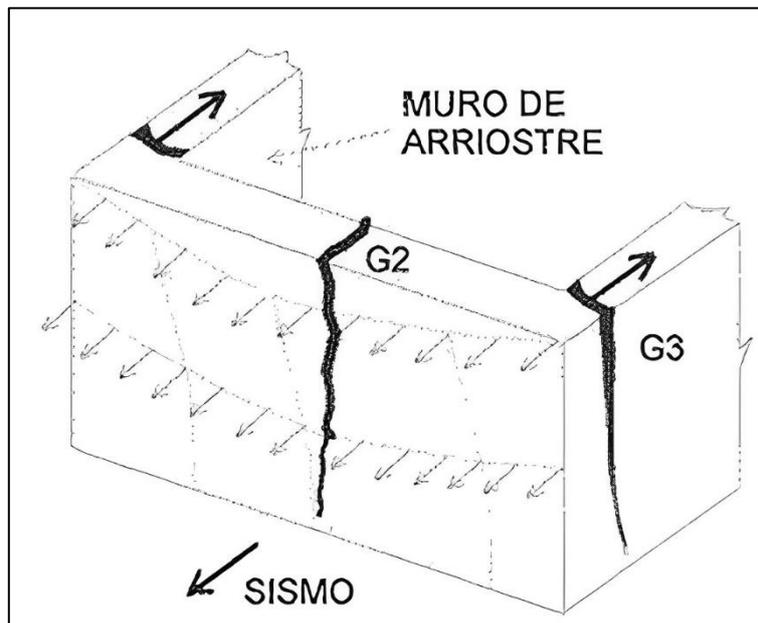


Figura 4. Deformación del muro por carga sísmica transversal.  
 Fuente: Centro Regional de Sismología para América del Sur (2015)

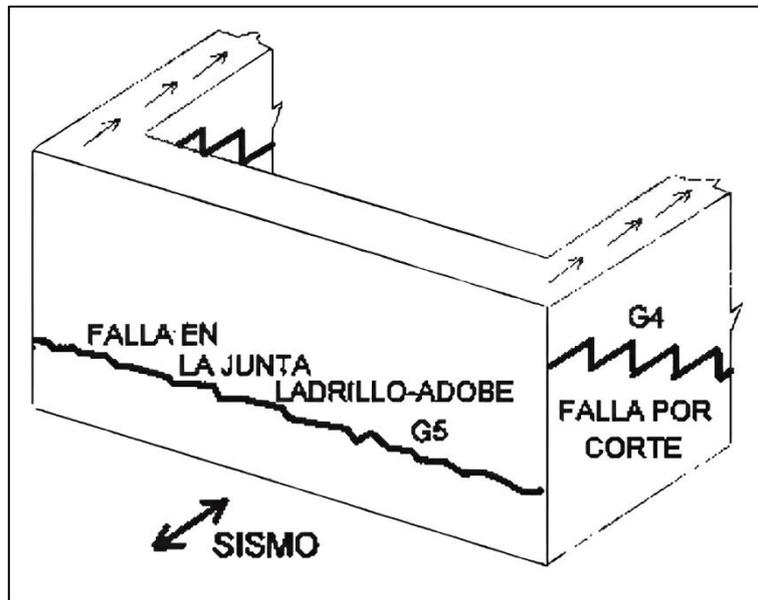


Figura 5. Otras fallas en los muros de adobe.

Fuente: Centro Regional de Sismología para América del Sur (2015)

Las propiedades mecánicas del adobe estabilizado, tal como lo señalan Policarpio y Arroyo (2002), se relacionan con su capacidad para resistir cargas sin experimentar deformaciones excesivas o fallas. Estas propiedades se evalúan mediante pruebas de resistencia a la compresión, tracción o flexión, y están influenciadas por la calidad de la mezcla y la compactación del adobe. Por otro lado, la Norma E.080 (2017) de la Reglamentación Nacional de Edificaciones establece que la resistencia a los agentes ambientales es un aspecto fundamental para el adobe estabilizado. Esto se refiere a su capacidad para soportar los efectos de la intemperie, la humedad, los ciclos de congelación y descongelación, y otros factores ambientales, sin sufrir una degradación significativa. La durabilidad del adobe estabilizado depende tanto de la calidad de los materiales seleccionados como de la adecuada curación y protección de la estructura.



*Figura 6. Adobe estabilizado*  
Fuente: Chuya y Ayala (2018)

El desempeño sísmico de una estructura se fundamenta en conceptos clave para comprender su capacidad de resistencia. En este sentido, el análisis de capacidad, como abordado por Moran y Álvarez (2017), permite determinar la capacidad de la estructura para soportar las fuerzas sísmicas previstas. Asimismo, los índices de desempeño, creados por Chacón et al. (2021) representan una herramienta fundamental para cuantificar el nivel de daño o deterioro esperado durante un evento sísmico. Estos índices permiten evaluar y clasificar el desempeño de la estructura, facilitando la toma de decisiones en términos de rehabilitación, reforzamiento o diseño estructural más seguro.

### **III. METODOLOGÍA**

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

##### **3.1.1. Tipo de Investigación**

La investigación aplicada resuelve problemas de forma inmediata, basándose en descubrimientos y soluciones obtenidos de investigaciones orientadas. Sus resultados son directamente aplicables en la resolución de problemas específicos en disciplinas como agronomía, medicina, ingeniería, mineralogía, galénica, arquitectura y veterinaria, entre otras. La investigación aplicada se enfoca en la utilidad práctica (Salinas, 2012). Esta investigación tuvo un enfoque aplicado, ya que buscó aprovechar los principios, conocimientos y tecnologías disponibles para examinar la respuesta sísmica de una edificación de adobe reforzado con polvo de cerámica reciclada. El propósito central de este estudio fue mejorar la capacidad de resistencia sísmica en la edificación de hogares en las áreas rurales del distrito de Huaral.

##### **Enfoque de investigación**

Una investigación cuantitativa busca obtener una comprensión exacta y neutral de la realidad, un conocimiento que puede ser percibido, evaluado y expresado en términos numéricos. Para lograrlo, es esencial contar con la colaboración de disciplinas como las matemáticas y la estadística, las cuales permiten medir y cuantificar los fenómenos estudiados (Huamán et al., 2022). El enfoque de investigación utilizado fue cuantitativo, ya que se buscó obtener respuestas que pudieran ser expresadas en términos numéricos. Esto se logró a través de un examen de datos que permitió establecer pautas de conducta y poner a prueba las hipótesis planteadas.

##### **3.1.2. Diseño de investigación**

La estructura experimental se fundamenta en exponer el objeto de investigación a variables controladas por el investigador, manipulando al menos una variable independiente y una dependiente. Además, una investigación cuasiexperimental se enfoca en probar una hipótesis causal a través de la manipulación de, como mínimo, una variable independiente. En este tipo de investigación, no es posible asignar aleatoriamente las unidades de investigación a los grupos debido a

restricciones logísticas o éticas (Fernández et al., 2014). Así, el diseño de la investigación actual se caracterizó por ser de naturaleza experimental, ya que se pretendió manipular la variable independiente, es decir, el polvo residual de cerámica, con el propósito de examinar y evaluar diversos escenarios con el fin de analizar el comportamiento de la variable dependiente. Además, esta investigación se consideró cuasiexperimental, puesto que se empleó una muestra definida y representativa, específicamente una edificación de adobe estabilizado con polvo residual de cerámica ubicada en la zona de Huaral. Todo ello con el objetivo de formular de manera precisa y adecuada las respectivas conclusiones y recomendaciones pertinentes a este estudio.

### **El nivel de la investigación:**

La investigación explicativa persigue el propósito de examinar las motivaciones o factores que se encuentran detrás de los eventos, estableciendo vínculos de causa y consecuencia. En este marco, los estudios explicativos abordan tanto el análisis de las causas (investigación post facto) como los impactos (investigación experimental) a través de la realización de pruebas de hipótesis (Díaz y Calzadilla, 2016). La investigación adoptó un enfoque explicativo, dado que se examinó minuciosamente la conducta de una estructura de adobe fortificada con distintos porcentajes de polvo residual. El propósito principal fue comprender y explicar las relaciones y efectos entre las cantidades porcentuales de polvo residual y el desempeño de la edificación. De esta manera, se buscó obtener una comprensión más profunda y detallada de las características y propiedades del adobe estabilizado en función de las variaciones en la cantidad de polvo residual utilizado.

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

Las variables son el factor o razón que explica el surgimiento de otro fenómeno. En un experimento, es la variable que el investigador puede controlar y modificar (Pérez, 2007).

Variable independiente: Polvo residual de cerámica

Variable dependiente: Comportamiento sísmico de una edificación de adobe estabilizado con polvo residual de cerámica

La operacionalización es el fenómeno que resulta y que demanda una comprensión y análisis detallado (Amiel, 2007). La investigación actual se fundamentó en descomponer las variables de estudio en diferentes aspectos, tales como definiciones conceptuales, operativas, aspectos e indicadores, para llevar a cabo la operacionalización de dichas variables (ver anexo 1).

### **3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis**

#### **3.3.1. Población**

El concepto de "universo" o "población" refiere al conjunto de individuos, animales, registros médicos, eventos como nacimientos, muestras de laboratorio y accidentes de tráfico, entre otros ejemplos, que se busca investigar en un estudio específico (López 2004). En consecuencia, esta investigación tuvo como objetivo abarcar todas las edificaciones de adobe estabilizados con polvo residual de cerámica en el distrito de Huaral, definiéndolas como la población de estudio.

#### **3.3.2. Muestra**

Es un segmento elegido de la población en la cual se realizará el estudio. Hay técnicas y procedimientos para calcular la dimensión de la muestra, haciendo uso de fórmulas, lógica y otros enfoques que se discutirán más adelante. La muestra pretende reflejar de manera adecuada a toda la población. (López, 2004). Por ende, en esta investigación se estableció que la muestra estaría constituida por una edificación de adobe estabilizada con polvo residual de cerámica, ubicada en la zona de Huaral (ver anexo 6).

**Tabla 2.** *Muestra para el ensayo de resistencia a la compresión de unidades de adobe*

Cantidades de polvo residual de cerámica	Edad del adobe
	28
0%	3
4%	3
8%	3
12%	3
Total	12

Fuente: Elaboración propia (2023)

**Tabla 3.** *Muestra para el ensayo de resistencia a carga puntual de adobe*

Cantidades de polvo residual de cerámica	Edad del adobe
	28
0%	3
4%	3
8%	3
12%	3
Total	12

Fuente: Elaboración propia (2023)

**Tabla 4.** *Muestra para el ensayo de resistencia a la compresión en muretes de adobe.*

Cantidades de polvo residual de cerámica	Edad del adobe
	28
0%	5
4%	5
8%	5
12%	5
Total	20

Fuente: Elaboración propia (2023)

**Tabla 5.** *Muestra para el ensayo de compresión axial de pilas de adobe.*

Cantidades de polvo residual de cerámica	Edad del adobe
	28
0%	3
4%	3
8%	3
12%	3
Total	12

Fuente: Elaboración propia (2023)

### 3.3.3. Muestreo

El proceso utilizado para seleccionar los elementos que conforman la muestra a partir de la población completa se denomina muestreo. El

muestreo implica seguir un conjunto de normas, métodos y criterios que se emplean para definir un conjunto de elementos de una población que represente de manera adecuada lo que sucede en dicha población en su totalidad (López, 2004). En esta investigación, se utilizó un método de muestreo no probabilístico basado en conveniencia para seleccionar la muestra de estudio. La determinación de la muestra se realizó según los criterios del investigador, los cuales estaban fundamentados en una serie de ensayos de laboratorio y análisis computacionales que se llevaron a cabo de acuerdo con los indicadores de estudio establecidos.

#### **3.3.4. Unidad de análisis**

Se define como el elemento principal que se investiga en un proyecto o estudio de investigación. La selección de la unidad de análisis se fundamenta en la naturaleza de los datos que se recopilan y se examinan en el marco del proyecto de investigación. (Arteaga, 2022). En este caso, la unidad de análisis para la investigación fue la edificación de adobe estabilizado con polvo residual de cerámica.

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

Se emplea la recopilación de información con el propósito de respaldar una premisa mediante la evaluación numérica y el análisis estadístico de la investigación. También se utiliza para contrastar teorías y establecer patrones de conducta (Hernández et al., sf.). La investigación actual utilizó la observación directa y experimental como métodos para recopilar datos, siguiendo los indicadores establecidos (ver tabla 6).

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

Las tácticas de recopilación de datos incluyen los métodos y acciones empleados por parte del analista para obtener los hechos necesarios y enfrentar su pregunta de investigación (Mendoza et al., 2020). Se utilizaron herramientas como formularios de recopilación de datos y registros de laboratorio para obtener la información necesaria para el estudio (ver tabla 6).

**Tabla 6.** *Técnicas e instrumentos de la investigación*

<b>Descripción</b>	<b>Técnicas</b>	<b>Instrumentos</b>
Cantidad de polvo residual de cerámica (0%, 4%, 8% y 12%)	Observación experimental	Ficha de resultados de laboratorio
Color	Observación directa	Ficha de recolección de datos
Textura	Observación directa	Ficha de recolección de datos
Peso específico	Observación experimental	Ficha de resultados de laboratorio
Ensayo de resistencia a la compresión de unidades	Observación experimental	Ficha de resultados de laboratorio
Ensayo de resistencia a la compresión en murete	Observación experimental	Ficha de resultados de laboratorio
Ensayo de resistencia a la tracción en Murete	Observación experimental	Ficha de resultados de laboratorio
Ensayo de compresión axial de pilas	Observación experimental	Ficha de resultados de laboratorio
Cortante basal	Observación directa	Ficha de recolección de datos
Máximas deformaciones	Observación directa	Ficha de recolección de datos
Máximas derivas	Observación directa	Ficha de recolección de datos
Desplazamientos relativos	Observación directa	Ficha de recolección de datos
Rigidez de la estructura	Observación directa	Ficha de recolección de datos
Participación de masa	Observación directa	Ficha de recolección de datos

Fuente: Elaboración propia (2023)

### **Validez**

En el ámbito de la investigación en Ciencias Sociales, se señala que la validez del diseño suele estar relacionada con estudios experimentales, los cuales son más comunes en las Ciencias Naturales. No obstante, garantizar la validez del

constructo implica asegurarse de que los instrumentos utilizados para medir los conceptos teóricos definidos en el contexto de una investigación reflejen de manera precisa dichos conceptos (Concha y Barriga, 2011). La investigación posee una validez respaldada por la evaluación de tres profesionales especializados, ingenieros civiles con licenciatura y amplia experiencia en el campo de estudio. Tras evaluar los resultados obtenidos mediante el procedimiento de validez basado en el juicio de expertos, se obtuvo un índice Kappa de 1.00. De acuerdo con la clasificación establecida por Landis & Koch, este valor se considera como casi perfecto, lo cual confirma la fortaleza de acuerdo en los criterios establecidos por dichos autores (ver anexo 4).

**Tabla 7.** *Escala del coeficiente Kappa*

<b>Coeficiente de Kappa</b>	<b>Fuerza de acuerdo</b>
<0.00	Pobre
0.00-0.20	Leve
0.21-0.40	Justa
0.41-0.60	Moderado
0.61-0.80	Sustancial
0.81-1.00	Casi perfecta

Fuente: Landis & Koch (2010)

### **Confiabilidad de los instrumentos**

La fiabilidad de un instrumento, que referencia a la coherencia y consistencia con la que los participantes responden a sus dimensiones, puede ser evaluada utilizando tanto técnicas estadísticas como no estadísticas (Marin, 2017). De esta manera, la investigación actual se basó en la recopilación de información a través de los resultados obtenidos en un entorno de laboratorio, respaldados por el uso de programas de ingeniería con licencia. Estas herramientas garantizaron la obtención de datos confiables y precisos, lo que a su vez permitió obtener resultados válidos que posteriormente pudieron ser analizados e interpretados de manera adecuada.

### **3.5. Procedimientos**

Los métodos son el enfoque mediante que se realizan actividades específicas que forman parte de una secuencia en conjunto. Dicho de otra manera, se

refieren a la forma en que se lleva a cabo algo, siguiendo una serie de pasos precisos que permiten ejecutar una acción de manera sistemática (Pérez y Gardey, 2008). La presente investigación siguió un proceso estructurado y secuencial que describió las actividades a realizar para su desarrollo. A continuación, se detalló dicho proceso.

- Revisión bibliográfica y documentaria: Se comenzó la investigación con una revisión de la literatura existente y la documentación disponible para establecer los antecedentes y conceptos necesarios para desarrollar la introducción, el marco teórico y la metodología del estudio.
- Obtención de la arcilla: Se determinó que la arcilla se adquiriría de las chacras ubicadas en Huaral.
- Obtención del polvo residual de cerámica: Se decidió obtener el polvo residual de cerámica en la tienda de materiales de construcción exclusivamente para la investigación.
- Elaboración de los adobes: Se comenzó a diseñar las mezclas para elaborar los adobes siguiendo las pautas establecidas por la normativa E.080 del RNE "Diseño y construcción con tierra reforzada".
- Elaboración de los planos: Se definieron las zonas críticas en el distrito de Huaral y se elaboraron planos de ubicación, arquitectura y estructuras para una vivienda unifamiliar, principalmente utilizando la albañilería de adobe para su uso exclusivo en la investigación.
- Ensayos de laboratorio: Se planificaron ensayos de laboratorio para medir indicadores como la resistencia a la compresión de unidades, muretes, resistencia a la tracción en muretes y compresión axial de pilas. Todas las pruebas se realizaron en un laboratorio acreditado, con la supervisión de un ingeniero calificado.
- Modelado de la edificación en el software: Con los resultados de los ensayos de laboratorio y los planos correspondientes, se procedió al modelado 3D en el programa ETABS.
- Aplicación de los escenarios de análisis: Se llevaron a cabo análisis en el software ETABS utilizando cuatro escenarios diferentes para obtener diversos resultados sobre el comportamiento sísmico de las edificaciones de adobe al implementar diferentes cantidades porcentuales de polvo residual de cerámica.

- **Análisis de resultados:** Se estudiaron e interpretaron los resultados obtenidos en los diferentes escenarios de estudio para precisar el comportamiento y desempeño sísmico de las edificaciones de adobe en función de las diferentes cantidades porcentuales de polvo residual.
- **Redacción de conclusiones:** Se presentaron las conclusiones de manera objetiva y confiable, basadas en la información y los resultados analizados.
- **Redacción de recomendaciones:** Se redactaron recomendaciones detalladas con criterios relevantes que contribuyeron al avance de la investigación.

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

Implica analizar, resumir y presentar los descubrimientos en relación con un grupo de datos recolectados de un conjunto de muestras, con el objetivo de explicar los datos de forma concisa y de manera significativa, luego transformarlos en cifras que proporcionen detalles sobre la indagación (Ortega, 2021). Por otro lado, la estadística inferencial se centra en realizar deducciones, propiedades, conclusiones y tendencias basadas en generalizaciones a partir de una muestra representativa (Porras, 2017). Siguiendo estas metodologías, se especifica que, después de haber obtenido el comportamiento y diseño sísmico de la edificación de adobe que incorpora distintas proporciones de polvo residual de cerámica, se llevará a cabo un análisis, interpretación y descripción del comportamiento observado en relación a los escenarios de estudio. Esto se basó en la aplicación de técnicas estadísticas descriptivas, para luego emplear técnicas estadísticas inferenciales, con el propósito de obtener conclusiones y recomendaciones que pudieron ser generalizadas relativa a la población en la investigación

### **3.7. Aspectos éticos**

Se refieren a seguir prácticas éticas, lo que conlleva no únicamente los aspectos técnicos del estudio, sino también la práctica responsable por parte del investigador en cada paso del proceso (Cruzito, 2020). En este proyecto de investigación, se cumplirán de manera estricta los criterios y estándares establecidos por la Universidad César Vallejo. Además, se asegurará el respeto de los derechos de propiedad intelectual de los autores citados a lo largo del

estudio. Asimismo, se garantizará la fiabilidad y veracidad de los datos presentada, así como la precisión y seguridad en los resultados obtenidos en este estudio. Los resultados de los ensayos proporcionados por el laboratorio serán tratados con total respeto, sin alteraciones ni manipulaciones en ninguna fase del proceso investigativo.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Descripción de la zona de estudio

El área de investigación se encuentra en Huaral, Perú, una región altamente vulnerable a los terremotos debido a su ubicación en una zona sísmica activa. La investigación se enfoca en una edificación de adobe en este contexto, donde se exploró la aplicación de polvo residual de cerámica como refuerzo para mejorar la resistencia sísmica. Huaral, con su combinación de desarrollo urbano y rural, ofrece un escenario interesante para evaluar cómo las construcciones de adobe, típicas en áreas rurales, pueden enfrentar eventos sísmicos en una región propensa a sismos. El análisis se llevó a cabo el 2023, teniendo en cuenta las condiciones actuales de la ingeniería sísmica y la sostenibilidad en la construcción, aprovechando el entorno geográfico y socioeconómico de Huaral como un contexto relevante para la investigación

#### Ubicación política

La presente investigación se realizó en el centro poblado San Martín de Retes, en la provincia de Huaral, distrito de Lima.



Figura 7. Mapa político de Perú  
Fuente: Mapas del mundo (2023)



Figura 8. Mapa político de Lima  
Fuente: Educaplay (2023)

## Ubicación del proyecto

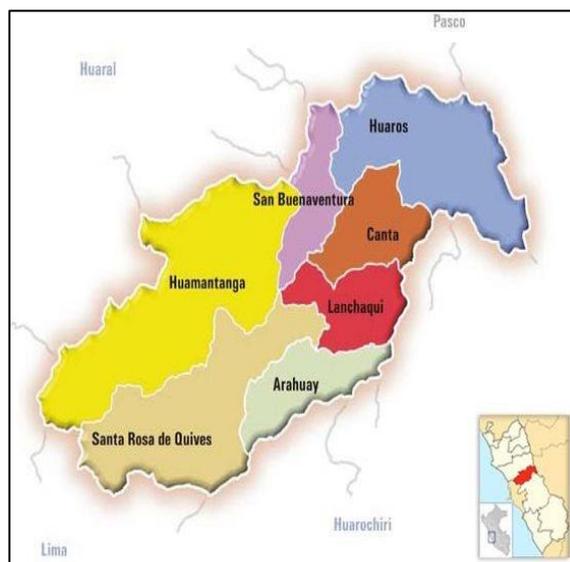


Figura 9. Mapa político de la provincia de Huaral

Fuente: Turismo huacho (2012)

### Limites

- Norte : Provincia de Huaral
- Sur : Provincia de Canta y Lima
- Este : Provincia de Pasco y Yauli
- Oeste : Océano Pacífico

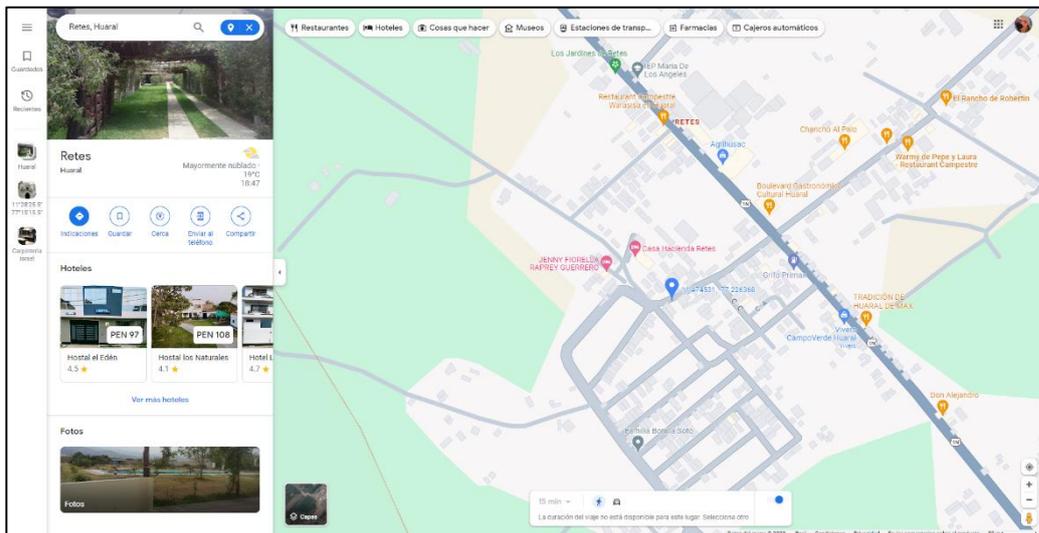
### Ubicación geográfica

Bravo (s.f.) señala que la provincia de Huaral exhibe las siguientes coordenadas geográficas: 11° 29' 30" de latitud sur y 77° 12' 19" de longitud oeste. Su extensión territorial abarca alrededor de 3655.7 km<sup>2</sup>, con altitudes que oscilan entre 119 m.s.n.m y 195 m.s.n.m. De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), hasta el año 2017, la población de la provincia se estimaba en 183,898 habitantes.

### Clima

Wheater Spark (2018) nos dice que, en Huaral, los veranos son calurosos, húmedos, áridos y nublados y los inviernos son largos, cómodos, secos y mayormente despejados. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 16 °C a 28 °C y rara vez baja a menos de 14 °C o sube a más de 30 °C.





*Figura 12.* Carpintería de la obtención del aserrín

Fuente: Google Maps (2023)

### Arcilla

Con el propósito de adquirir la arcilla necesaria, se planificó obtenerla de los terrenos agrícolas pertenecientes a familiares, ubicados en el distrito de Huaral. Esta obtención de material se efectuó a través de visitas a la mencionada localidad, permitiendo la recolección de la arcilla en costales que posteriormente fueron transportados al laboratorio para llevar a cabo los ensayos, una vez obtenida una cantidad suficiente de este componente.



*Figura 13.* Obtención de la arcilla  
Fuente: Elaboración propia (2023)



*Figura 14.* Culminación de la recolección de la arcilla  
Fuente: Elaboración propia (2023)

## Polvo residual de cerámica

Con el propósito de recolectar el polvo residual de cerámica, se planificó su adquisición a través del reciclaje de residuos generados en obras de construcción en el distrito de Huaral, así como en puntos de venta de cerámica donde suelen acumularse desechos debidos a roturas del material o defectos de fabricación. Una vez obtenida una cantidad suficiente de este material, se procedió a su transporte al laboratorio, donde se llevó a cabo el proceso de trituration para obtener el polvo residual de cerámica necesario para la realización de los ensayos.



*Figura 15.* Recolección de residuos cerámicos

Fuente: Elaboración propia (2023)



*Figura 16.* Proceso de trituration de los residuos cerámicos

Fuente: Elaboración propia (2023)

## Aserrín

Con el propósito de obtener aserrín, se planificó su adquisición a través de las carpinterías ubicadas en el distrito de Huaral. Este material se obtuvo mediante visitas a diversas carpinterías de la localidad, lo que permitió la recolección del aserrín en costales para su ulterior utilización. Una vez recopilada una cantidad suficiente de este recurso, se procedió al traslado al laboratorio con el fin de realizar las pruebas necesarias.



*Figura 17.* Recolección del aserrín

Fuente: Elaboración propia (2023)



*Figura 18.* Culminación de la recolección del aserrín

Fuente: Elaboración propia (2023)

**Proceso de elaboración del adobe patrón (0%)**



*Figura 19.* Proceso de mezclado del adobe patrón

Fuente: Elaboración propia (2023)



*Figura 20.* Culminación del adobe patrón

Fuente: Elaboración propia (2023)

## Proceso de elaboración de las unidades de adobe

Para la elaboración de los adobes, se realizó la mezcla de la arcilla recolectada de terrenos agrícolas del distrito de Huaral, el polvo residual de cerámica conseguido de residuos molidos en laboratorio de distintas obras de construcción del distrito de Huaral, y el aserrín que se obtuvo de visitar distintas carpinterías de la localidad. Posteriormente, se añadió agua de un balde con capacidad de 5 galones a diferentes porcentajes de adobe. Para el adobe patrón, se utilizó la cuarta parte del balde de agua ( $\approx 4.75$  litros). Para el adobe estabilizado al 4%, también se añadió la cuarta parte del balde de agua ( $\approx 4.75$  litros), ya que la mezcla de adobe con el polvo residual no presentaba un comportamiento “chicloso” lo cual era manejable. Sin embargo, en el caso del adobe estabilizado al 8% se necesitó entre la cuarta parte de la capacidad del balde y la mitad de este ( $\approx 7.5$  litros) y para el adobe estabilizado al 12% se utilizó las  $\frac{3}{4}$  partes del balde ( $\approx 14.25$  litros) ya que presentaron un comportamiento “chicloso” al momento de añadirles una cuarta parte del balde lo que dificultaba la incorporación del polvo residual a la mezcla.



Figura 21. Proceso de mezclado del adobe

Fuente: Elaboración propia (2023)



Figura 22. Proceso de moldeado del adobe

Fuente: Elaboración propia (2023)

### 4.3. Propiedades físicas del polvo residual de cerámica

#### Color

A través del proceso de trituración de los residuos cerámicos recolectados, se logra obtener un agregado que exhibe una tonalidad de “marrón óxido”.



*Figura 23.* Proceso de trituración  
Fuente: Elaboración propia (2023)



*Figura 24.* Obtención del polvo residual de cerámica  
Fuente: Elaboración propia (2023)

#### Textura

A través del proceso de trituración de los residuos cerámicos obtenidos, se obtiene un agregado que presenta una textura fina en su composición al contacto con ella.



*Figura 25.* Proceso de trituración  
Fuente: Elaboración propia (2023)



*Figura 26.* Obtención del polvo residual de cerámica  
Fuente: Elaboración propia (2023)

**Peso específico**



*Figura 27.* Preparación del polvo residual de cerámica para el ensayo de peso específico  
Fuente: Elaboración propia (2023)



*Figura 28.* Ensayo de peso específico del polvo residual de cerámica  
Fuente: Elaboración propia (2023)

**Tabla 8.** *Peso específico del polvo residual de cerámica*

Dosificaciones	Peso específico (g/cm <sup>3</sup> )		
	M-1	M-2	Promedio
Polvo residual de cerámica	2.887	2.879	2.833

Fuente: Elaboración propia (2023)

En la tabla 8 se puede constatar el valor obtenido para el polvo residual de cerámica, de acuerdo con el análisis a dos muestras correspondientes, se observó que el peso específico promedio del polvo residual de cerámica fue de 2.833 gr/cm<sup>3</sup>.

#### 4.4. Desarrollo por objetivos

**Objetivo específico 1:** Determinar las propiedades mecánicas del adobe estabilizado con el polvo residual de cerámica, Huaral-2023.

**Resistencia a la compresión de unidades de adobe**



*Figura 29.* Preparación para el ensayo de resistencia a la compresión en unidades de adobe



*Figura 30.* Culminación del ensayo de resistencia a la compresión en unidades de adobe

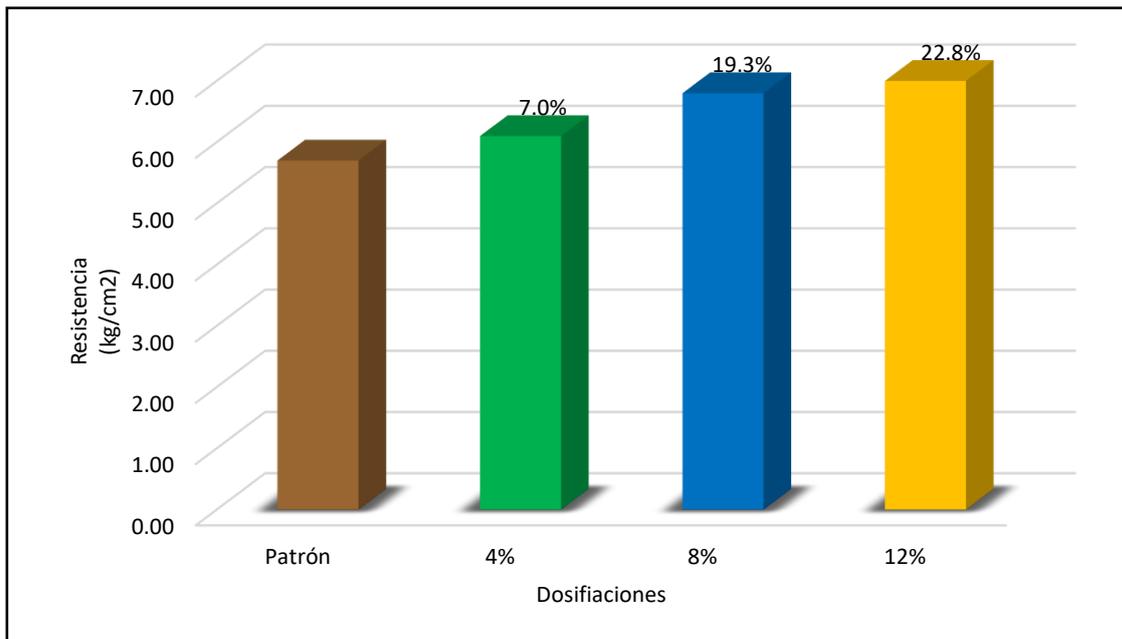
Fuente: Elaboración propia (2023)

Fuente: Elaboración propia (2023)

**Tabla 9.** Compresión de unidades de adobe

Dosificaciones	Resistencia a la compresión de unidades de adobe edad 28 días (kg/cm <sup>2</sup> )				% Influencia
	M-1	M-2	M-3	Promedio	
Patrón	5.60	5.80	5.60	5.70	-
4%	6.10	6.10	6.20	6.10	7.00
8%	6.80	6.90	6.70	6.80	19.30
12%	7.00	7.10	7.00	7.00	22.80

Fuente: Elaboración propia (2023)



**Figura 31.** Compresión de unidades de adobe

Fuente: Elaboración propia (2023)

La tabla 9 y figura 31 muestran la resistencia a compresión de unidades de adobe a la edad de 28 días para cada dosificación de estudio. Los resultados indican que las dosificaciones de adobe estabilizadas con polvo residual de cerámica al 4%, 8% y 12% logran optimizar significativamente las propiedades de resistencia a la compresión de las unidades de adobe. El patrón presentó una resistencia promedio de 5.70 kg/cm<sup>2</sup> (0%), mientras que la dosificación al 4% alcanzó una

resistencia de 7.00%, la dosificación al 8% alcanzó una resistencia de 19.30% y la dosificación al 12% alcanzó una resistencia de 22.80%.

### Resistencia a carga puntual axial de adobe



Figura 32. Preparación para el ensayo de resistencia a carga puntual axial de adobe

Fuente: Elaboración propia (2023)



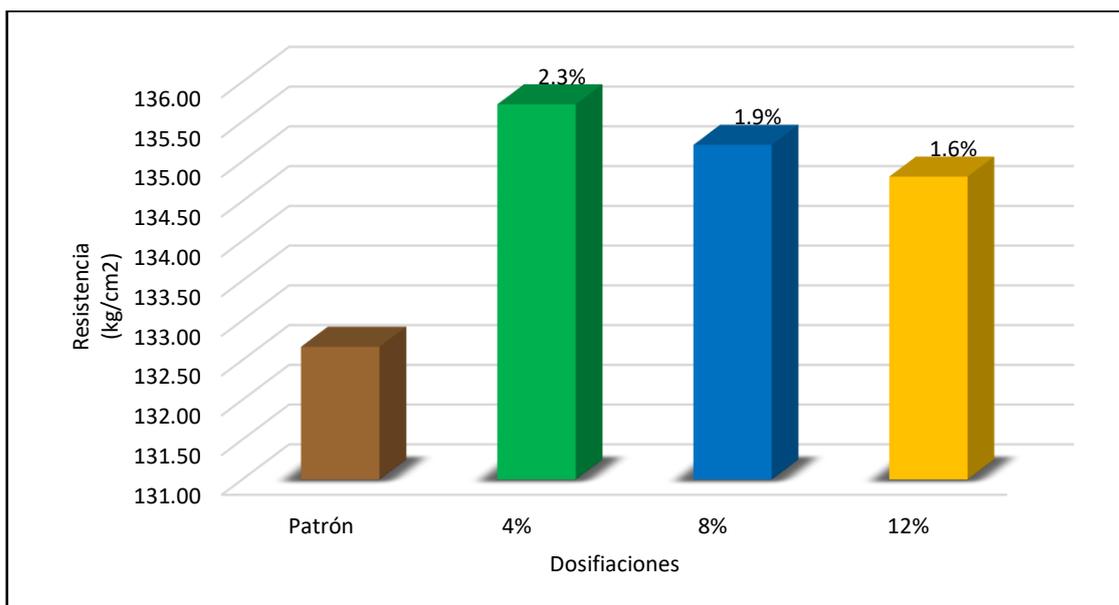
Figura 33. Culminación del ensayo de resistencia a carga puntual axial de adobe

Fuente: Elaboración propia (2023)

Tabla 10. Resistencia a carga puntual axial de adobe

Dosificaciones	Resistencia a carga puntual de unidades de adobe edad 28 días (kg/cm <sup>2</sup> )				% Influencia
	M-1	M-2	M-3	Promedio	
Patrón	132	132.7	133.2	132.67	-
4%	135.8	135.7	135.5	135.72	2.3
8%	135.2	135.3	135.0	135.21	1.9
12%	134.8	135.2	134.3	134.81	1.6

Fuente: Elaboración propia (2023)



*Figura 34.* Resistencia a carga puntual axial de adobe

Fuente: Elaboración propia (2023)

La tabla 10 y figura 34 muestran la resistencia a carga puntual de unidades de adobe a la edad de 28 días para cada dosificación de estudio. Los resultados indican que las dosificaciones de adobe estabilizadas con polvo residual de cerámica al 4%, 8% y 12% logran optimizar significativamente las propiedades de resistencia a carga puntual axial de las unidades de adobe. El patrón presentó una resistencia promedio de 132.67 kg/cm<sup>2</sup> (0%), mientras que la dosificación al 4% alcanzó una resistencia de 2.30%, la dosificación al 8% alcanzó una resistencia de 1.90% y la dosificación al 12% alcanzó una resistencia de 1.60%.

## Resistencia a la compresión en muretes



Figura 35. Preparación para el ensayo de resistencia a la compresión en muretes de adobe

Fuente: Elaboración propia (2023)



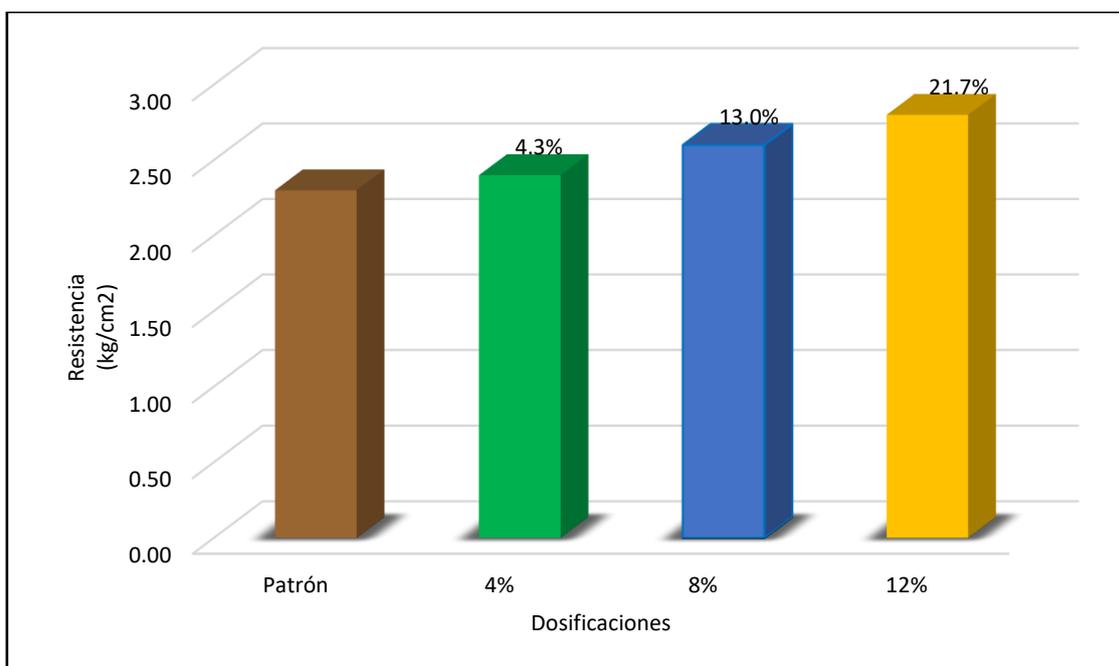
Figura 36. Culminación del ensayo de resistencia a la compresión en muretes de adobe

Fuente: Elaboración propia (2023)

Tabla 11. Compresión de murete de adobe

Dosificaciones	Resistencia a la compresión en muretes de adobe edad 28 días (kg/cm <sup>2</sup> )				% Influencia
	M-1	M-2	M-3	Promedio	
Patrón	2.30	2.20	2.30	2.30	-
4%	2.30	2.40	2.50	2.40	4.30
8%	2.60	2.60	2.60	2.60	13.0
12%	2.70	2.80	2.80	2.80	21.7

Fuente: Elaboración propia (2023)



*Figura 37.* Compresión de murete de adobe

Fuente: Elaboración propia (2023)

La tabla 11 y figura 37 muestran la resistencia a compresión de muretes de adobe a la edad de 28 días para cada dosificación de estudio. Los resultados indican que las dosificaciones de adobe estabilizadas con polvo residual de cerámica al 4%, 8% y 12% logran optimizar significativamente las propiedades de resistencia a la compresión en muretes de adobe. El patrón presentó una resistencia promedio de 2.8 kg/cm<sup>2</sup> (0%), mientras que la dosificación al 4% alcanzó una resistencia de 4.30%, la dosificación al 8% alcanzó una resistencia de 13.00% y la dosificación al 12% alcanzó una resistencia de 21.70%.

## Resistencia a la compresión axial en pilas



*Figura 38.* Preparación para el ensayo de resistencia a la compresión axial en pilas de adobe

Fuente: Elaboración propia (2023)



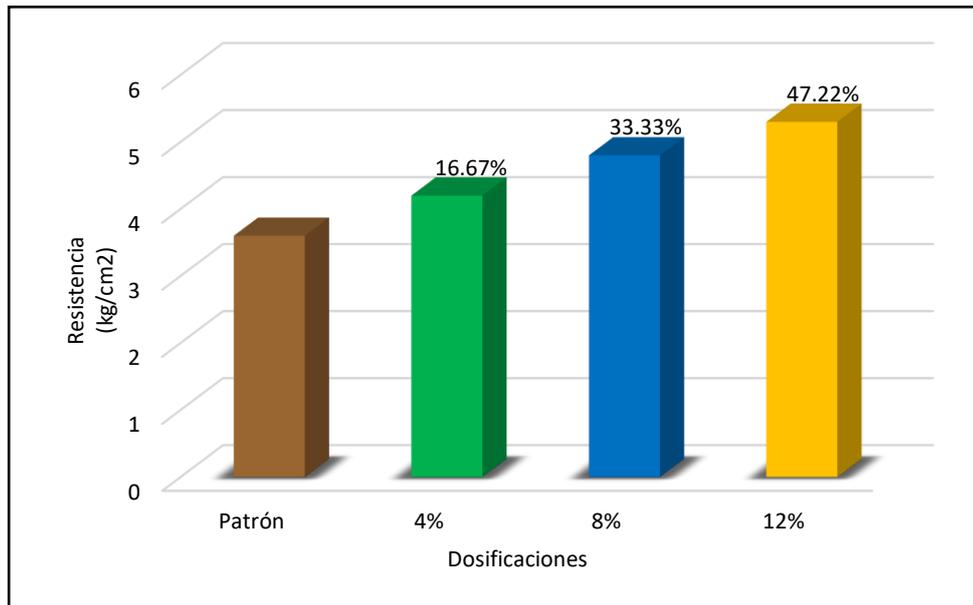
*Figura 39.* Culminación del ensayo de resistencia a la compresión axial en pilas de adobe

Fuente: Elaboración propia (2023)

**Tabla 12.** *Compresión axial de pilas de adobe*

Dosificaciones	Resistencia a la compresión axial de pilas de adobe edad 28 días (kg/cm <sup>2</sup> )				% Influencia
	M-1	M-2	M-3	Promedio	
Patrón	3.5	3.7	3.7	3.6	-
4%	4.1	4.2	4.1	4.2	16.67
8%	4.7	4.9	4.9	4.8	33.33
12%	5.4	5.2	5.4	5.3	47.22

Fuente: Elaboración propia (2023)



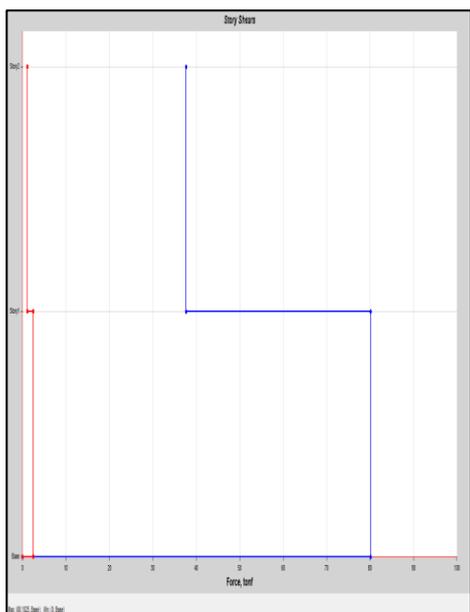
*Figura 40.* Compresión axial de pilas de adobe

Fuente: Elaboración propia (2023)

La tabla 12 y figura 40 muestran la resistencia a compresión axial de pilas de adobe a la edad de 28 días para cada dosificación de estudio. Los resultados indican que las dosificaciones de adobe estabilizadas con polvo residual de cerámica al 4%, 8% y 12% logran mejorar notablemente las propiedades de compresión axial de pilas de adobe. El patrón presentó una resistencia promedio de 3.6 kg/cm<sup>2</sup> (0%), mientras que la dosificación al 4% alcanzó una resistencia de 16.67%, la dosificación al 8% alcanzó una resistencia de 33.33% y la dosificación al 12% alcanzó una resistencia de 47.22%.

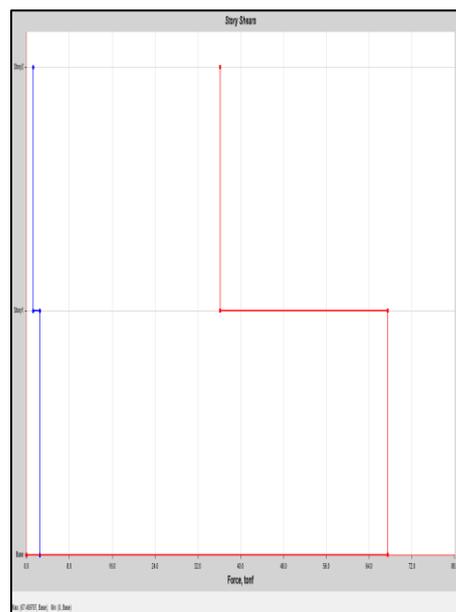
**Objetivo específico 2:** Evaluar el desempeño sísmico de la edificación de adobe estabilizado con el polvo residual de cerámica, Huaral-2023.

### Cortante basal



*Figura 41.* Cortante Basal generado por el Sismo Dinámico X-X

Fuente: Elaboración propia (2023)



*Figura 42.* Cortante Basal generado por el Sismo Dinámico Y-Y

Fuente: Elaboración propia (2023)

**Tabla 13.** Cortante basal

Muestra		Cortante Basal (Ton)		
		Niveles	Sismo Dinámico X-X	Sismo Dinámico Y-Y
Muestra Patrón	Caso 1	1°	76.443	64.373
		2°	35.851	34.491
4%	Caso 2	1°	78.038	65.344
		2°	36.592	35.029
8%	Caso 3	1°	79.264	66.376
		2°	37.182	35.594
12%	Caso 4	1°	80.490	67.407
		2°	37.773	36.158

Fuente: Elaboración propia (2023)

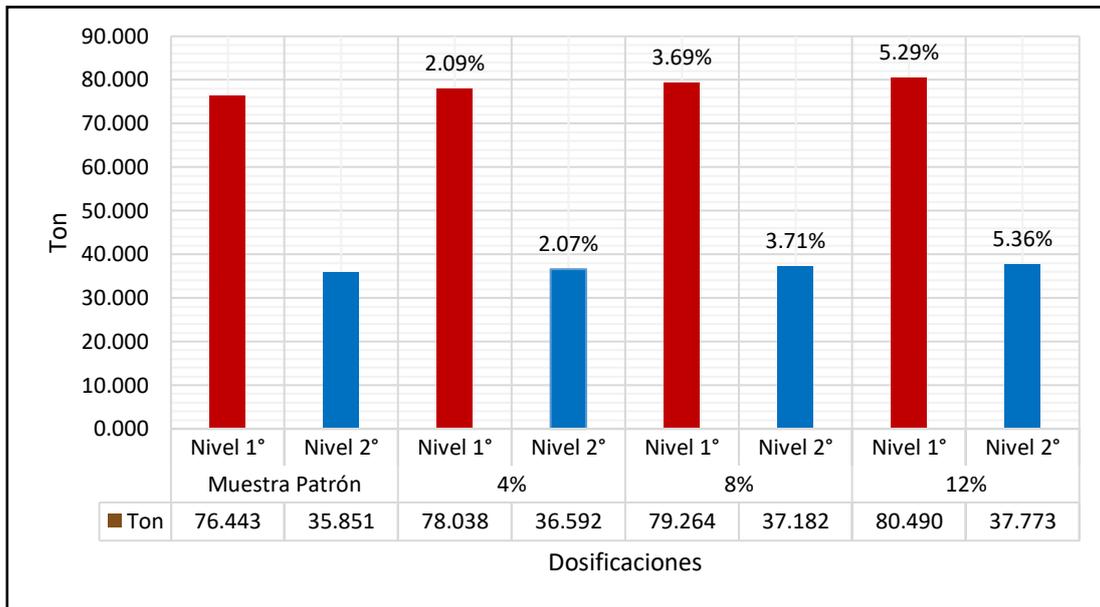


Figura 43. Cortante basal en el Sismo Dinámico X-X

Fuente: Elaboración propia (2023)

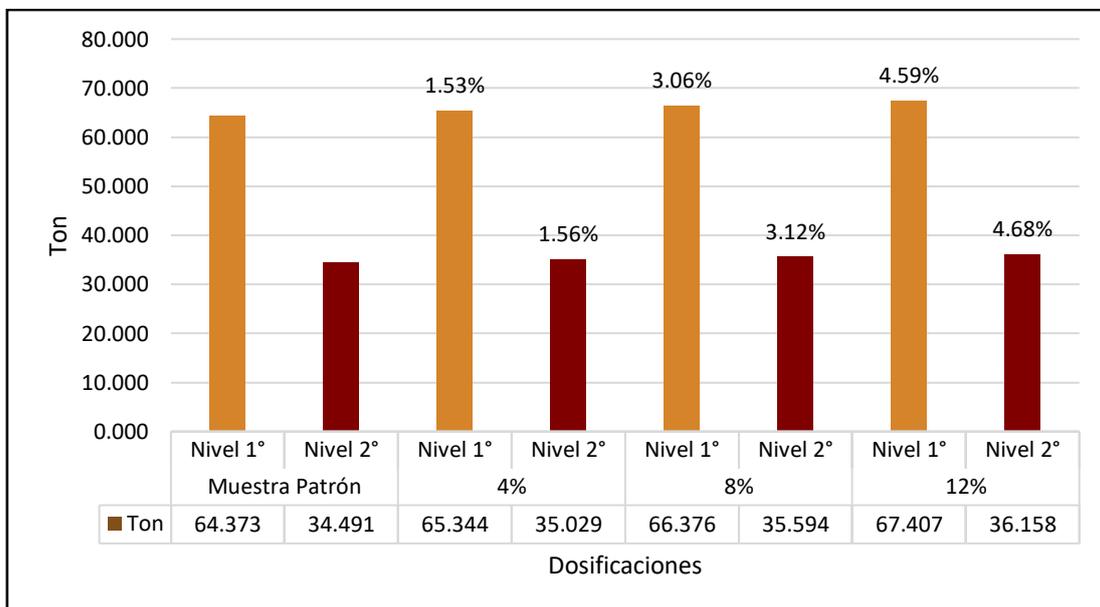


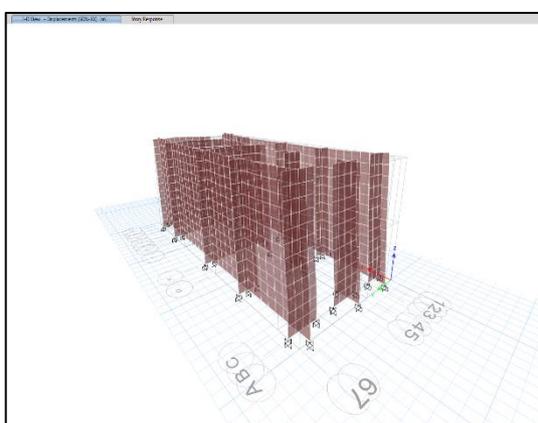
Figura 44. Cortante basal en el Sismo Dinámico Y-Y

Fuente: Elaboración propia (2023)

La tabla 13 y figuras 43 y 44 muestran las cortantes basales en los niveles de las estructuras de análisis en el sentido X y Y. Se puede observar que a medida que aumenta el porcentaje de polvo residual de cerámica, las cortantes basales también aumentan en ambas direcciones y en ambos niveles, se

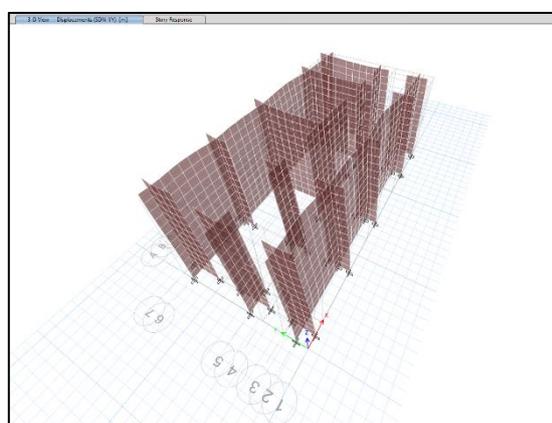
evidencia que las máximas cortantes basales se están concentrando más en el 1° nivel. El caso 1 para la muestra patrón presentó una máxima cortante basal en el nivel 1°, en el sentido X de 76.443 (0%) y en el sentido Y de 64.373 (0%), mientras que el caso 2 para una de dosificación al 4% alcanzó una máxima cortante basal en el nivel 1°, en el sentido X de 2.09% y en sentido Y de 1.53%, el caso 3 para una de dosificación al 8% alcanzó una máxima cortante basal en el nivel 1°, en el sentido X de 3.69% y en sentido Y de 3.06% y el caso 4 para una de dosificación al 12% alcanzó una máxima cortante basal en el nivel 1°, en el sentido X de 5.36% y en sentido Y de 4.68%. Esto sugiere que la adición de polvo residual de cerámica en la mezcla de construcción puede aumentar la resistencia de las estructuras a las fuerzas sísmicas en ambas direcciones (X y Y) y en ambos niveles (1° nivel y 2° nivel).

### Máximas deformaciones



*Figura 45.* Deformaciones generadas por el Sismo Dinámico X-X

Fuente: Elaboración propia (2023)



*Figura 46.* Deformaciones generadas por el Sismo Dinámico Y-Y

Fuente: Elaboración propia (2023)

**Tabla 14.** Máximas deformaciones

Muestra		Maximas deformaciones (m)		
		Niveles	Sismo Dinámico X-X	Sismo Dinámico Y-Y
Muestra Patrón	Caso 1	1°	0.00070	0.00346
		2°	0.00127	0.00828
4%	Caso 2	1°	0.00074	0.00358
		2°	0.00133	0.00853
8%	Caso 3	1°	0.00075	0.00363
		2°	0.00135	0.00865
12%	Caso 4	1°	0.00076	0.00368
		2°	0.00137	0.00878

Fuente: Elaboración propia (2023)

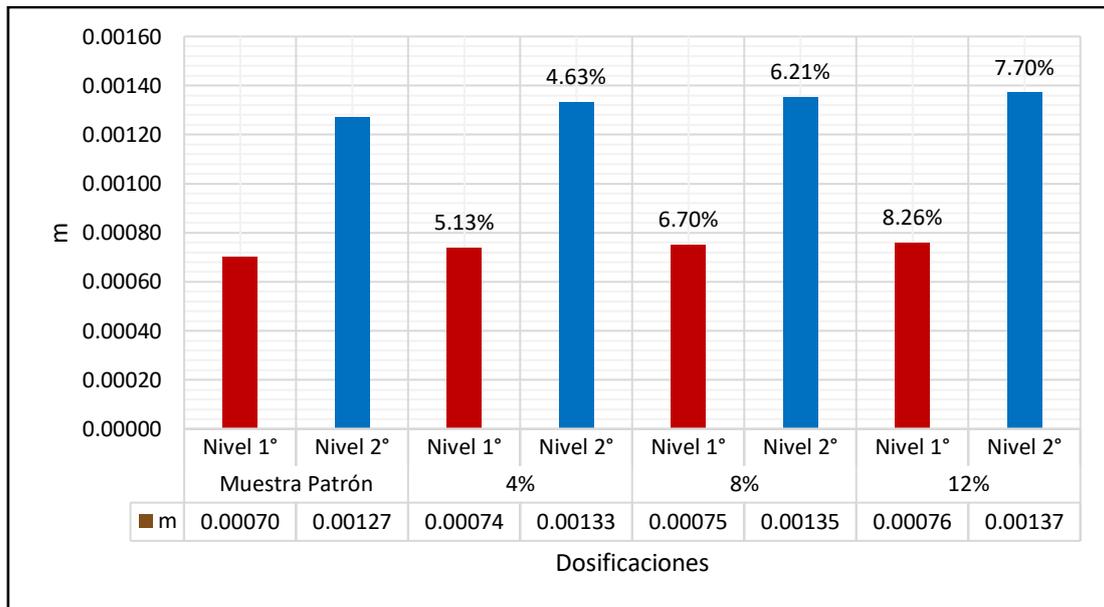
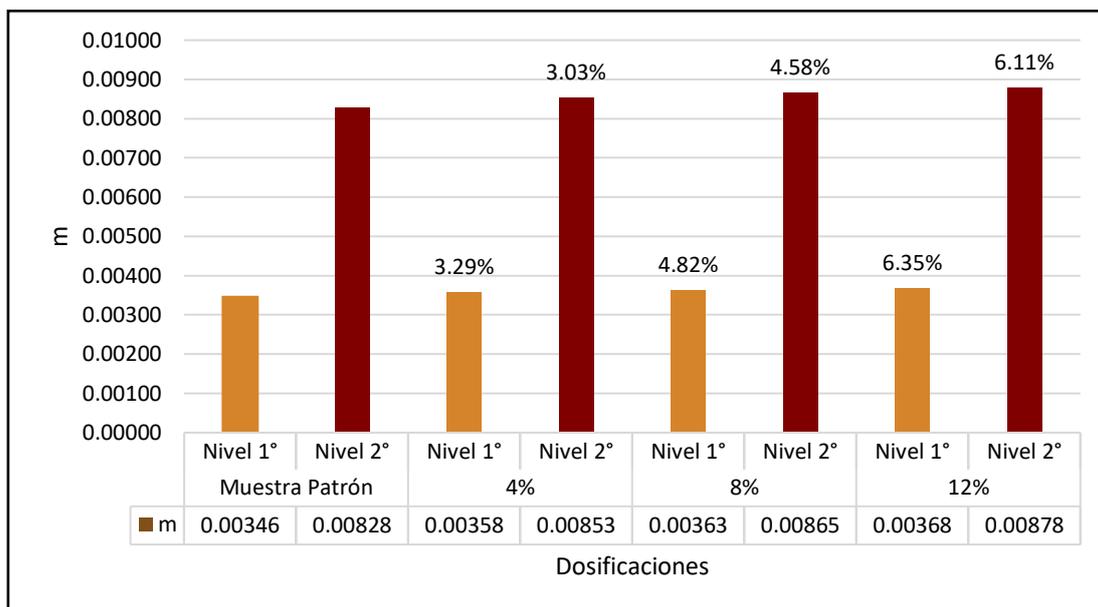


Figura 47. Máximas deformaciones en el Sismo Dinámico X-X

Fuente: Elaboración propia (2023)



*Figura 48.* Máximas deformaciones en el Sismo Dinámico Y-Y

Fuente: Elaboración propia (2023)

La tabla 14 y figuras 47 y 48 muestra las máximas deformaciones que experimentan las unidades de adobe en respuesta a sismos dinámicos en las direcciones X y Y. Se observa que a medida que aumenta el porcentaje de polvo residual de cerámica, las máximas deformaciones también aumentan en ambas direcciones y en ambos niveles, se evidencia que las máximas deformaciones se están concentrando más en el 2° nivel. El caso 1 para la muestra patrón presentó una máxima deformación en el nivel 2°, en el sentido X de 0.00070 (0%) y en el sentido Y de 0.00346 (0%), mientras que el caso 2 para una de dosificación al 4% alcanzó una máxima deformación en el nivel 2°, en el sentido X de 4.63% y en sentido Y de 3.03%, el caso 3 para una de dosificación al 8% alcanzó una máxima deformación en el nivel 2°, en el sentido X de 6.21% y en sentido Y de 4.58% y el caso 4 para una de dosificación al 12% alcanzó una máxima deformación en el nivel 2°, en el sentido X de 7.70 % y en sentido Y de 6.11%. Estos resultados son importantes para evaluar la habilidad de la estructura para soportar sismos y para determinar si se requieren medidas adicionales de refuerzo sísmico. En general, se observa que las unidades de adobe estabilizadas con polvo residual de cerámica experimentan ligeramente mayores deformaciones en comparación con el patrón, lo que indica una menor capacidad de resistencia a sismos.

## Máximas derivas

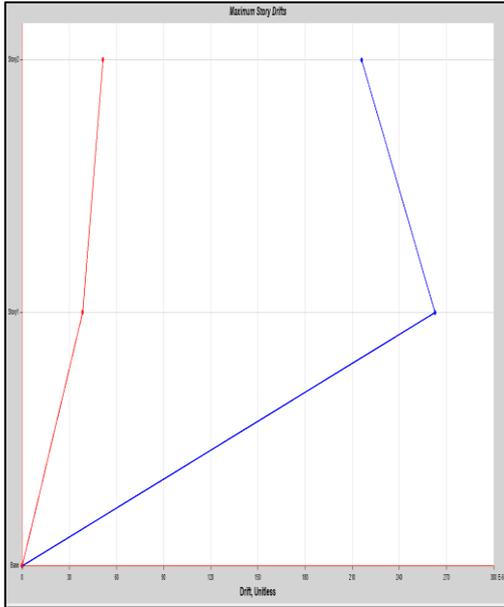


Figura 49. Derivas generadas por el Sismo Dinámico X-X

Fuente: Elaboración propia (2023)

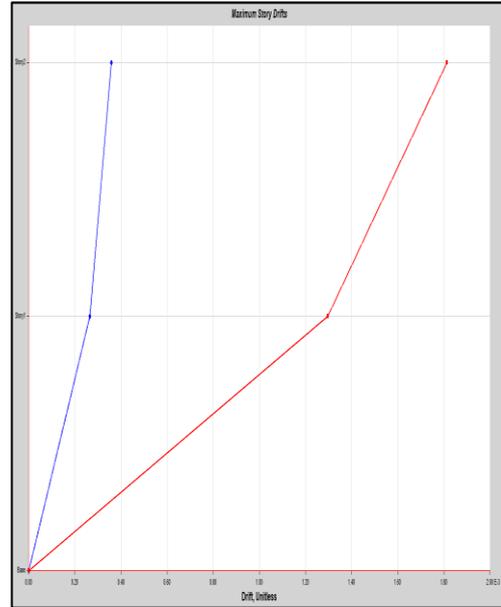


Figura 50. Derivas generadas por el Sismo Dinámico Y-Y

Fuente: Elaboración propia (2023)

Tabla 15. Máximas derivas

Muestra		Maximas derivas			Verificación	
		Niveles	Sismo Dinámico X-X	Sismo Dinámico Y-Y	Limite de distorsión ( $\Delta i$ )	
Muestra Patrón	Caso 1	1°	0.00056	0.00278	$\leq 0.00500$	Cumple
		2°	0.00046	0.00389	$\leq 0.00500$	Cumple
4%	Caso 2	1°	0.00059	0.00287	$\leq 0.00500$	Cumple
		2°	0.00048	0.00400	$\leq 0.00500$	Cumple
8%	Caso 3	1°	0.00060	0.00292	$\leq 0.00500$	Cumple
		2°	0.00049	0.00406	$\leq 0.00500$	Cumple
12%	Caso 4	1°	0.00061	0.00296	$\leq 0.00500$	Cumple
		2°	0.00050	0.00412	$\leq 0.00500$	Cumple

Fuente: Elaboración propia (2023)

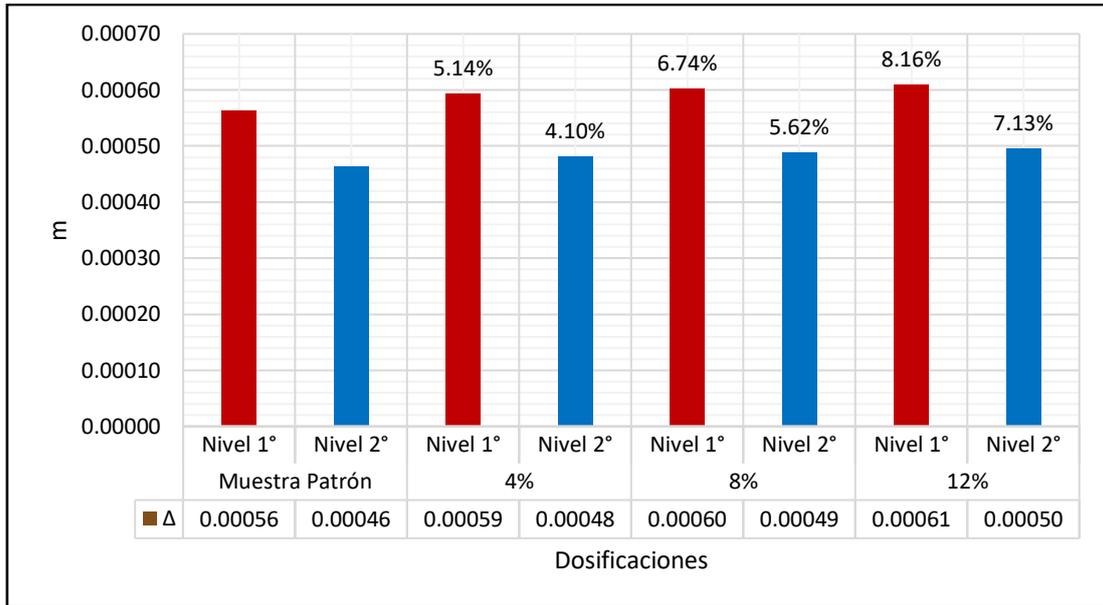


Figura 51. Máximas derivas en el Sismo Dinámico X-X

Fuente: Elaboración propia (2023)

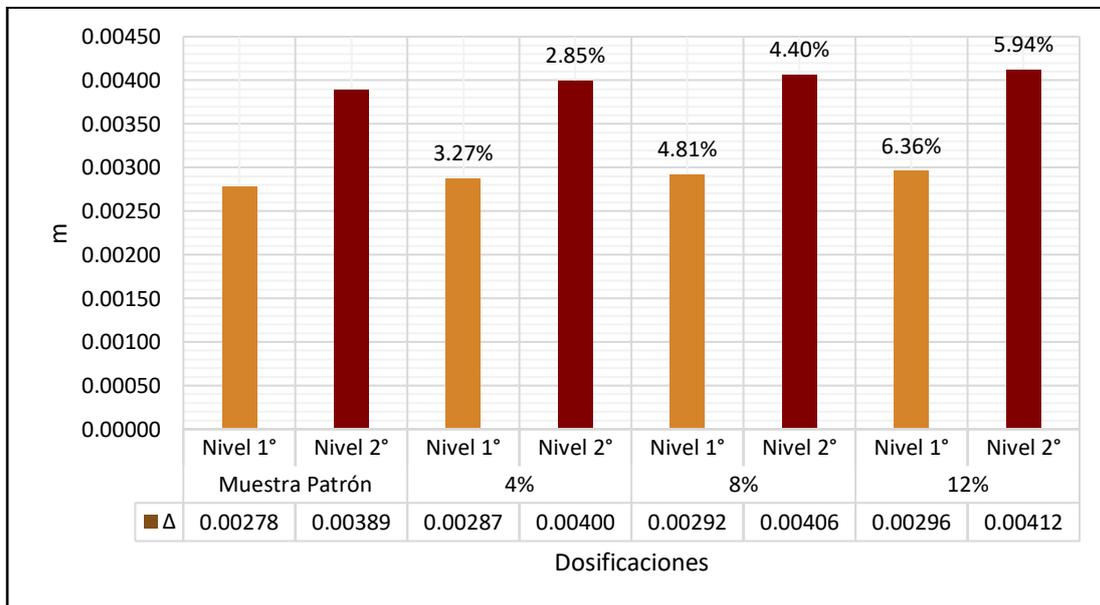


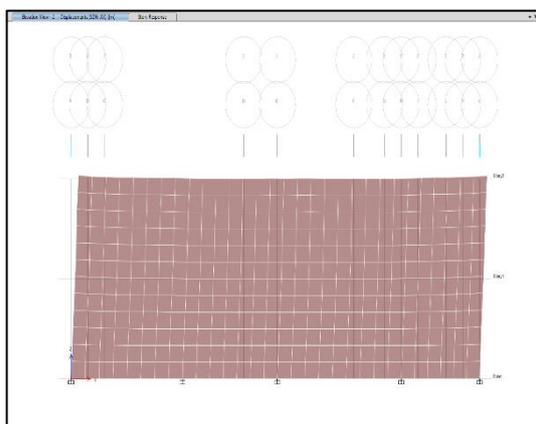
Figura 52. Máximas derivas en el Sismo Dinámico Y-Y

Fuente: Elaboración propia (2023)

La tabla 15 y figuras 51 y 52 representan las máximas derivas, es decir, los límites de distorsión, en una edificación de adobe en respuesta a diferentes porcentajes de polvo residual de cerámica. Se observa que a medida que aumenta el porcentaje de polvo residual de cerámica, las máximas derivas

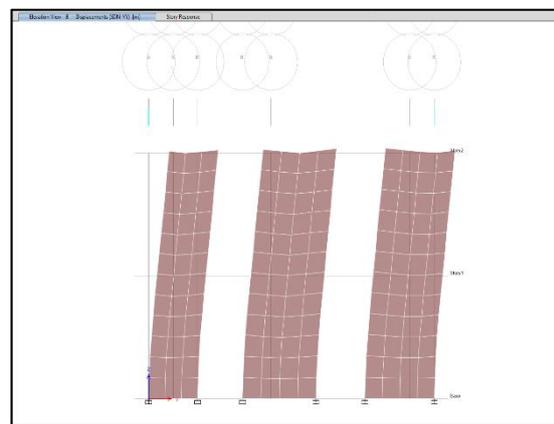
también aumentan en ambas direcciones y en ambos niveles, se evidencia que las máximas deformaciones se están concentrando más en el 2° nivel en el sentido Y, esto se debe a que en el modelado el sentido Y es el más corto, lo que ocasiona menos cantidad existente de muros de adobe, generando mayores fuerzas y deformaciones en ese sentido. El caso 1 para la muestra patrón presentó una máxima deriva en el nivel 2°, en el sentido Y de 0.00389 (0%), mientras que el caso 2 para una de dosificación al 4% alcanzó una máxima deformación en el nivel 2°, en el sentido Y de 2.85%, el caso 3 para una de dosificación al 8% alcanzó una máxima deriva en el nivel 2°, en sentido Y de 4.40% y el caso 4 para una de dosificación al 12% alcanzó una máxima deformación en el nivel 2°, en sentido Y de 5.94%. Estos valores son fundamentales para evaluar cómo la estructura se comporta durante un terremoto y para determinar si se requieren medidas adicionales de refuerzo sísmico. Las derivas tienden a aumentar con un mayor porcentaje de polvo residual de cerámica sobre todo en el sentido Y, cabe resaltar que todas las derivas en ambos sentidos de todos los casos cumplen según el Artículo 32 del RNE 0.30 en donde especifica que para un sistema de albañilería los límites de distorsión ( $\Delta_i$ ) deben ser menor o igual a 0.005.

### Desplazamientos relativos



*Figura 53.* Deformaciones generadas por el Sismo Dinámico X-X

Fuente: Elaboración propia (2023)



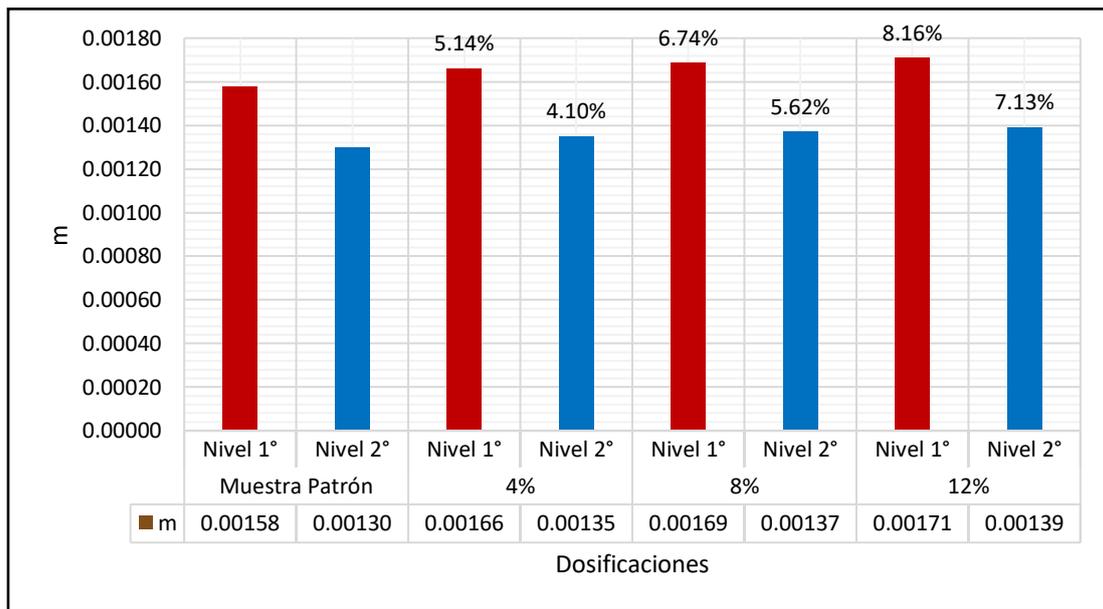
*Figura 54.* Deformaciones generadas por el Sismo Dinámico Y-Y

Fuente: Elaboración propia (2023)

**Tabla 16.** Desplazamientos relativos

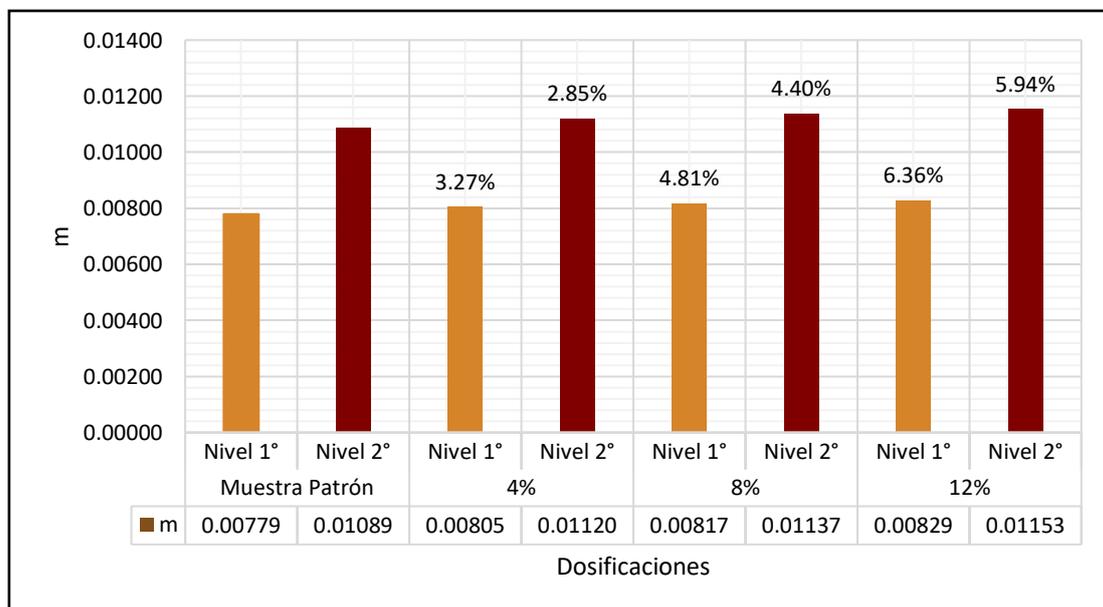
Muestra		Desplazamiento relativos maximos (m)			Verificación	
		Niveles	Sismo Dinámico X-X	Sismo Dinámico Y-Y	Limite de desplazamiento ( $\Delta i \times h$ )	
Muestra Patrón	Caso 1	1°	0.00158	0.00779	$\leq 0.014$	Cumple
		2°	0.00130	0.01089	$\leq 0.014$	Cumple
4%	Caso 2	1°	0.00166	0.00805	$\leq 0.014$	Cumple
		2°	0.00135	0.01120	$\leq 0.014$	Cumple
8%	Caso 3	1°	0.00169	0.00817	$\leq 0.014$	Cumple
		2°	0.00137	0.01137	$\leq 0.014$	Cumple
12%	Caso 4	1°	0.00171	0.00829	$\leq 0.014$	Cumple
		2°	0.00139	0.01153	$\leq 0.014$	Cumple

Fuente: Elaboración propia (2023)



**Figura 55.** Desplazamientos relativos en el Sismo Dinámico X-X

Fuente: Elaboración propia (2023)



*Figura 56.* Desplazamientos relativos en el Sismo Dinámico Y-Y

Fuente: Elaboración propia (2023)

La tabla 16 y figuras 55 y 56 nos permite observar cómo los desplazamientos relativos en los ejes X y Y de la edificación de adobe varían en función de los niveles de sismo dinámico y las dosificaciones de polvo residual de cerámica. Por otro lado, al comparar los desplazamientos relativos en los ejes X e Y, se puede observar que los desplazamientos en el eje Y son generalmente mayores que los desplazamientos en el eje X. Esto puede ser atribuido a que al ser el sentido que cuenta con menor cantidad de muros de adobe se tienden a generar mayores fuerzas y deformaciones en el eje. El caso 1 para la muestra patrón presentó un máximo desplazamiento relativo en el nivel 2º, en el sentido Y de 0.01089 (0%), mientras que el caso 2 para una de dosificación al 4% alcanzó un máximo desplazamiento relativo en el nivel 2º, en el sentido Y de 2.85%, el caso 3 para una de dosificación al 8% alcanzó un máximo desplazamiento relativo en el nivel 2º, en el sentido Y de 4.40% y el caso 4 para una de dosificación al 12% alcanzó una máxima deformación en el nivel 2º, en el sentido Y de 5.94%. Cabe resaltar que todos los desplazamientos relativos en ambos sentidos de todos los casos cumplen según el Artículo 31 del RNE 0.30 en donde especifica que los desplazamientos relativos hallados deben ser menor o igual a la multiplicación del límite de distorsión ( $\Delta_i = 0.005$ ) por la altura que existe entre cada nivel ( $h = 2.80\text{m}$ ), siendo el valor de 0.0014.

## Rigidez de la estructura

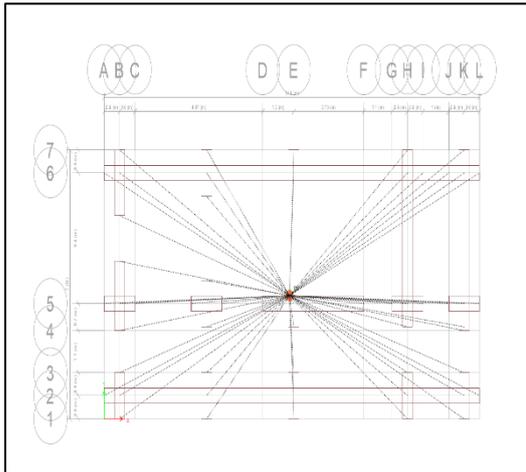


Figura 57. Asignación de diafragma rígido en planta

Fuente: Elaboración propia (2023)

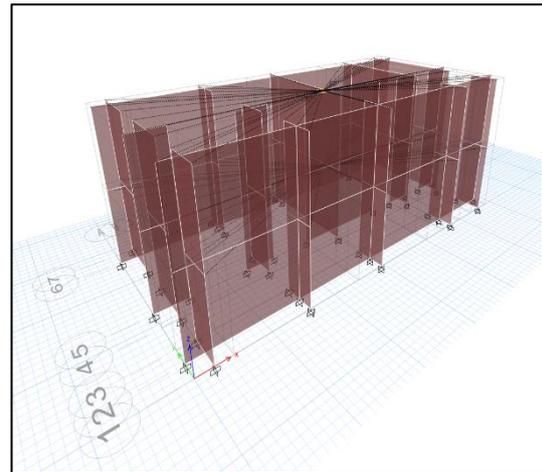


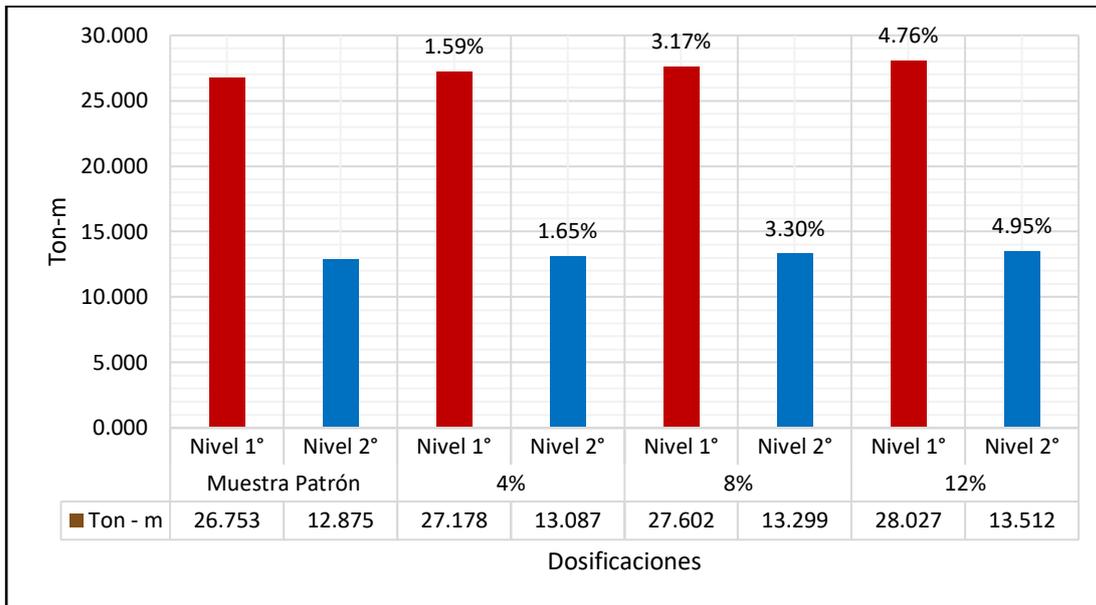
Figura 58. Diafragma rígido en niveles

Fuente: Elaboración propia (2023)

Tabla 17. Rigidez de la estructura

Muestra		Niveles	Rigidez en la estructura (Ton - m)
Muestra Patrón	Caso 1	Nivel 1°	26.753
		Nivel 2°	12.875
4%	Caso 2	Nivel 1°	27.178
		Nivel 2°	13.087
8%	Caso 3	Nivel 1°	27.602
		Nivel 2°	13.299
12%	Caso 4	Nivel 1°	28.027
		Nivel 2°	13.512

Fuente: Elaboración propia (2023)



*Figura 59.* Rigidez de la estructura

Fuente: Elaboración propia (2023)

La tabla 17 y la figura 59 proporciona información sobre la rigidez de una estructura de adobe en diferentes dosificaciones de polvo residual de cerámica. En el caso 1 para la muestra patrón presentó una rigidez en el nivel 1° de 26.753 (0%) y en el nivel 2° de 12.875 (0%), mientras que el caso 2 para una de dosificación al 4% alcanzó una rigidez de 1.59% y en el nivel 2° de 1.65% el caso 3 para una de dosificación al 8% alcanzó una rigidez en el nivel 1° de 3.17% y en nivel 2° de 3.30% y el caso 4 para una de dosificación al 12% alcanzó rigidez en el nivel 1° de 4.76% y en el nivel 2° de 4.95%. Lo que indica que a medida que aumenta el porcentaje de la muestra, la rigidez de la estructura aumenta. La rigidez es una propiedad importante de la estructura que influye en su capacidad para resistir cargas y deformaciones, por lo que estos resultados son relevantes para evaluar la efectividad de la inclusión de residuo de cerámica en polvo en la construcción de estructuras de adobe.

## Periodos de vibración

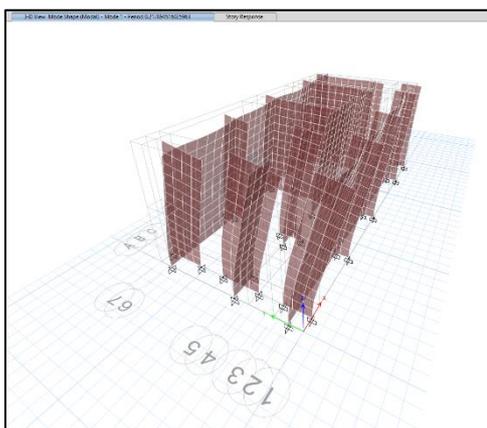


Figura 60. Asignación de diafragma rígido en planta

Fuente: Elaboración propia (2023)

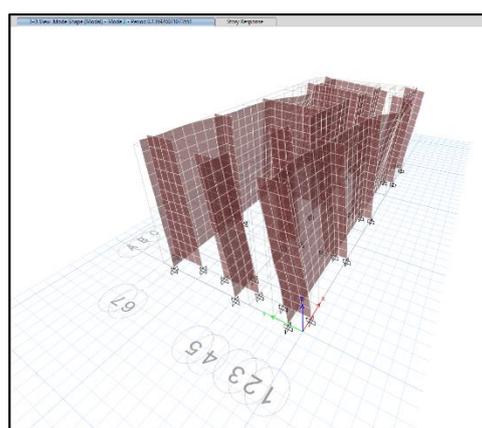


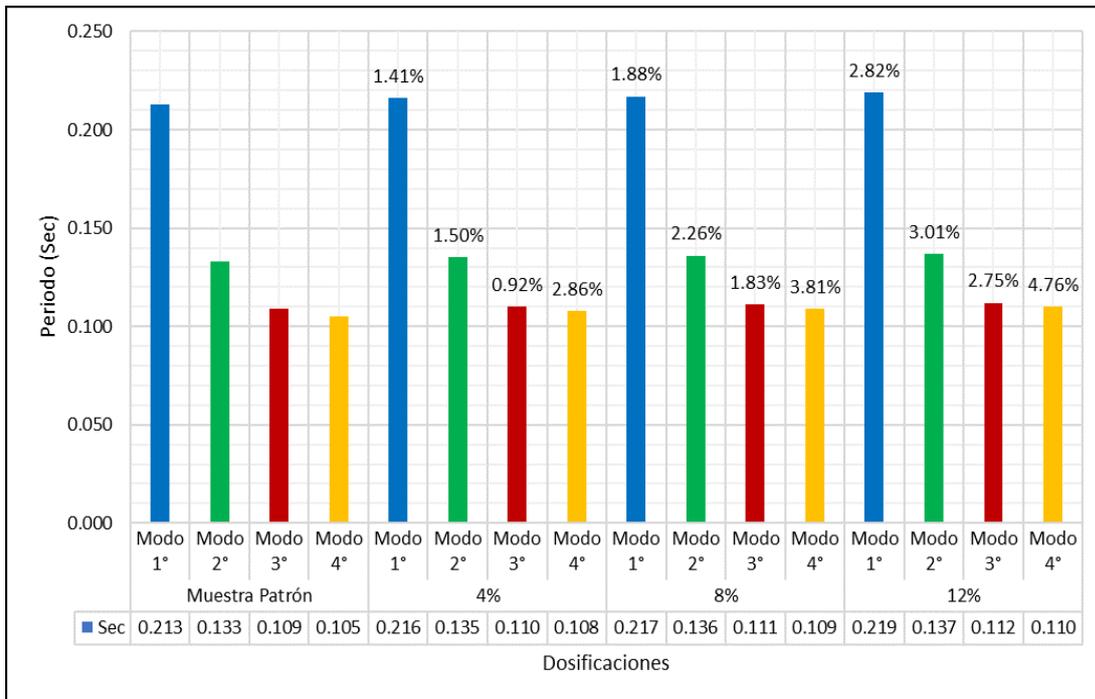
Figura 61. Diafragma rígido en niveles

Fuente: Elaboración propia (2023)

Tabla 18. Periodos de vibración

Muestra	Periodos de vibración		% Influencia
	Modos	Periodo sec	
Muestra Patrón	1°	0.213	0.00
	2°	0.133	0.00
	3°	0.109	0.00
	4°	0.105	0.00
4%	1°	0.216	1.41
	2°	0.135	1.50
	3°	0.110	0.92
	4°	0.108	2.86
8%	1°	0.217	1.88
	2°	0.136	2.26
	3°	0.111	1.83
	4°	0.109	3.81
12%	1°	0.219	2.82
	2°	0.137	3.01
	3°	0.112	2.75
	4°	0.110	4.76

Fuente: Elaboración propia (2023)



*Figura 62.* Periodos de vibración

Fuente: Elaboración propia (2023)

La tabla 18 y figuras 61 y 62 nos permite observar cómo los cuatro primeros periodos de la edificación de adobe varían en función a las dosificaciones de polvo residual de cerámica. Por otro lado, al comparar cada uno de los modos de vibración, se puede observar el primer modo en general para todos los casos son mayores. Este primer modo tiene la peculiaridad que produce una torsión de giro en planta, esto es atribuido que al trabajar con un sistema de albañilería en general tienen menos ductibilidad, esto genera menor capacidad para poder disipar energía sísmica. El caso 1 para la muestra patrón presentó un máximo periodo de vibración de 0.213 (0%), mientras que el caso 2 para una de dosificación al 4% alcanzó un máximo periodo de vibración de 1.41%, el caso 3 para una de dosificación al 8% alcanzó un máximo periodo de vibración de 1.88% y el caso 4 para una de dosificación al 12% alcanzó un máximo periodo de vibración de 2.82%.

#### 4.5. Contrastación de hipótesis

##### Contraste de hipótesis:

##### Polvo residual de cerámica y propiedades mecánicas del adobe

Para la contrastación se planearon las siguientes hipótesis:

H<sub>0</sub>: El uso del polvo residual de cerámica como agente estabilizante no modifica significativamente las propiedades mecánicas del adobe en diferentes proporciones.

H<sub>a</sub>: El uso del polvo residual de cerámica como agente estabilizante modifica significativamente las propiedades mecánicas del adobe en diferentes proporciones.

##### Resistencia a la compresión de unidades

Para el nivel de significancia para la resistencia a la compresión de unidades se utilizó la siguiente tabla:

**Tabla 19.** *Rango de nivel de significancia para la resistencia a la compresión en unidades*

0 - 10.00%	No es significativo
10.01% - 20.00%	Es significativo
20.01% <	Muy significativo

Fuente: Elaboración propia (2023)

**Tabla 20.** *Resumen del rango de nivel de significancia para la resistencia a la compresión en unidades*

Dosificaciones	Influencia	Rango de nivel de significancia
Muestra Patrón	-	-
4%	7.00%	No es significativo
8%	19.30%	Es significativo
12%	22.80%	Muy significativo

Fuente: Elaboración propia (2023)

En base a la tabla 19 y 20, se puede concluir que la resistencia a compresión en unidades presenta diferencias significativas en las dosis evaluadas. La dosificación de 4% tiene una influencia de 7.00% (6.10 kg/cm<sup>2</sup>) ubicándose en un rango no significativo. La dosificación de 8% tiene una influencia de 19.30%

(6.80 kg/cm<sup>2</sup>) ubicándose en un rango significativo. Por último, la dosificación de 12% tiene una influencia de 22.80% (22.80 kg/cm<sup>2</sup>) ubicándose en un rango muy significativo (Ver tabla 9).

### Resistencia a carga puntual axial de unidades

Para el nivel de significancia para la carga puntual axial de unidades se utilizó la siguiente tabla:

**Tabla 21.** *Rango de nivel de significancia para la resistencia a carga puntual axial*

0 - 2.00%	No es significativo
2.01% - 4.00%	Es significativo
4.01% <	Muy significativo

Fuente: Elaboración propia (2023)

**Tabla 22.** *Resumen del rango de nivel de significancia para la resistencia a carga puntual axial*

Dosificaciones	Influencia	Rango de nivel de significancia
<b>Muestra Patrón</b>	-	-
<b>4%</b>	2.31%	No es significativo
<b>8%</b>	3.10%	Es significativo
<b>12%</b>	3.70%	Es significativo

Fuente: Elaboración propia (2023)

En base a la tabla 21 y 22, se puede concluir que la resistencia a compresión en unidades presenta diferencias significativas en las dosis evaluadas. La dosificación de 4% tiene una influencia de 2.31% (kg/cm<sup>2</sup>) ubicándose en un rango no significativo. La dosificación de 8% tiene una influencia de 3.10% (kg/cm<sup>2</sup>) ubicándose en un rango significativo. Por último, la dosificación de 12% tiene una influencia de 3.70% (kg/cm<sup>2</sup>) ubicándose en un rango significativo (Ver tabla 10).

### Resistencia a la compresión en murete

Para el nivel de significancia para la resistencia a la compresión en murete se utilizó la siguiente tabla:

**Tabla 23.** Nivel de significancia a la resistencia para la compresión en murete

0 - 7%	No es significativo
7.01% - 14.00%	Es significativo
14.01% <	Muy significativo

Fuente: Elaboración propia (2023)

**Tabla 24.** Resumen del rango de nivel de significancia de resistencia para la compresión en murete con su nivel de significancia

Dosificaciones	Influencia	Rango de nivel de significancia
<b>Muestra Patrón</b>	-	-
<b>4%</b>	4.30%	No es significativo
<b>8%</b>	13.00%	Es significativo
<b>12%</b>	21.70%	Muy significativo

Fuente: Elaboración propia (2023)

En base a la tabla 23 y 24, se puede concluir que la resistencia a compresión en murete presenta diferencias significativas en las dosis evaluadas. La dosificación de 4% tiene una influencia de 4.30% (2.40 kg/cm<sup>2</sup>) ubicándose en un rango no significativo. La dosificación de 8% tiene una influencia de 13% (2.60 kg/cm<sup>2</sup>) ubicándose en un rango significativo. Por último, la dosificación de 12% tiene una influencia de 21.70% (2.80 kg/cm<sup>2</sup>) ubicándose en un rango muy significativo (Ver tabla 11).

### Compresión axial de pilas

Para el nivel de significancia para la resistencia a la compresión axial de pilas se utilizó la siguiente tabla:

**Tabla 25.** Rango de nivel significancia para la compresión axial de pilas

0 - 15.00%	No es significativo
15.01% - 30.00%	Es significativo
30.01% <	Muy significativo

Fuente: Elaboración propia (2023)

**Tabla 26.** Resumen de rango de nivel de significancia para la compresión axial de pila.

Dosificaciones	Influencia	Rango de nivel de significancia
<b>Muestra Patrón</b>	-	-
<b>4%</b>	16.67%	Es significativo
<b>8%</b>	33.33%	Muy significativo
<b>12%</b>	47.22%	Muy significativo

Fuente: Elaboración propia (2023)

En base a la tabla 25 y 26, se puede concluir que la resistencia a compresión en axial de pila presenta diferencias significativas en las dosis evaluadas. La dosificación de 4% tiene una influencia de 16.67% (4.20 kg/cm<sup>2</sup>) ubicándose en un rango significativo. La dosificación de 8% tiene una influencia de 33.33% (4.80 kg/cm<sup>2</sup>) ubicándose en un rango muy significativo. Por último, la dosificación de 12% tiene una influencia de 47.22% (5.30 kg/cm<sup>2</sup>) ubicándose en un rango muy significativo (Ver tabla 12).

Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula (H<sub>0</sub>) y se acepta hipótesis alterna (H<sub>a</sub>), demostrando que el uso del polvo residual de cerámica como agente estabilizante modifica significativamente las propiedades mecánicas del adobe estabilizado.

### **Contraste de hipótesis: Polvo residual de cerámica y desempeño sísmico del adobe**

Para la contrastación se planearon las siguientes hipótesis:

H<sub>0</sub>: El desempeño sísmico de una edificación de adobe estabilizado con polvo residual de cerámica no varía significativamente

H<sub>a</sub>: El desempeño sísmico de una edificación de adobe estabilizado con polvo residual de cerámica varía significativamente

### **Cortante basal**

Para el nivel de significancia de la cortante basal se utilizó la siguiente tabla:

**Tabla 27.** *Rango de nivel de significancia para la cortante basal*

Rango de influencia	
0 - 2.00%	No es significativo
2.01% - 4.00%	Es significativo
4.01% <	Muy significativo

Fuente: Elaboración propia (2023)

**Tabla 28.** *Resumen de rango de nivel de significancia de la cortante basal*

Niveles	Dosificaciones	Influencia (X-X)	Rango de nivel de significancia	Influencia (Y-Y)
1°	Muestra Patrón	-	-	-
	4%	2.09%	No es significativo	1.51%
	8%	3.69%	Es significativo	3.11%
	12%	5.29%	Muy significativo	4.71%
2°	Muestra Patrón	-	-	-
	4%	2.07%	No es significativo	1.56%
	8%	3.71%	Es significativo	3.20%
	12%	5.36%	Muy significativo	4.83%

Fuente: Elaboración propia (2023)

En base a la tabla 27 y 28, se puede concluir que la cortante basal presenta diferencias significativas en las dosis evaluadas. Para el primer y segundo nivel en ambas direcciones, para una dosificación de 4% tiene una influencia menor 2.00% ubicándose en un rango no significativo. La dosificación de 8% se encuentra entre una influencia de 2.01% a 4.00% ubicándose en un rango significativo. Por último, la dosificación de 12% tiene una influencia mayor al 4.01% ubicándose en un rango muy significativo (Ver tabla 13).

### Máximas deformaciones

Para el nivel de significancia de las máximas deformaciones se utilizó la siguiente tabla:

**Tabla 29.** *Rango de nivel de significancia para las máximas deformaciones*

Rango de influencia	
0 - 3.00%	No es significativo
3.01% - 6.00%	Es significativo
6.01% <	Muy significativo

Fuente: Elaboración propia (2023)

**Tabla 30.** *Resumen de rango de nivel de significancia para las máximas deformaciones*

Niveles	Dosificaciones	Influencia (X-X)	Rango de nivel de significancia	Influencia (Y-Y)
1°	Muestra Patrón	-	-	-
	4%	5.13%	Es significativo	3.29%
	8%	6.70%	Es significativo	4.82%
	12%	8.26%	Muy significativo	6.35%
2°	Muestra Patrón	-	-	-
	4%	4.63%	Es significativo	3.03%
	8%	6.21%	Es significativo	4.58%
	12%	7.70%	Muy significativo	6.11%

Fuente: Elaboración propia (2023)

En base a la tabla 29 y 30, se puede concluir que las máximas deformaciones presentan diferencias significativas en las dosis evaluadas. Para el primer y segundo nivel en ambas direcciones, para una dosificación de 4% tiene una influencia menor 3.00% ubicándose en un rango no significativo. La dosificación de 8% se encuentra entre una influencia de 3.01% a 6.00% ubicándose en un rango significativo. Por último, la dosificación de 12% tiene una influencia mayor al 6.01% ubicándose en un rango muy significativo (Ver tabla 14).

### Máximas derivas

Para el nivel de significancia de las máximas derivas se utilizó la siguiente tabla:

**Tabla 31.** Rango de nivel de significancia para las máximas derivas

Rango de influencia	
0 - 5.50%	No es significativo
5.51% - 10.00%	Es significativo
10.01% <	Muy significativo

Fuente: Elaboración propia (2023)

**Tabla 32.** Resumen de rango de nivel de significancia para las máximas derivas

Niveles	Dosificaciones	Influencia (X-X)	Rango de nivel de significancia	Influencia (Y-Y)
1°	Muestra Patrón	-	-	-
	4%	5.14%	No es significativo	2.85%
	8%	6.74%	Es significativo	4.40%
	12%	8.16%	Es significativo	5.94%
2°	Muestra Patrón	-	-	-
	4%	4.10%	No es significativo	3.27%
	8%	5.62%	Es significativo	4.81%
	12%	7.13%	Es significativo	6.36%

Fuente: Elaboración propia (2023)

En base a la tabla 31 y 32, se puede concluir que las máximas derivas presentan diferencias significativas en las dosis evaluadas. Para el primer y segundo nivel en ambas direcciones, para una dosificación de 4% tiene una influencia menor de 5.50% ubicándose en un rango no significativo. La dosificación de 8% y 12% se encuentra entre una influencia de 5.51% a 10.00% ubicándose en un rango significativo (Ver tabla 14).

### Desplazamientos relativos

**Tabla 33.** *Rango de nivel de significancia para los desplazamientos relativos*

Rango de influencia	
0 - 5.50%	No es significativo
5.51% - 10.00%	Es significativo
10.01% <	Muy significativo

Fuente: Elaboración propia (2023)

**Tabla 34.** *Resumen de rango de nivel de significancia para los desplazamientos relativos*

Niveles	Dosificaciones	Influencia (X-X)	Rango de nivel de significancia	Influencia (Y-Y)
1°	Muestra Patrón	-	-	-
	4%	5.14%	No es significativo	2.85%
	8%	6.74%	Es significativo	4.40%
	12%	8.16%	Es significativo	5.94%
2°	Muestra Patrón	-	-	-
	4%	4.10%	No es significativo	3.27%
	8%	5.62%	Es significativo	4.81%
	12%	7.13%	Es significativo	6.36%

Fuente: Elaboración propia (2023)

En base a la tabla 33 y 34, se puede concluir que los desplazamientos relativos presentan diferencias significativas en las dosis evaluadas. Para el primer y segundo nivel en ambas direcciones, para una dosificación de 4% tiene una influencia menor de 5.50% ubicándose en un rango no significativo. La dosificación de 8% y 12% se encuentra entre una influencia de 5.51% a 10.00% ubicándose en un rango significativo (Ver tabla 15).

### Rigidez de la estructura

Para el nivel de significancia de la rigidez de la estructura se utilizó la siguiente tabla:

**Tabla 35.** *Rango de nivel de significancia para la rigidez de la estructura*

Rango de influencia	
0 - 2.00%	No es significativo
2.01% - 4.00%	Es significativo
4.01% <	Muy significativo

Fuente: Elaboración propia (2023)

**Tabla 36.** *Resumen de rango de nivel de significancia para la rigidez de la estructura*

Dosificaciones	Nivel 1°	Rango de nivel de significancia	Nivel 2°
<b>Muestra Patrón</b>	-	-	-
<b>4%</b>	1.59%	No es significativo	1.65%
<b>8%</b>	3.17%	Es significativo	3.30%
<b>12%</b>	4.76%	Muy significativo	4.95%

Fuente: Elaboración propia (2023)

En base a la tabla 35 y 36, se puede concluir que la rigidez de la estructura presenta diferencias significativas en las dosis evaluadas. Para el primer y segundo nivel, para una dosificación de 4% cuenta con una influencia menor de 2.00% ubicándose en un rango no significativo. La dosificación de 8% se encuentra entre una influencia de 2.01% a 4.00% ubicándose en un rango significativo. Por último, la dosificación de 12% cuenta con una influencia mayor al 4.01% ubicándose en un rango muy significativo (Ver tabla 17).

### **Periodos de vibración**

Para el nivel de significancia de los periodos de vibración se utilizó la siguiente tabla:

**Tabla 37.** *Rango de nivel de significancia para los periodos de vibración*

Rango de influencia	
Modo 1°	
0 - 1.00%	No es significativo
1.01% - 3.00%	Es significativo
3.01% <	Muy significativo
Modo 2°	
0 - 1.50%	No es significativo
1.51% - 3.50%	Es significativo
3.51% <	Muy significativo
Modo 3°	
0 - 2.00%	No es significativo
2.01% - 4.00%	Es significativo
4.01% <	Muy significativo
Modo 4°	
0 - 2.50%	No es significativo
2.51% - 5.00%	Es significativo
5.01% <	Muy significativo

Fuente: Elaboración propia (2023)

**Tabla 38.** *Resumen de rango de nivel de significancia para los periodos de vibración*

Modos	Dosificaciones				Rango de nivel de significancia
	Muestra Patrón	4%	8%	12%	
1°	-	1.41%	1.88%	2.82%	Es significativo
2°	-	1.51%	2.26%	3.01%	Es significativo
3°	-	0.92%	1.83%	2.75%	Es significativo
4°	-	2.86%	3.81%	4.76%	Es significativo

Fuente: Elaboración propia (2023)

En base a la tabla 37 y 38, se puede concluir de manera general que los periodos de vibración de la estructura presentan diferencias significativas en las dosis evaluadas. Para los cuatro primeros modos de vibración de la estructura, la dosificación de 4%, 8% y 12% se encuentran en un rango significativo (Ver tabla 17).

Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta hipótesis alterna ( $H_a$ ), demostrando que el desempeño sísmico de una edificación de adobe estabilizado con polvo residual de cerámica varía significativamente.

## V. DISCUSIÓN

Trinidad (2022) en su investigación “Análisis comparativo entre adobe tradicional y adobe estabilizado con cemento en viviendas del distrito de Aucallama – Huaral 2022” realizaron la comparación cuantitativa entre las capacidades mecánicas de los bloques de adobe fortificados con cemento. en 0%, 2%, 8% y 14%. La investigación fue realizada en Lima - Perú y obtuvo los siguientes resultados en base a los ensayos que realizó, en el primer ensayo de compresión de unidades de ladrillo utilizó 4 muestras para sus distintos porcentajes, estabilizado al 0% tuvo en promedio 10.2 kg/cm<sup>2</sup>; estabilizado al 2% obtuvo 11.1 kg/cm<sup>2</sup>; estabilizado al 8% obtuvo 13.0 kg/cm<sup>2</sup> y estabilizado al 14% promedió 14 kg/cm<sup>2</sup>. En el segundo ensayo el cual es compresión axial de pilas de adobe utilizó 3 muestras para sus distintos porcentajes, estabilizado al 0% obtuvo 6.01 kg/cm<sup>2</sup>; estabilizado al 2% obtuvo 6.5 kg/cm<sup>2</sup>; 8% obtuvo 7.32 kg/cm<sup>2</sup> y estabilizado al 14% promedió 8.28 kg/cm<sup>2</sup>. Finalmente, en el último ensayo de resistencia a la tracción de murete utilizó 2 muestras para sus distintos porcentajes, estabilizado al 0% obtuvo 0.252 kg/cm<sup>2</sup>; estabilizado al 2% promedió 0.427 kg/cm<sup>2</sup>; estabilizado al 8% obtuvo 0.638 kg/cm<sup>2</sup> y la muestra estabilizada al 14% promedió 1.0165 kg/cm<sup>2</sup>. En contraste a la investigación presentada el adobe estabilizado con cemento del antecedente y el adobe estabilizado con polvo residual de cerámica. Las dos investigaciones se centran en el ámbito nacional y abordan un rango de porcentajes de adición que va desde el 0% hasta el 14%. En ambas investigaciones se llevaron a cabo ensayos con el fin de determinar con certeza si la adición de estabilizantes en diferentes porcentajes mejora el comportamiento mecánico del adobe. La autora realizó cuatro ensayos específicos para medir la resistencia a la compresión y tracción del material. Se observó que, mediante el incremento de porcentaje de adición de cemento, la resistencia a la compresión y tracción de las unidades de adobe y muretes aumentaba. Sin embargo, de los cuatro ensayos de compresión y tracción realizados, solo se registraron mejoras significativas en dos de ellos. No obstante, ambos estudios coinciden en que, al añadir un estabilizante a un grupo de unidades de adobe para la construcción de pilas de este material, se experimenta un aumento en la resistencia a la compresión axial ( $f'm$ ).

Salvador (2019) en su investigación “Evaluación del comportamiento a compresión de las unidades de adobe convencional frente a las unidades de

adobe estabilizado con cemento y asfalto Caraz 2019". Realizó la comparación cuantitativa del adobe estabilizado con cemento y asfalto en los porcentajes al 0%, 3%, 6% y 9%. La investigación se realizó en Ancash - Perú y obtuvo los siguientes resultados en base a los ensayos que realizó, en el primer ensayo de compresión de unidades de adobe estabilizado con cemento y asfalto utilizó 3 muestras para sus distintos porcentajes. Al 0% con una curación de 28 días obtuvo de promedio 11.37 kg/cm<sup>2</sup>; estabilizado al 3% las unidades estabilizadas con asfalto con una curación de 28 días promedió 13.17 kg/cm<sup>2</sup> y las unidades estabilizadas con cemento promediaron 11.56 kg/cm<sup>2</sup>; estabilizado con asfalto al 6% con una curación de 28 días promedió 14.38 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que las unidades estabilizadas con cemento promediaron 12.56 kg/cm<sup>2</sup> y las unidades de adobe con asfalto estabilizado al 9% con una curación de 28 días promedió 16.04 kg/cm<sup>2</sup> mientras que las unidades estabilizadas con cemento promediaron 13.80 kg/cm<sup>2</sup>. En contraste a la investigación presentada el adobe estabilizado con cemento y asfalto y el adobe estabilizado con polvo residual de cerámica. Las dos investigaciones se centran en un ámbito nacional y abordan un rango de porcentajes de adición desde el 0% hasta el 12%. En ambas investigaciones se llevó a cabo el ensayo de compresión de las unidades para determinar si la adición de estos materiales influye de manera positiva la resistencia a la compresión de estos. Se observó que a medida que se incrementa el porcentaje de asfalto y de cemento, la resistencia a la compresión aumenta, lo mismo sucede con los ladrillos de adobe estabilizado con polvo residual de cerámica. Sin embargo, hay una diferencia no despreciable en la resistencia a la compresión de las unidades de adobe estabilizado con asfalto y cemento, siendo este primero una mejor alternativa de estabilizante ya que ha mostrado con los ensayos de compresión valores más altos que el adobe estabilizado con cemento al igual que sucede con la adición de polvo residual de cerámica en distintos porcentajes, siendo el 12% la mejor opción.

Vrdoljak (2021) en su investigación "Influence of fly ash addition on physical mechanical properties of clay bricks" recopiló la información de distintos autores que incorporaron la ceniza volante en los ladrillos de adobe. La investigación se realizó en Osijek – Croacia la cual nos comenta que en el estudio de Abbas et al. (2017) adicionó en porcentaje de 0% a 25% de ceniza volante a los ladrillos

de adobe, obtuvo resultados de resistencia a la compresión de 234 kg/cm<sup>2</sup> a 71.38 kg/cm<sup>2</sup>, Leiva et al. (2016) adiciono en porcentaje de 0% a 80% de ceniza volante a los ladrillos de adobe, obtuvo resultados de resistencia a la compresión de 132 kg/cm<sup>2</sup> a 469 kg/cm<sup>2</sup>, Lin (2006) adiciono en porcentaje de 0% a 40% de ceniza volante a los ladrillos de adobe, obtuvo resultados de resistencia a la compresión de 224 kg/cm<sup>2</sup> a 643 kg/cm<sup>2</sup>. En contraste a la investigación presentada el adobe estabilizado con ceniza volante y el adobe estabilizado con polvo residual de cerámica. Esta investigación está centrada en un ámbito internacional y aborda un rango de porcentajes de 0% y 80%. Se observó que el resultado de resistencia a compresión no va en relación directa con el aumento de ceniza volante, esto último no guarda relación con nuestros ensayos de resistencia a la compresión ya que aumenta la resistencia en relación a la cantidad de polvo residual de cerámica. Por ende, la cantidad óptima de ceniza volante varía según el estudio y puede depender de factores como la calidad de la arcilla y la cantidad de ceniza volante utilizada. Se puede concluir que la inclusión de ceniza volante puede resultar beneficiosa para potenciar la resistencia a la compresión de los ladrillos de arcilla, al igual que ocurre con la adición de polvo residual de cerámica.

Joyklad et al. (2022) en su investigación "An investigative study for the prediction of compressive strength of cement-clay interlocking (CCI) hollow brick masonry walls" realizó ensayos de tensión deformación de estructuras de mampostería hechas de ladrillo y arcilla. La investigación se realizó en Tailandia y se observó que la adición de mortero de cemento, independientemente de su tipo, mejoró significativamente la carga máxima de compresión. Sin embargo, el tipo de mortero utilizado afectó el aumento en la carga máxima en comparación con los muros de control. Específicamente, los muros rellenos con cemento NS alcanzaron una carga máxima mayor que los rellenos con OPC. Además, se observó que la adición de barras de acero no solo aumentó la carga máxima, sino que también mejoró el comportamiento posterior a la carga máxima. En contraste a la investigación presentada el desempeño sísmico de muros de ladrillos de arcilla y cemento. En ambas investigaciones se analizaron las respuestas sísmicas del elemento estructural. Se identificó que aumenta significativamente las cargas compresivas máximas y los comportamientos

posteriores mientras que en la nuestra ha habido mejoras en distintos análisis como la cortante basal de la estructura ya que se nota que a medida que se incrementa la cantidad de polvo residual de cerámica en la mezcla, hay un aumento general en los valores de cortante basal. Esto indica que la inclusión de polvo residual de cerámica en la mezcla de construcción podría aumentar la resistencia de las estructuras frente a las fuerzas sísmicas.

Colonia y Diaz (2021) en su investigación “Diseño Sismorresistente De Viviendas De 2 Niveles De Adobe Utilizando Mallas Electrosoldadas En El Distrito De Marcará 2021” utilizaron mallas electrosoldadas en el diseño sismorresistente de viviendas de adobe de dos niveles. La investigación se realizó en Huaraz – Perú y se pudo observar que se mejoró los resultados derivados de pruebas de laboratorio indican que, en el caso de bloques de adobe que no cuentan con mallas electrosoldadas, (ADOBE-01 con  $f'b= 12.31 \text{ kg/cm}^2$  y ADOBE-02 con  $f'b= 8.14 \text{ kg/cm}^2$ ), los valores son inferiores en comparación con los bloques que incorporan las mallas (ADOBE-01 con  $f'b= 73.23 \text{ kg/cm}^2$  y ADOBE-02 con  $f'b= 67.55 \text{ kg/cm}^2$ , cumpliendo con el mínimo de  $f'b=10 \text{ kg/cm}^2$  según la norma E.080). Se observó que las mallas electrosoldadas muestran una menor fuerza sísmica y desplazamiento, confirmando su mejor comportamiento frente a eventos sísmicos. En contraste con la investigación se ve que hay una mejoría añadiendo elementos a los muros una malla electrosoldada y añadiendo un material adicional a la mezcla de adobe como el polvo residual de cerámica en los análisis de la estructura mediante el software ETABS y SAP 2000. En general uso de mallas electrosoldadas en viviendas de adobe logra mitigar la vulnerabilidad sísmica, destacando la eficacia de esta medida en el diseño sismorresistente de estructuras de este tipo al igual que adicionar polvo residual de cerámica en la mezcla de adobe

Jung-Feng et al. (2020) en su investigación “Experimental study on seismic behaviour of adobe wall reinforced with cold-formed thin-walled steel”. La investigación se realizó en Zhengzhou – China y Se realizó un análisis comparativo del modo de falla, el rendimiento histérico, la rigidez, la ductilidad y la capacidad de disipación de energía. Además, se estudiaron las deformaciones en ubicaciones clave del muro de adobe reforzado. Los resultados indicaron que

el comportamiento sísmico del muro reforzado fue significativamente mejor que el del muro sin refuerzo. La carga de fisuración, la carga última, el coeficiente de ductilidad y el consumo de energía aumentaron en un 43.34%, 79.10%, 440% y 560%, respectivamente. Los resultados señalaron que la aplicación de acero de pared delgada conformado en frío mejoró significativamente el rendimiento sísmico del muro de adobe. En contraste con la investigación se ve que hay una mejoría añadiendo elementos a los muros acero de pared delgada y añadiendo un material adicional a la mezcla de adobe como el polvo residual de cerámica. En general uso acero en los muros de las viviendas de adobe logra mitigar la vulnerabilidad sísmica, destacando la eficacia de esta medida en el diseño sismorresistente de estructuras de este tipo al igual que adicionar polvo residual de cerámica en la mezcla de adobe.

## VI. CONCLUSIONES

1. El comportamiento sísmico de una edificación de adobe estabilizado con polvo residual de cerámica afecta significativamente su desempeño ante sismos. A medida que aumenta el porcentaje de polvo, la estructura muestra mayor resistencia a cargas y deformaciones, cumpliendo las normativas establecidas. Sin embargo, variar las cantidades de polvo influye en los periodos de vibración y deformaciones máximas, disminuyendo la capacidad de la estructura para disipar energía sísmica. Esto destaca la necesidad de considerar con cuidado estos aspectos en construcciones sísmicas. El análisis sísmico por desempeño es esencial para identificar condiciones críticas y garantizar la estabilidad y seguridad de las edificaciones. Finalizando que, el comportamiento sísmico de una edificación de adobe estabilizado con polvo residual de cerámica varía significativamente.
2. El uso de polvo residual de cerámica en dosificaciones del 4%, 8% y 12% ha sido crucial para mejorar considerablemente las propiedades mecánicas del adobe. Esto se demuestra en aumentos significativos en la resistencia a la compresión de las unidades, la carga puntual axial, la compresión en muretes y la compresión axial de pilas. Estos resultados sólidos respaldan la viabilidad y eficacia de esta técnica en aplicaciones prácticas y constructivas, evidenciando mejoras notables en la capacidad de resistir fuerzas y compresiones. Y finalizando que, el uso del polvo residual de cerámica como agente estabilizante modifica significativamente las propiedades mecánicas del adobe en diferentes proporciones.
3. El análisis del desempeño sísmico de la edificación de adobe estabilizado con distintas concentraciones de polvo residual de cerámica (4%, 8% y 12%) revela mejoras notables en su comportamiento estructural. Se observa un aumento en la cortante basal y la resistencia ante fuerzas sísmicas al incrementar el porcentaje de polvo residual, cumpliendo con estándares establecidos. Sin embargo, se detecta un incremento en las máximas deformaciones en respuesta a sismos dinámicos, especialmente

en el 2° nivel, al aumentar la proporción de polvo, indicando una ligera disminución en la capacidad general de resistencia sísmica. La variación en las dosificaciones también afecta los periodos de vibración, disminuyendo la capacidad de la estructura para disipar la energía sísmica. A pesar de mejorar algunos aspectos del desempeño sísmico, se evidencia una reducción en la capacidad de disipación de energía y deformación, lo que subraya la necesidad de considerar cuidadosamente estos factores al emplear esta técnica en construcciones sujetas a actividad sísmica. Concluyendo que, el desempeño sísmico de una edificación de adobe estabilizado con polvo residual de cerámica varía significativamente.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar un análisis detallado y cuidadoso de las dosificaciones del polvo residual de cerámica al emplear esta técnica en construcciones sísmicas. Aunque las dosificaciones del 4%, 8% y 12% han mostrado mejoras sustanciales en el comportamiento sísmico, se insta a evaluar minuciosamente estas dosificaciones para garantizar una óptima capacidad de resistencia y disipación de energía durante sismos. Se enfatiza la importancia de ajustar las dosificaciones de manera precisa mediante estudios más específicos para mantener la integridad estructural y la seguridad de la población ante eventos sísmicos.
2. Realizar diversas investigaciones adicionales para mejorar la ingeniería sostenible y económica en la construcción. Se insta a priorizar la identificación de esfuerzos autóctonos específicos de la región, explorar nuevos agregados naturales estabilizantes para mejorar la resistencia a la compresión del adobe y seguir las pautas establecidas en la norma NTP E0.80 para el asentamiento de pilas de adobe, especialmente enfocándose en el diseño y construcción con tierra reforzada. Además, se recomienda llevar a cabo ensayos de tracción por flexión para determinar los valores de los momentos flectores y prevenir posibles colapsos en las estructuras. Se incentiva la realización de investigaciones comparativas entre diferentes tipos de adobes, explorando estabilizaciones alternativas y técnicas de compactación mecánica para mejorar la calidad, reducir costos y promover la sostenibilidad en la ingeniería de construcción.
3. La necesidad de un enfoque equilibrado al utilizar adobe estabilizado con polvo residual de cerámica en construcciones sísmicamente activas. Aunque esta técnica mejora aspectos del desempeño sísmico, se recomienda ponderar cuidadosamente la distribución de deformaciones, la capacidad de disipación de energía y la resistencia estructural para lograr una aplicación óptima en entornos sísmicos. Se sugiere considerar un diseño estructural más equilibrado en futuras construcciones para abordar la distribución desigual de deformaciones, especialmente en niveles con menor presencia de muros de adobe. Además, se resalta la

importancia de evaluar minuciosamente las proporciones de polvo residual debido a su relación con el incremento en máximas deformaciones y una potencial disminución en la capacidad de resistencia sísmica, así como su impacto en la capacidad de la estructura para disipar la energía sísmica.

## REFERENCIAS

ALVAREZ, D. et al. Características de las materias primas usadas por las empresas del sector cerámico del área metropolitana de Cúcuta (Colombia) [en línea]. Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio. 2018. vol. 57, no. 6, ISSN 0366-3175. DOI 10.1016/j.bsecv.2018.04.002. [fecha de consulta 4 de mayo de 2023].

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0366317518300293>

ALVAREZ, O. y MORAN, M. Comportamiento sísmico de los muros de adobe en edificaciones patrimoniales [en línea]. Revista Cubana Ingeniería. 23 de febrero de 2017. [fecha de consulta 16 de mayo de 2023].

Disponible en:

<https://rci.cujae.edu.cu/index.php/rci/article/view/558/pdf>

AMIEL, J., Las variables en el método científico [en línea]. Revista de la Sociedad Química del Perú. 2017. vol. 73, no. 3, [consulta: 8 junio 2023].

ISSN 1810-634X. Disponible en:

ARTEAGA, G. La unidad de análisis explicada (con ejemplos) [en línea].

TestSiteForMe. 2022. [consulta: 7 June 2023]. Disponible en:

<https://www.testsiteforme.com/unidad-de-analisis/>.

AVEDANO POLVO DE LADRILLO. Facebook. 10 de marzo de 2019.

[fecha de consulta: 15 de junio de 2023] Disponible en:

[https://www.facebook.com/permalink.php?story\\_fbid=pfbid0tgLgp8H9obzahPhCsj1uaUesh5ex1ViFZK8GLfokszYvLfgbpC4hfWYnhMfnhcStl&id=243237736587343](https://www.facebook.com/permalink.php?story_fbid=pfbid0tgLgp8H9obzahPhCsj1uaUesh5ex1ViFZK8GLfokszYvLfgbpC4hfWYnhMfnhcStl&id=243237736587343)

AYAZ et al. Effect of brick dust on strength and workability of concrete [en línea]. IOP conference series: Materials science and engineering. 2018, vol. 414, [fecha de consulta: 4 de abril 2023]. ISSN 1757-8981. DOI

10.1088/1757-899x/414/1/012005. Disponible en:

<http://dx.doi.org/10.1088/1757-899x/414/1/012005>

BACA, et al. Comportamiento sísmico de viviendas tradicionales de adobe, situadas en las faldas del volcán Popocatepetl [en línea]. México. Revista Gremium. 2019. [fecha de consulta: 20 de abril 2023]. Disponible en: [https://www.academia.edu/38509765/Comportamiento\\_sísmico\\_de\\_viviendas\\_tradicionales\\_de\\_adobe\\_situadas\\_en\\_las\\_faldas\\_del\\_volcán\\_Popocatepetl\\_México\\_pdf](https://www.academia.edu/38509765/Comportamiento_sísmico_de_viviendas_tradicionales_de_adobe_situadas_en_las_faldas_del_volcán_Popocatepetl_México_pdf)

BREF. *Europa.eu* [en línea], 2006. [fecha de consulta: 2 junio 2023]. Disponible en: <https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/>

BRAVO, Silva. Ubicación geográfica de las regiones del Perú [en línea]. 28 de octubre. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/481983387/TAREA-Ubicacion-geografica-de-las-capitales-de-provincia-del-Peru>

CAO, Z y WATANABE, H. Earthquake response predication and retrofitting techniques of adobe structures [en línea]. *iitk.ac.in* [sin fecha]. [consulta: 2 June 2023]. Disponible en: [https://www.iitk.ac.in/nicee/wcee/article/13\\_2594.pdf](https://www.iitk.ac.in/nicee/wcee/article/13_2594.pdf).

CENTRO REGIONAL DE SISMOLOGÍA PARA AMÉRICA DEL SUR. Manual Técnico para el Reforzamiento de las Viviendas de Adobe existentes en la Costa y Sierra [en línea]. 2015. [fecha de consulta: 15 de junio de 2023] Disponible en: <http://www.ceresis.org/proyecto-adobe/manual-tecnico/i-comportamiento-sismico-de-las-viviendas-no-reforzadas.html>

CHACÓN et al. Evaluación y Reforzamiento de una Estructura Patrimonial de Adobe con Irregularidad en Planta [en línea]. *Researchgate*. Febrero de 2021. [fecha de consulta: 3 de junio de 2023] Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/349218162\\_Evaluacion\\_y\\_Reforzamiento\\_de\\_una\\_Estructura\\_Patrimonial\\_de\\_Adobe\\_con\\_Irregularidad\\_en\\_Planta](https://www.researchgate.net/publication/349218162_Evaluacion_y_Reforzamiento_de_una_Estructura_Patrimonial_de_Adobe_con_Irregularidad_en_Planta)

CHAVEZ, J. (2018). PROPIEDADES FÍSICO Y MECÁNICAS DEL ADOBE COMPACTADO CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE

COCO, CAJAMARCA 2018. UPN [en línea]. [consulta: 20 noviembre 2023]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/328898557.pdf>.

CHUYA, E. y AYALA, M. Comparación de parámetros mecánicos y físicos del adobe tradicional con adobe reforzado con fibra de vidrio [en línea]. Repositorio Institucional UCUENCA. 2018. [fecha de consulta: 10 de junio de 2023]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/30095>

COLONIA, L. y DIAZ, E. (2021). Diseño Sismorresistente De Viviendas De 2 Niveles De Adobe Utilizando Mallas Electrosoldadas En El Distrito De Marcará 2021. UCV [en línea]. [consulta: 20 noviembre 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/77174>

CONCHA, V. y Omar B. Los conceptos de validez en la investigación social y su abordaje pedagógico [en línea]. Researchgate. Enero de 2011 [consultado el 8 de junio de 2023]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/277268528\\_Los\\_conceptos\\_de\\_validez\\_en\\_la\\_investigacion\\_social\\_y\\_su\\_abordaje\\_pedagogico](https://www.researchgate.net/publication/277268528_Los_conceptos_de_validez_en_la_investigacion_social_y_su_abordaje_pedagogico)

CRUZITO. Ética en la gestión de proyectos [en línea]. Estudyando. 2020 [consulta: 7 June 2023]. Disponible en: <https://estudyando.com/etica-en-la-gestion-de-proyectos/>.

DÍAZ, V. y CALZADILLA, A. Artículos científicos, tipos de investigación y productividad científica en las Ciencias de la Salud [en línea]. Revista ciencias de la salud. 2016. vol. 14, no. 1, [consulta: 8 junio 2023]. ISSN 1692-7273. DOI 10.12804/revsalud14.01.2016.10. Disponible en: [https://www.academia.edu/18122652/TIPOS\\_DE\\_INVESTIGACION](https://www.academia.edu/18122652/TIPOS_DE_INVESTIGACION).

El clima y el tiempo promedio en todo el año en Huaral [Mensaje en un blog]. Weather Spark (2018). [Fecha de consulta: 5 de octubre de 2023].

Recuperado de <https://turismo-huacho.blogspot.com/2012/05/mapa-provincia-de-canta.html>.

FERNÁNDEZ, P. et al. Validez Estructurada para una investigación cuasi-experimental de calidad. Se cumplen 50 años de la presentación en sociedad de los diseños cuasi-experimentales [en línea]. Scielo. 2014 vol. 30, no. 2, [consulta: 8 junio 2023]. ISSN 0212-9728. DOI 10.6018/analesps.30.2.166911. Disponible en: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0212-97282014000200039](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-97282014000200039).

FERNANDEZ, Noelia et al. Comportamiento sísmico de viviendas tradicionales de adobe, situadas en las faldas del volcán Popocatepetl, México.

Revista restauracion arquitectonica, (6):105-106, 2019.

ISSN: 2007-8773

FERRRANDIS, V. Importancia de la cerámica [en línea]. Dialnet [sin fecha]. [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023] Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7587790>

GKOURNELOS, P., TRIANTAFILLOU, T. y BOURNAS, D. Seismic upgrading of existing masonry structures: A state-of-the-art review [en línea]. Soil dynamics and earthquake engineering. 2022., vol. 161, no. 107428, [fecha de consulta: 10 de abril de 2023] ISSN 0267-7261. DOI 10.1016/j.soildyn.2022.107428. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0267726122002779>.

Grande mapa político y administrativo de Perú con carreteras, ciudades y aeropuertos [Mensaje en un blog]. Mapas del mundo (2023). [Fecha de consulta: 5 de octubre de 2023]. Recuperado de <https://www.mapas-del-mundo.net/america-del-sur/peru/grande-mapa-politico-y-administrativo-de-peru-con-carreteras-ciudades-y-aeropuertos>

Hernández, F. y Baptista. Metodología Investigación Científica 6ta ed.pdf [en línea], [sin fecha]. S.l.: s.n. [Consulta: 8 junio 2023]. Disponible en: <https://www.esup.edu.pe/wpcontent/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20BaptistaMetodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>

HUAMÁN R, TREVIÑOS N. y MEDINA F. Epistemología de las investigaciones cuantitativas y cualitativas [en línea]. Horizonte de la ciencia. 2022. vol. 12, no. 23, [consulta: 1 julio 2023]. ISSN 2304-4330. DOI 10.26490/uncp.horizonteciencia.2022.23.1462. Disponible en: <https://revistas.uncp.edu.pe/index.php/horizontedelaciencia/article/view/1462>.

INEI. Censos Nacionales 2018: XII de Población, VII de Vivienda y III de comunidades Indígenas. [fecha de consulta: 5 de abril de 2023] Disponible en: [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1538/Libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1538/Libro.pdf)

JOYKLAD, P. et al. An investitgative study for the prediction of compressive strength of cement-clay interlocking (CCI) hollow brick masonry walls [en línea]. Case studies in construction materials .2022. vol. 16, [fecha de consulta: 6 de abril de 2023] no. e01001, ISSN 2214-5095. DOI 10.1016/j.cscm. 2022.e01001. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509522001334>.

Jun-Feng Z. et al. Experimental study on seismic behaviour of adobe wall reinforced with cold-formed thin-walled steel, [en línea]. Thin-Walled Structures, Volume 147, 2020, [fecha de consulta: 16 de noviembre de 2023] 106493, ISSN 0263-8231, Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.tws.2019.106493>.

KANNAN, D., ABOUBAKR, S., EL-DIEB, A. y REDA TAHA, M. High performance concrete incorporating ceramic waste powder as large partial replacement of Portland cement [en línea]. Construction and building

materials. 2017. vol. 144, [fecha de consulta: 4 de junio de 2023] ISSN 0950-0618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2017.03.115. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061817304919>.

LÓPEZ, P. Población muestra y muestreo [en línea]. Punto cero. 2004. vol. 09, no. 08, [consulta: 8 junio 2023]. ISSN 1815-0276. Disponible en: [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-02762004000100012](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012).

Mapa político de Canta, distritos y centros poblados [Mensaje en un blog]. Turismo Huacho (2012). [Fecha de consulta: 5 de octubre de 2023]. Recuperado de <https://turismo-huacho.blogspot.com/2012/05/mapa-provincia-de-canta.html>

Mapa político de Lima [Mensaje en un blog]. Enciso, A. - Educaplay (2023). [Fecha de consulta: 5 de octubre de 2023]. Recuperado de [https://www.educaplay.com/printablegame/7234104-mapa\\_politico\\_de\\_lima.html](https://www.educaplay.com/printablegame/7234104-mapa_politico_de_lima.html)

MARIN, B. Investigación cuantitativa y selección de instrumentos [en línea]. Researchgate. Mayo de 2017. [consultado el 8 de junio de 2023]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/341055776\\_Investigacion\\_cuantitativa\\_y\\_seleccion\\_de\\_instrumentos](https://www.researchgate.net/publication/341055776_Investigacion_cuantitativa_y_seleccion_de_instrumentos)

MENDOZA, S. et al. Técnicas e instrumentos de recolección de datos [en línea]. Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA. 2020. [fecha de consulta: 3 de junio de 2023]. Disponible en: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icea/article/view/6019>

MOCCIARO, A., LOMBARDI, M. y SCIAN, A, 2017. Desarrollo de materiales cerámicos refractarios de baja densidad a partir de agentes ligantes nanoestructurados y carbón [en línea]. Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio .2017., vol. 56, no. 6 [fecha de consulta:

17 de mayo de 2023], ISSN 0366-3175. DOI 10.1016/j.bsecv.2017.05.003. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0366317517300602>

NOMA TÉCNICA PERUANA E.030 (2018). Diseño sismo resistente (modifican la norma técnica E.030 diseño sismo resistente del reglamento nacional de edificaciones. Diario oficial del Bicentenario El Peruano. <https://busquedas.elperuano.pe/download/url/anexo-de-rm-n-355-2018-vivienda-mediante-la-cual-se-modi-anexo-rm-n355-2018-vivienda-1720685-1>

NORMA TÉCNICA PERUANA E.080 (2017). Diseño y construcción con tierra Reforzada. Anexo - Resolución Ministerial N° 121-2017-vivienda. [https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02\\_E/E\\_080.pdf](https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/E_080.pdf)

ORTEGA, C. Estadística descriptiva: Qué es, objetivo, tipos y ejemplos [en línea]. QuestionPro. 2021. [consulta: 15 junio 2023]. Disponible en: <https://www.questionpro.com/blog/es/estadistica-descriptiva/>

ORTEGA, C. Estadística inferencial: Qué es, importancia y ejemplos [en línea]. QuestionPro. 2021. [consulta: 7 junio 2023]. Disponible en: <https://www.questionpro.com/blog/es/estadistica-inferencial/>.

POLICARPIO, C. y ARROYO, R. COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LA VIVIENDA DE ADOBE [en línea]. Researchgate. Febrero de 2020 [fecha de consulta: 18 de junio de 2023]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/339595591\\_COMPORTAMIENTO\\_SISMICO\\_DE\\_LA\\_VIVIENDA\\_DE\\_ADOBE](https://www.researchgate.net/publication/339595591_COMPORTAMIENTO_SISMICO_DE_LA_VIVIENDA_DE_ADOBE)

PORRAS, A. Repositorioinstitucional.mx [en línea], 2017. [consulta: 05 June 2023]. Disponible en: <https://centrogeo.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1012/159/1/15-Estadistica%20Inferencial%20->

%20%20Diplomado%20en%20Análisis%20de%20Información%20Geoespacial.pdf

RODRIGUEZ. Pesos Específicos y Densidades de Materiales y Elementos Constructivos [en línea]. *ingemecanica* [en línea]. 2013. [fecha de consulta: 20 de mayo de 2023] Disponible en: <https://ingemecanica.com/tutoriales/pesos.html>

RUVALCABA, M. Adobe estabilizado como material de construcción. [en línea]. CDMX: Ciudad Universitaria 2023 [fecha de consulta 28 de octubre de 2023]. Recuperado de <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/7360671>

SALCEDO, H., VALDERRAMA, O. y DAZA, A. Adobe como saber ancestral usado en construcciones autóctonas de Pore y Nunchía Casanare Colombia [en línea]. Researchgate. Agosto de 2020. [fecha de consulta: 10 de abril de 2023] Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/343727096\\_Adobe\\_como\\_saber\\_ancestral\\_usado\\_en\\_construcciones\\_autoctonas\\_de\\_Pore\\_y\\_Nunchia\\_Casanare\\_Colombia](https://www.researchgate.net/publication/343727096_Adobe_como_saber_ancestral_usado_en_construcciones_autoctonas_de_Pore_y_Nunchia_Casanare_Colombia)

SALINAS, P. Metodología de la investigación científica. Mérida-AVenezuela: Universidad de Los Andes, 2012, vol. 1, p. 182.

SEGARRA, M. y PEIRÓ Á., 2011. ¿Eco-innovación, una evolución de la innovación? Análisis empírico en la industria cerámica española. *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio* [en línea], [consulta: 1 julio 2023]. ISSN 0366-3175. Disponible en: <https://digital.csic.es/handle/10261/42837>.

SALVADOR, O. (2019). Evaluación del comportamiento a comprensión de las unidades de adobe convencional frente a las unidades de adobe estabilizado con cemento y asfalto

Caraz 2019. UCV [en línea]. [consulta: 20 noviembre 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/42695>

TAVERA, F. (13 de julio de 2022). Sismos: ¿qué es el Cinturón de Fuego del Pacífico y dónde se localiza? El comercio. <https://elcomercio.pe/respuestas/linkcronograma-retiro-afp-fechas-para-el-registro-de-solicitud-y-como-hacer-elretiro-de-afp-2022-asociacion-de-afp-sbs-rmmn-emcc-noticia/>

TRINIDAD, S. 2017." Elaboración De Adoquines Cerámicos Con El Uso De Puzolanas, Aserrín Y Relave Minero De Ticapampa, Recuay - Ancash". S.I.: Universidad César Vallejo.

VRDOLJAK, I. Influence of fly ash addition on physical-mechanical properties of clay bricks – literature review [en línea]. IOP conference series. Materials science and engineering. 2021. vol. 1209, no. 1, [fecha de consulta 15 de mayo de 2021] ISSN 1757-8981. DOI 10.1088/1757-899x/1209/1/012046. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1088/1757-899x/1209/1/012046>.

YAH et al. Effect of ceramic tiles dust on physical and engineering properties of tropical residual soil. *Researchgate* [en línea]. Enero de 2022. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/359946937\\_Effect\\_of\\_ceramic\\_tiles\\_dust\\_on\\_physical\\_and\\_engineering\\_properties\\_of\\_tropical\\_residual\\_soil](https://www.researchgate.net/publication/359946937_Effect_of_ceramic_tiles_dust_on_physical_and_engineering_properties_of_tropical_residual_soil)

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

<b>Título:</b> Análisis del comportamiento sísmico de una edificación de adobe estabilizado con polvo residual de cerámica, Huaral-2023					
<b>Autores:</b> Cabrera López, Diego Moisés y Roque Vitate, Juan Beckham					
<b>VARIABLES DE ESTUDIOS</b>	<b>DEFINICION CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICION OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSION</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>ESCALA DE MEDICION</b>
<b>Variable 1</b>  Polvo residual de cerámica	Son restos cerámicos reciclados y molidos con una textura fina.	Material seleccionado del polvo residual de cerámica medido en kilogramos	Cantidad de polvo de cerámica	0%, 4%, 8% y 12%	Razón
			Características	Color	Nominal
				Textura	Nominal
				Peso específico	Razón
<b>Variable 2</b>  Comportamiento sísmico de una edificación de adobe	El comportamiento sísmico se refiere a la capacidad de una estructura para resistir las fuerzas y deformaciones generadas por un evento sísmico, como un terremoto. Incluye la respuesta y comportamiento de la estructura frente a diferentes tipos de carga sísmica, así como su resistencia, rigidez, ductilidad, capacidad de disipación de energía, y la capacidad de mantener la integridad estructural y funcionalidad después del evento sísmico.	Se llevará a cabo a través de ensayos de laboratorio para obtener datos que permitan la incorporación de un nuevo material en la herramienta computacional ETABS. Con esta herramienta, se modelará la edificación y se aplicarán parámetros sísmicos para analizar su comportamiento frente a sismos.	Propiedades mecánicas del adobe estabilizado	Resistencia a la compresión de unidades	Razón
				Resistencia a carga puntual	Razón
				Resistencia a la compresión en murete	Razón
				Compresión axial de pilas	Razón
			Desempeño sísmico	Cortante basal	Razón
				Máximas deformaciones	Razón
				Máximas derivas	Razón
				Desplazamientos relativos	Razón
				Rigidez de la estructura	Razón
				Periodos de vibración	Razón
Cortante basal	Razón				

## Anexo 2. Matriz de consistencia

Título: Análisis del comportamiento sísmico de una edificación de adobe estabilizado con polvo residual de cerámica, Huaral-2023								
Autores: Cabrera López, Diego Moisés - Roque Vitate, Juan Beckham								
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS:	VARIABLES DE ESTUDIOS	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	METODOLOGIA	
<b>PROBLEMA GENERAL:</b>	<b>OBJETIVO GENERAL:</b>	<b>HIPÓTESIS GENERAL:</b>	Variable 1  Polvo residual de cerámica	Cantidad de polvo residual de cerámica	0%, 4%, 8% y 12%	Ficha de resultados de laboratorio	<b>Tipo de Investigación:</b> Tipo aplicada  <b>Enfoque de Investigación:</b> Cuantitativo  <b>El diseño de la investigación:</b> Cuasi experimental  <b>El nivel de la Investigación:</b> Explicativa  <b>Población:</b> Todas las edificaciones de adobes estabilizados con polvo residual de cerámica  <b>Muestra:</b> Una edificación de adobe estabilizado con polvo residual de cerámica  <b>Muestreo:</b> No probabilístico por conveniencia	
¿Cuál es el comportamiento sísmico de una edificación de adobe estabilizado con polvo residual de cerámica, Huaral-2023?	Analizar el comportamiento sísmico de una edificación de adobe estabilizado con polvo residual de cerámica, Huaral-2023	El comportamiento sísmico de una edificación de adobe estabilizado con polvo residual de cerámica varía significativamente, Huaral-2023		Características	Color			Ficha de recolección de datos
					Textura			Ficha de recolección de datos
					Peso específico			Ficha de resultados de laboratorio
<b>PROBLEMA ESPECIFICO</b>	<b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b>	<b>HIPÓTESIS ESPECIFICAS:</b>	Variable 2  Comportamiento sísmico de una edificación de adobe	Propiedades mecánicas del adobe estabilizado	Resistencia a la compresión de unidades	Ficha de resultados de laboratorio		
¿En qué medida se modifican las propiedades mecánicas del adobe al utilizar polvo residual de cerámica como agente estabilizante en diferentes proporciones?	Determinar las propiedades mecánicas del adobe estabilizado con el polvo residual de cerámica, Huaral-2023.	El uso del polvo residual de cerámica como agente estabilizante modifica significativamente las propiedades mecánicas del adobe en diferentes proporciones.			Resistencia a carga puntual axial de unidades	Ficha de resultados de laboratorio		
						Resistencia a la compresión en murete		Ficha de resultados de laboratorio
				Compresión axial de pilas		Ficha de resultados de laboratorio		
¿En qué medida varía el desempeño sísmico de una edificación de adobe estabilizado con polvo residual de cerámica?	Evaluar el desempeño sísmico de la edificación de adobe estabilizado con el polvo residual de cerámica, Huaral-2023.	El desempeño sísmico de una edificación de adobe estabilizado con polvo residual de cerámica varía significativamente.		Desempeño sísmico	Cortante basal	Ficha de recolección de datos		
					Máximas deformaciones	Ficha de recolección de datos		
			Máximas derivas		Ficha de recolección de datos			
			Desplazamientos relativos		Ficha de recolección de datos			
				Rigidez de la estructura	Ficha de recolección de datos			
				Periodos de vibración	Ficha de recolección de datos			

### Anexo 3. Instrumentos de recolecciones de datos



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Ficha de recolección de datos: Dosificación de polvo residual de cerámica, propiedades mecánicas del adobe estabilizado con polvo residual de cerámica y desempeño sísmico

"Análisis del comportamiento sísmico de una edificación de adobe estabilizado con polvo residual de cerámica, Huaral-2023"

Fecha: 10/06/2023  
 Numero de ficha: 01

**Parte A: Datos generales**

**Ubicación geográfica**

Provincia: Huaral    Distrito: Huaral    Localidad: San Martín de Retes

**Parte B: Cantidad porcentual de polvo residual de cerámica**

4%	
8%	
12%	

**Parte C: Propiedades mecánicas del adobe estabilizado**

ENSAYOS	RESULTADOS
Ensayo de resistencia a la compresión de unidades	
Ensayo de resistencia a la compresión en murete	
Ensayo de resistencia a la tracción en murete	
Ensayo de compresión axial de pilas	

**Parte C: Desempeño sísmico**

INDICADORES	RESULTADOS
Momentos	
Deformaciones	
Ratio	
Desplazamientos	
Cortante basal	
Resistencia máxima	
Participación de masa	
Muros críticos	

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [ ]    Aplicable después de corregir [ ]    No aplicable [ ]

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: RODRIGUEZ SOLIS CARMEN B.

Especialista: Metodólogo [ ]    Temático [  ]

Grado: Maestro [  ]    Doctor [ ]

Título profesional: ING. CIVIL

N° de registro CIP: 50202



CARMEN BEATRIZ  
 RODRIGUEZ SOLIS  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg CIP N° 50202



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Dosificación de polvo residual de cerámica, propiedades mecánicas del adobe estabilizado con polvo residual de cerámica y desempeño sísmico

"Análisis del comportamiento sísmico de una edificación de adobe estabilizado con polvo residual de cerámica, Huaral-2023"

Fecha: 10/06/2023

Numero de ficha: 01

Parte A: Datos generales

Ubicación geográfica

Provincia: Huaral Distrito: Huaral Localidad: San Martin de Retes

Parte B: Cantidad porcentual de polvo residual de cerámica

4%	
8%	
12%	

Parte C: Propiedades mecánicas del adobe estabilizado

ENSAYOS	RESULTADOS
Ensayo de resistencia a la compresión de unidades	
Ensayo de resistencia a la compresión en murete	
Ensayo de resistencia a la tracción en murete	
Ensayo de compresión axial de pilas	

Parte C: Desempeño sísmico

INDICADORES	RESULTADOS
Momentos	
Deformaciones	
Ratio	
Desplazamientos	
Cortante basal	
Resistencia máxima	
Participación de masa	
Muros críticos	

Opinión de aplicabilidad: Aplicable  Aplicable después de corregir  No aplicable

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Espinosa Carhuacostas, Wendy Diana

Especialista: Metodólogo  Temático

Grado: Maestro  Doctor

Título profesional: Ingeniero Civil

Nº de registro CIP: 232547

Firma y Sello



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Dosificación de polvo residual de cerámica, propiedades mecánicas del adobe estabilizado con polvo residual de cerámica y desempeño sísmico

"Análisis del comportamiento sísmico de una edificación de adobe estabilizado con polvo residual de cerámica, Huaral-2023"

Fecha: 10/06/2023

Numero de ficha: 01

Parte A: Datos generales

Ubicación geográfica

Provincia: Huaral Distrito: Huaral Localidad: San Martín de Retes

Parte B: Cantidad porcentual de polvo residual de cerámica

4%	
8%	
12%	

Parte C: Propiedades mecánicas del adobe estabilizado

ENSAYOS	RESULTADOS
Ensayo de resistencia a la compresión de unidades	
Ensayo de resistencia a la compresión en murete	
Ensayo de resistencia a la tracción en murete	
Ensayo de compresión axial de pilas	

Parte C: Desempeño sísmico

INDICADORES	RESULTADOS
Momentos	
Deformaciones	
Ratio	
Desplazamientos	
Cortante basal	
Resistencia máxima	
Participación de masa	
Muros críticos	

Opinión de aplicabilidad: Aplicable  Aplicable después de corregir  No aplicable

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: MAURICIO SALDAÑA-C

Especialista: Metodólogo  Temático

Grado: Maestro  Doctor

Título profesional: INGENIERO CIVIL

Nº de registro CIP: 86609

Firma y Sello

## Anexo 4. Validez

De contenido	1	¿El instrumento persigue el fin del objetivo general?	✓	
	2	¿El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos?	✓	
	3	¿EL número de dimensiones es adecuado?	✓	
	4	¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos?	✓	
	5	¿Las hipótesis planteadas se contrastarán con la información recolectada en los instrumentos?	✓	
De constructo	6	¿El número de indicadores es adecuado?	✓	
	7	No existe ambigüedad en los indicadores	✓	
	8	¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada?	✓	
	9	¿Los indicadores miden lo que se busca investigar?	✓	
	10	¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable?	✓	
De criterio	11	¿Los indicadores son medibles?	✓	
	12	¿Los instrumentos se comprenden con facilidad?	✓	
	13	¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico?	✓	
	14	¿La secuencia planteada es adecuada?	✓	
	15	No es necesario considerar otros campos	✓	
Total			15	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad: Aplicable  Aplicable después de corregir  No aplicable

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: RODRIGUES SOLIS CARMEN B.

Especialista: Metodólogo  Temático

Grado: Maestro  Doctor

Título profesional: INGENIERA CIVIL

N° de registro CIP: 50202

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

  
CARMEN BEATRIZ  
RODRIGUES SOLIS  
INGENIERA CIVIL  
Reg CIP N° 50202

De contenido	1	¿El instrumento persigue el fin del objetivo general?	✗	
	2	¿El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos?	✗	
	3	¿EL número de dimensiones es adecuado?	✗	
	4	¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos?	✗	
	5	¿Las hipótesis planteadas se contrastarán con la información recolectada en los instrumentos?	✗	
De constructo	6	¿El número de indicadores es adecuado?	✗	
	7	No existe ambigüedad en los indicadores	✗	
	8	¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada?	✗	
	9	¿Los indicadores miden lo que se busca investigar?	✗	
	10	¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable?	✗	
De criterio	11	¿Los indicadores son medibles?	✗	
	12	¿Los instrumentos se comprenden con facilidad?	✗	
	13	¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico?	✗	
	14	¿La secuencia planteada es adecuada?	✗	
	15	No es necesario considerar otros campos	✗	
Total			15	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Nay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable  Aplicable después de corregir  No aplicable

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: ESPINOZA CARHUACUSMA WENDY DIANA

Especialista: Metodólogo  Temático

Grado: Maestro  Doctor

Título profesional: INGENIERA CIVIL

N° de registro CIP: 238547

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

  
Wendy Diana Espinoza Carhuacuma  
INGENIERA CIVIL  
CIP. N° 238547

Firma y Sello

De contenido	1	¿El instrumento persigue el fin del objetivo general?	✗	
	2	¿El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos?	✗	
	3	¿EL número de dimensiones es adecuado?	✗	
	4	¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos?	✗	
	5	¿Las hipótesis planteadas se contrastarán con la información recolectada en los instrumentos?	✗	
De constructo	6	¿El número de indicadores es adecuado?	✗	
	7	No existe ambigüedad en los indicadores	✗	
	8	¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada?	✗	
	9	¿Los indicadores miden lo que se busca investigar?	✗	
	10	¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable?	✗	
De criterio	11	¿Los indicadores son medibles?	✗	
	12	¿Los instrumentos se comprenden con facilidad?	✗	
	13	¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico?	✗	
	14	¿La secuencia planteada es adecuada?	✗	
	15	No es necesario considerar otros campos	✗	
Total			15	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI EXISTE SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad: Aplicable  Aplicable después de corregir  No aplicable

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: MADRID SALDAÑA C.

Especialista: Metodólogo  Temático

Grado: Maestro  Doctor

Título profesional: INGENIERO CIVIL

N° de registro CIP: 86609

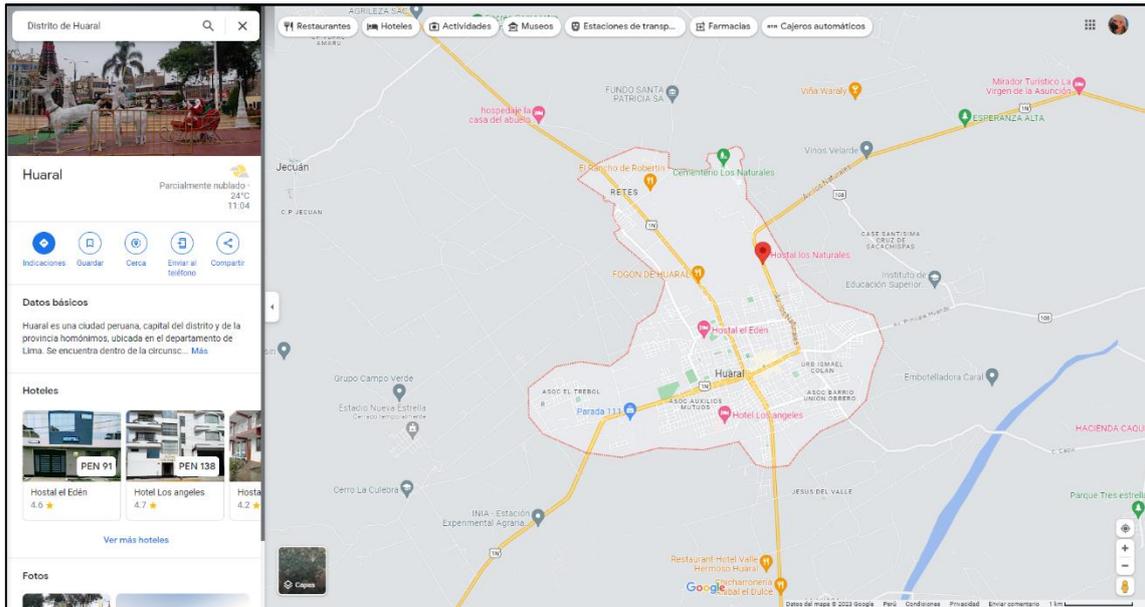
Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

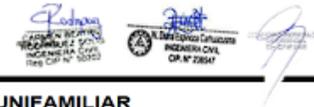
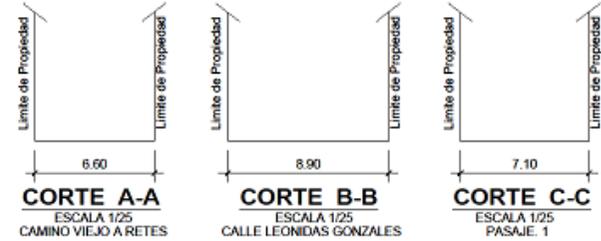
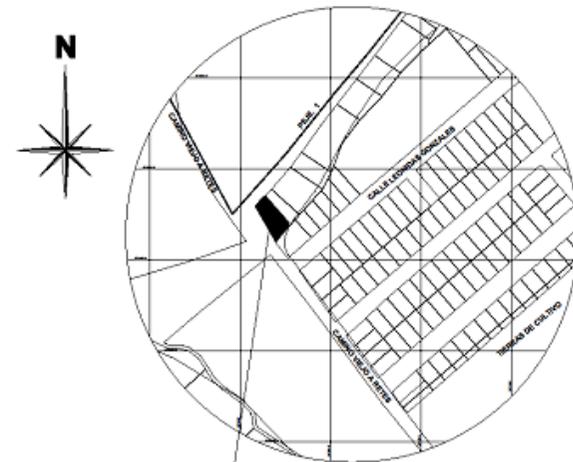
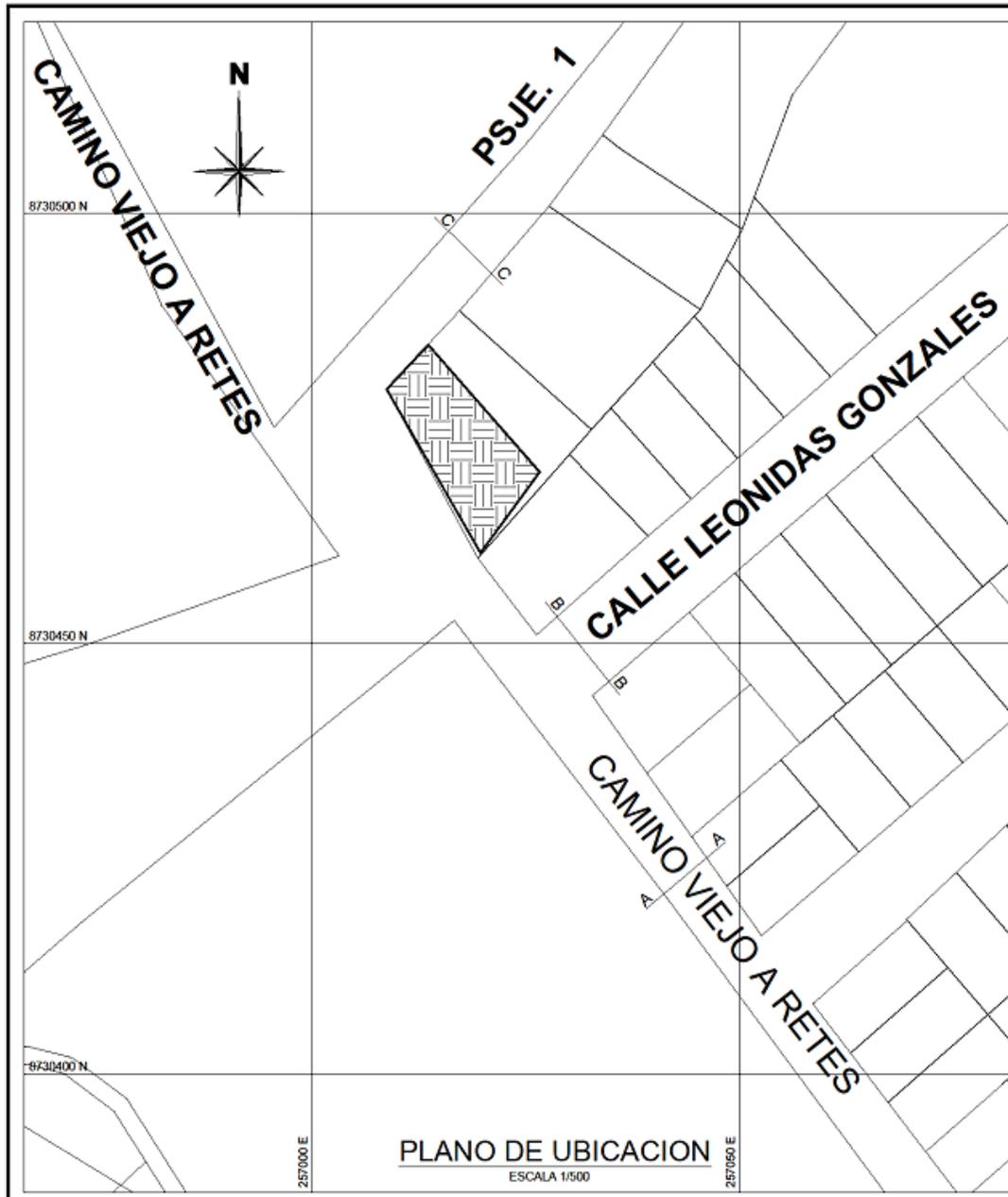
  
CARMEN BEATRIZ  
RODRIGUES SOLIS  
INGENIERA CIVIL  
Reg CIP N° 50202

Firma y Sello

## Anexo 5. Mapas y planos

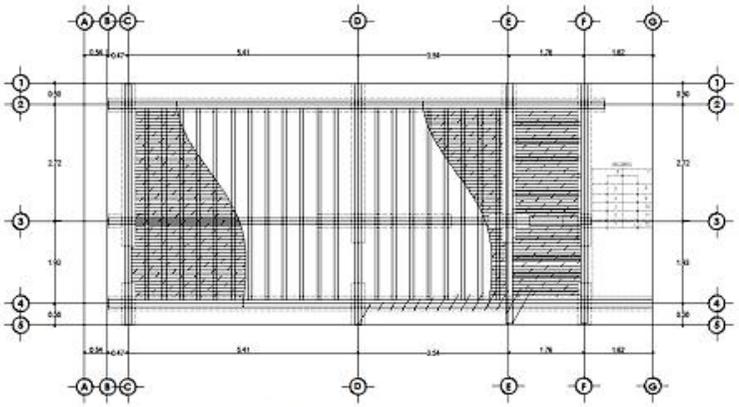
- Distrito de Huaral



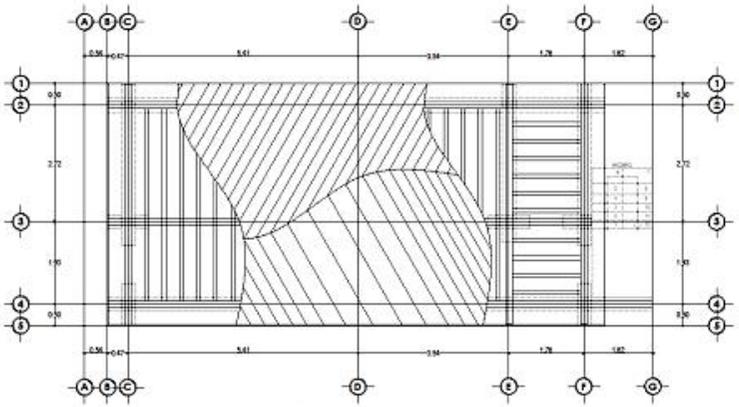


<b>PROYECTO:</b> VIVIENDA UNIFAMILIAR			
<b>AUTORES:</b> ROQUE VITATE JUAN BECKHAM CABRERA LOPEZ DIEGO MOISES			
<b>UBICACION:</b> DISTRITO: HUARAL - PROVINCIA: HUARAL - DPTO.: LIMA			
<b>PROFESIONALES:</b> ING. CARMEN BEATRIZ RODRIGUEZ SOLIS ING. WENDY DIANA ESPINOZA CARHUACUSMA ING. CESAR KALO MADRID SALDAÑA		<b>LAMINA N°:</b> U-01	
<b>PLANO:</b> UBICACION - LOCALIZACION			
<b>DATUM:</b> WGS 87	<b>ESCALA:</b> INDICADA	<b>FECHA:</b> Junio 2023	<b>DB:</b> JCA
<b>ZONA UTM:</b> 18 L - SUR			

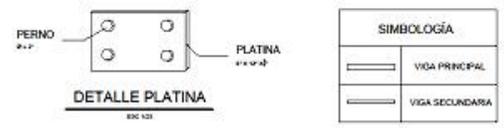
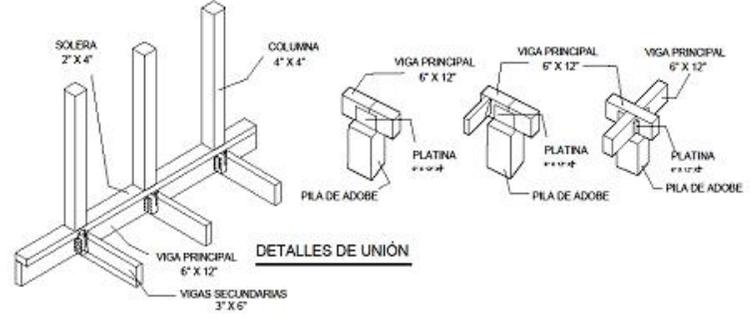
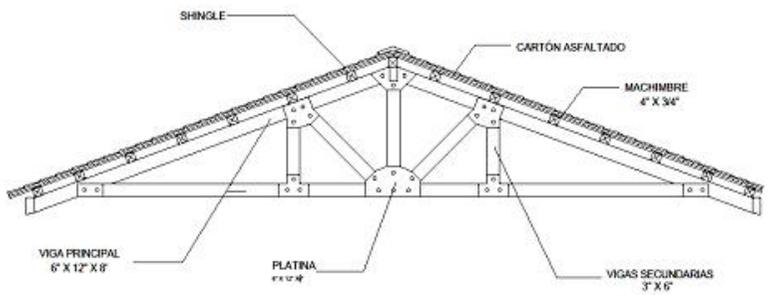
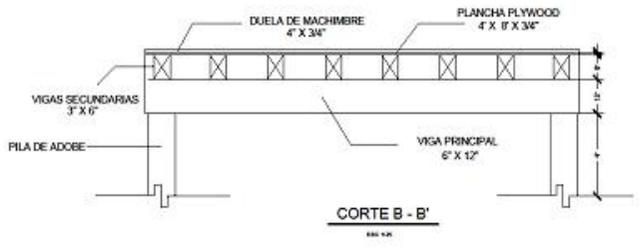
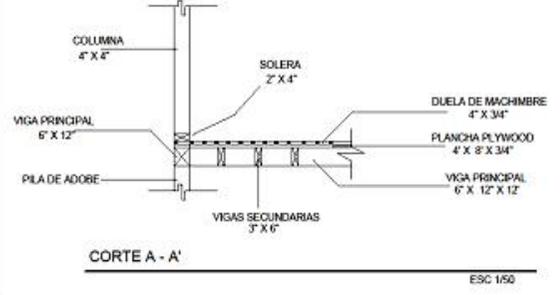




TECHO 1° NIV+2.20m



TECHO 2° NIV+4.40m



SIMBOLOGÍA	
	VIGA PRINCIPAL
	VIGA SECUNDARIA

AUTORA: INGENIEROS CIVILES JUAN BECKHAM GABRIELA LOPEZ DE LOS RIOS		LÁMINA N° <b>E-01</b>
PROYECTO: VIVIENDA UNIFAMILIAR		
PROFESIONALES: ING. CARMEN BEATRIZ RODRIGUEZ SOLIS ING. WENDEL ESCOBAR DOMÍNGUEZ ING. ESCOBAR PABLO MATEO SALGADO		PLANO: DETALLE DE PLANTAS ESTRUCTURALES
Especialidad: ESTRUCTURAS		
ELABORADO: JUAN BECKHAM	REVISADO: GABRIELA LOPEZ DE LOS RIOS	FECHA: JUNIO 2023
PROYECTO: VIVIENDA UNIFAMILIAR	REVISADO: GABRIELA LOPEZ DE LOS RIOS	N° DE LÁMINAS: 01 DE 01

## Anexo 6. Panel fotográfico



Reconocimiento de la zona de estudio (construcción inadecuada de los muros de adobe)



Reconocimiento de la zona de estudio (agrietamientos presentados en muros de adobe)



Reconocimiento de la zona de estudio (perdida de material frente a los sismos generados en los muros)



Reconocimiento de la zona de estudio (daños de muro de adobe)



Ensayo a compresión de los adobes a 14 días de secado



Adobes estabilizados al 4%,8% y 12% finalizados los ensayos a compresion



Ensayo a compresión de los adobes a 28 días de secado



Ensayo de carga puntual axial con los ladrillos de adobe



Ensayo de muretes con adobes estabilizados al 4%



Ensayo de muretes con adobes estabilizados al 12%



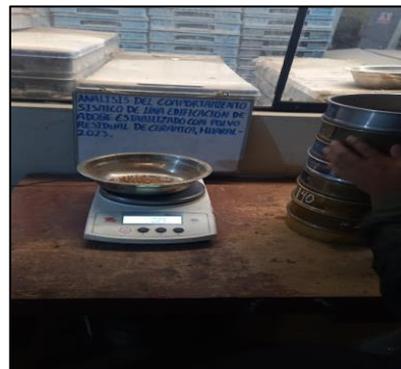
Secado al horno del agregado fino



Pesaje del agregado fino para el adobe



Análisis granulométrico del agregado fino del adobe



Pesaje del agregado fino una vez pasado la Malla N°200



Arcilla utilizada para los ladrillos de adobe



Elaboración de los primeros ladrillos de adobe



## Anexo 7. Solicitud y autorización por la empresa y/o entidad pública

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Los Olivos, 24 de octubre 2023

**CARTA N°015-2023/EP-ING-CIV-UCV**

**INMOBILIARIA BGL SAC.**  
Sr. Luis A. Garibaldi Vásquez  
Gerente General

De mi consideración:

Por medio de la presente, es grato dirigirme a usted a fin de saludarlo muy cordialmente y a la vez presentar al estudiante ROQUE VITATE, JUAN BECKHAM con código de matrícula N° 7002271911 quien en el 2023-I se encuentra matriculado en el X ciclo de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, quien desea tener acceso a su estudio de mecánica de suelos con fines académicos, que permitan el desarrollo de su tesis titulada "Análisis de Comportamiento Sísmico de una Edificación de Adobe estabilizado con polvo residual de cerámica, Huaral 2023".

En tal sentido, agradeceré si fuera posible de remitirle la información al correo electrónico [jroque@inmobiliariabgl.com.pe](mailto:jroque@inmobiliariabgl.com.pe)

Segura de contar con su apoyo, aprovecho la oportunidad para expresarle las muestras de mi especial consideración y estima.

Atentamente,

  
Mg. Doris Lina Huamán Baldeón  
Jefa de la Escuela de Ingeniería Civil  
UCV – Lima Norte

Somos la universidad de los que quieren salir adelante. 

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Mg. Doris Lina Huamán Baldeón  
Coordinadora de E.P. Ingeniería Civil – Lima Norte – Universidad César Vallejo  
Presente:

Carta de aceptación, 24 de octubre del 2023

Tengo el agrado de dirigirme a Usted, con la finalidad de hacer el conocimiento que el Sr. **Juan Beckham Roque Vitate**, alumno de la Escuela de Ingeniería Civil, de la Institución Universitaria César Vallejo, tendrá el acceso a nuestro estudio de mecánica de suelos de nuestro proyecto en construcción "Condominio Lomas de Granados" de nuestra empresa Inmobiliaria BGL SAC.

Aprovecho la oportunidad para expresarle mi consideración y estima personal.

Huaral, 24 de octubre del 2023

Atentamente,

  
LUIS A GARIBALDI VÁSQUES  
GERENTE GENERAL



**eddy scipion ingenieros E.I.R.L.**  
Ingeniería de transportes - geotécnica - peritaje  
supervisión de obras - expedientes técnicos  
evaluaciones estructurales

## ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION

Lomería de Huaral Lt. 7

# LOMAS DE GRANADOS



HUARAL  
HUARAL  
LIMA

SOLICITANTE :

**INMOBILIARIA BGL S.A.C.**

**OCTUBRE 2022**

**INF.N°3851.22**

Av. Buena Vista 324 - Of. 402 - Chacarilla - San Borja - Telf.: 3723882 - Fax: 3724241  
E-mails : eddy\_scipion@yahoo.es - eddy\_scipion@scipioneddy.com - web : www.scipioneddy.com

LOMAS DE GRANADOS  
Huaral - Huaral - Lima

ING. EDDY T. SCIPION PIÑELLA

## FORMATO HOJA DE RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN

Nombre del Proyecto: LOMAS DE GRANADOS  
Distrito de Huaral - Provincia de Huaral - Departamento de Lima  
De conformidad a la Norma Técnica E. 050 "suelos y Cimentaciones"

RESUMEN DE LA CONDICIONES DE CIMENTACIÓN.	
Profesional Responsable (PR):	Ing. Eddy Scipion Piñella CIP 29935
Tipo de cimentación:	zapatas aisladas
Estrato de apoyo de Cimentación:	Arenas de grano grueso (SP)
Profundidad de Napa Freática:	no presenta. Fecha: Octubre 2022
Parámetros de Diseño de la Cimentación	
Profundidad de Cimentación:	
Df:	1.00m. Computado a partir del terreno natural
Presión Admisible :	1.90 Kg/cm <sup>2</sup>
Factor de Seguridad por Corte (Estático, Dinámico): 3 Asentamiento Diferencial Máximo Aceptable: 0.30cm. Nota: Para tabiquería, la profundidad mínima es de 1.00m, siempre en terreno natural, no se permite sobre suelos contaminados; en el caso de hallarse rellenos de gran altura, se deberá realizar sub-zapatas de concreto ciclópeo, hasta llegar al terreno natural.	
Parámetros sísmicos de suelos (de acuerdo a la Norma E. 030)	
Zona Sísmica:	ZONA 4
Tipo e perfil del suelo	ARENOSO - TIPO S2 SUELO INTERMEDIO
Factor de Suelo (S) :	1.05 U=1.00
Periodo TP (s):	0.60 Periodo TL (s): 2.0
Empujes:	
Empuje Activo:	
Empuje Pasivo:	
Cohesión Aparente:	
Coefficiente de Balasto:	
Problemas Especiales de cimentación Se podrá utilizar cemento tipo I para la elaboración de los concretos ya que no existe problema de agresividad del suelo, al concreto o al acero.	

ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION

## Anexo 8. Hoja de cálculos / Informe técnico

 HISGEOLAB S.A.C.	<b>HISGEOLAB S.A.C.</b> <b>COMUNICACIONES EXTERNAS</b>	<b>CF: IF – TC - PN</b> <b>VF: 02</b> <b>FEF: 29/10/2023</b>
---	---	--

### Informe IF - TC – DMCL/JBRV – 2023 / GG-HISGEOLAB S.A.C.

**Para** : Diego Moises Cabrera Lopez / Juan Beckham Roque Vitate  
Tesis de Ing. Civil - Universidad César Vallejo

**De** : Leo Apolinario Surcaray  
Gerente General HISGEOLAB S.A.C.

**Asunto** : Informe de resultados de ensayos de laboratorio para tesis

**Fecha** : 30 de octubre de 2023

Tengo a bien dirigirme a ustedes para saludarlos y en atención al asunto indicarles que el alcance del presente documento corresponde a la emisión de los resultados de ensayos de laboratorio realizados para la tesis de investigación cuyo título es "Análisis del comportamiento sísmico de una edificación de adobe estabilizado con polvo residual de cerámica, Huaral 2023". A continuación, la lista de los resultados de ensayos de laboratorio para el presente:

N.°	Código de los ensayos	Número de páginas
01	IF - TC – DMCL/JBRV – 2023 (SUELO NATURAL)	(Página 01 - 04)
02	IF - TC – DMCL/JBRV – 2023 (COMPRESIÓN DE BLOQUES)	(Página 01)
03	IF - TC – DMCL/JBRV – 2023 (COMPRESIÓN DE MURETES)	(Página 01)
04	IF - TC – DMCL/JBRV – 2023 (COMPRESIÓN DE PILAS)	(Página 01)
05	IF - TC – DMCL/JBRV – 2023 (CARGA PUNTUAL)	(Página 01)
06	IF - TC – DMCL/JBRV – 2023 (MÓDULO DE ELASTICIDAD PATRÓN)	(Página 01 - 02)
07	IF - TC – DMCL/JBRV – 2023 (MÓDULO DE ELASTICIDAD ADICIONANDO 4% DE POLVO DE CERÁMICA)	(Página 01 - 02)
08	IF - TC – DMCL/JBRV – 2023 (MÓDULO DE ELASTICIDAD ADICIONANDO 8% DE POLVO DE CERÁMICA)	(Página 01 - 02)
09	IF - TC – DMCL/JBRV – 2023 (MÓDULO DE ELASTICIDAD ADICIONANDO 12% DE POLVO DE CERÁMICA)	(Página 01 - 02)



**HISGEOLAB S.A.C.**  
**COMUNICACIONES EXTERNAS**

CF: IF – TC - PN

VF: 02

FEF: 29/10/2023

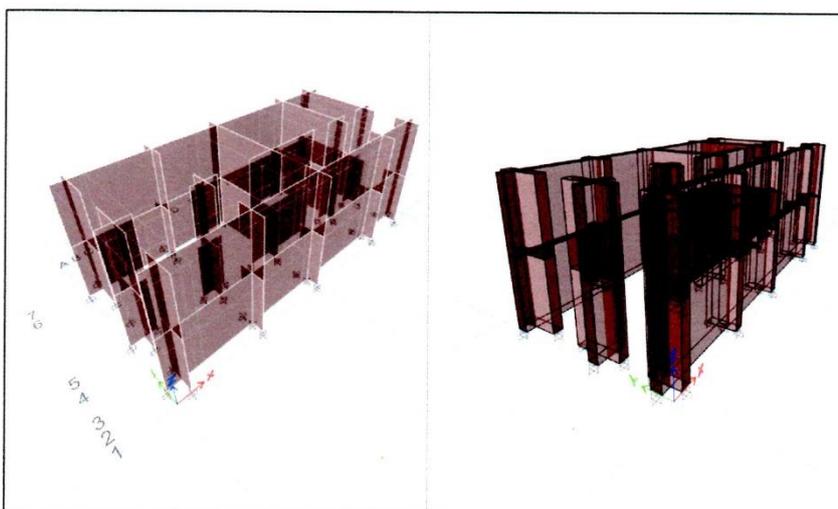
El presente se emite para efectos del control interno de documentos de HISGEOLAB S.A.C.  
Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente,



Leo Apolinario Surcaray

# MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL



PROYECTO: “Análisis del comportamiento sísmico de una edificación de adobe estabilizado con polvo residual de cerámica, Huaral-2023”

## PROFESIONALES:

ING. CARMEN BEATRIZ RODRIGUEZ SOLIS  ..... Firma	ING. WENDY DIANA ESPINOZA CARHUACUSMA  ..... Firma	ING. CESAR KARLO MADRID SALDAÑA  ..... Firma
--	--	--

OCTUBRE – 202

### **GENERALIDADES**

El Proyecto contempla el Diseño Estructural para la construcción de una Vivienda Unifamiliar en dos niveles, ubicado en el centro poblado San Martín de Retes del distrito de Huaral, Provincia Huaral, Departamento de Lima.

La edificación será constituida mediante un sistema estructural conformado por tierra reforzada de unidades adobe con dosificaciones de polvo residual de cerámica en: 0%, 4%, 8% y 12% en ambas direcciones.

Para determinar el análisis de la estructura en general se ha utilizado el programa ETABS. Las principales cargas que se han tomado en cuenta para el cálculo son:

### **CALCULO DE CARGAS**

Para determinar el análisis de la estructura en general se ha utilizado el programa ETABS. Las principales cargas que se han tomado en cuenta para el cálculo son:

#### ***Tipos de carga (según NTP E.020)***

<b>CARGAS MUERTAS (D)</b>		<b>UND</b>
Peso del entablado - Primer nivel	15	kg/m <sup>2</sup>
Peso del entablado – Segundo nivel	10	kg/m <sup>2</sup>
Peso de la vigería	25	kg/m <sup>2</sup>
Peso del tijeral	10	kg/m <sup>2</sup>
Peso de las correas	5	kg/m <sup>2</sup>
Peso de la cobertura de teja	160	kg/m <sup>2</sup>
<b>CARGA VIVA (L)</b>		<b>UND</b>
Sobrecarga de techo	200	kg/m <sup>2</sup>
Techo inclinado	30	kg/m <sup>2</sup>

### **ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS MATERIALES**

Los diferentes elementos estructurales se han diseñado, considerando el Método a la Rotura, realizando para ello las combinaciones de Carga Muerta, Carga Viva y Cargas de Sismo, de acuerdo a las estipulaciones dadas en las Normas Técnicas de Concreto armado E-060, Normas de Diseño Sismo Resistente E-030 del Reglamento Nacional de Edificaciones y Normas de Diseño y Construcción con tierra reforzada E-080 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

#### ***Dimensiones de la Edificación:***

Largo: 14.6 metros.

Ancho: 7 metros.

Altura de Paredes: 2.8 metros.

Tipo de Techo: un sentido

#### ***Cálculo de la Resistencia del Adobe:***

Resistencia del adobe (0%) obtenida de pruebas de laboratorio: 7 kg/m<sup>2</sup>

Resistencia del adobe (4%) obtenida de pruebas de laboratorio: 6.87 kg/m<sup>2</sup>

Resistencia del adobe (8%) obtenida de pruebas de laboratorio: 6.10 kg/m<sup>2</sup>

Resistencia del adobe (12%) obtenida de pruebas de laboratorio: 5.70 kg/m<sup>2</sup>

**Cálculo de la Carga Última en las Paredes:**

Carga última = (1.4 D + 1.7 L) = (1.4\*(225) + 1.7\*(230)) = 706 kg/m<sup>2</sup>

Área de las paredes promedio = (2 \* 3 m \* 6 m) = 36 m<sup>2</sup>.

Carga última admisible en las paredes = (Área de las paredes \* Tensión admisible) = (36 m<sup>2</sup> \* 706 kg/m<sup>2</sup>) = 2541.6 kg

**Cálculo de Cimientos:**

Se diseñarán cimientos de concreto ciclópeo que puedan soportar la carga de 2541.6 kg de las paredes.

**ANÁLISIS ESTÁTICO DE LA ESTRUCTURA**

**Consideraciones sismorresistentes:**

La norma E.030 establece requisitos mínimos para garantizar un adecuado comportamiento sísmico de las edificaciones, esto con el fin de reducir el riesgo de pérdidas de vidas y daños materiales, y posibilitar que las edificaciones esenciales puedan seguir funcionando durante y después del sismo.

El análisis de la presente edificación se desarrolló con la finalidad de garantizar un comportamiento que haga posible

- Resistir sismos leves sin daños.
- Resistir sismos moderados considerando la posibilidad de daños estructurales leves.
- Resistir sismos severos con posibilidad de daños estructurales importantes, evitando el colapso de la edificación.

**Metodología:**

**Parámetros sísmicos:**

El análisis sísmico de la edificación se realiza de acuerdo a lo establecido en las Norma de Diseño Sismo Resistente NTE 030- 2016

Fuerza Cortante en la Base (V)

Según el Análisis Estático, se tiene:

$$V = \frac{ZUSP}{R} \dots (I)$$

Donde C/R ≥ 0.12

Factor de zona	Z =	0.45
Factor de uso	U =	1
Factor de suelo	S =	1.1
Coefficiente de reducción	R =	3
Periodo predominante del suelo	Tp =	0.6 s
Contribución de la carga viva	V =	25%

Las combinaciones de cargas para el análisis son las estipuladas en el Reglamento Nacional de Construcciones.

1)	1.40 D + 1.70 L
2)	0.90 D +/- SX
3)	0.90 D +/- SY

4)	1.25 (D + L) +/- SX
5)	1.25 (D + L) +/- SX
6)	ENVOLVENTE

Se modeló la estructura para ser ensayada mediante el Análisis Sísmico Estático, empleando el Software ETABS V20.

De los resultados obtenidos se realizaron comparaciones y se tomó el análisis menos conservador para el cálculo de los máximos desplazamientos y distorsiones de los entrepisos.

Para el diseño estructural de las edificaciones las cargas consideradas fueron las del análisis estático.

**DISEÑO DE CONEXIONES**

***Conexiones de Techo-Pared:***

Se diseñarán conexiones de madera reforzada para asegurar la estabilidad del techo.

***Conexiones de Pared-Cimiento:***

Se diseñarán conexiones de acero entre las paredes de adobe y los cimientos de concreto ciclópeo.

**DETALLES CONSTRUCTIVOS**

***Espesor de las Paredes:***

El espesor de las paredes de adobe será de 0.40 metros.

**LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO**

***Material Predominante:***

$$(\Delta_i/h_{ei})$$

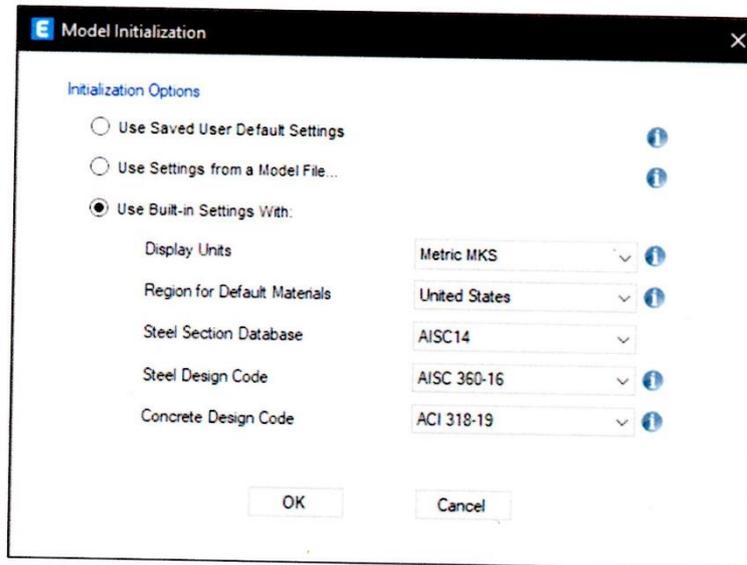
Albañilería = 0,005

**ANÁLISIS SISMICO:**

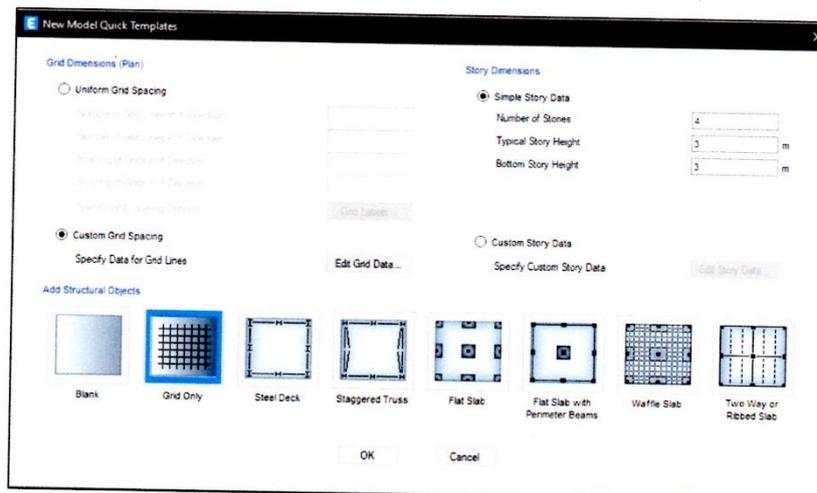
En este capítulo observaremos los resultados del análisis dinámico de la estructura, obtenidos mediante el programa de cálculo ETABS V20, aplicando los parámetros y cargas.

## Anexo 9. Modelado en SOFTWARE ETABS

Definimos las unidades que utilizaremos



Seleccionamos el modelo grilla con "Custom Grid Spacing"



**Grid System Data**

Grid System Name:

System Origin: Global X:  m, Global Y:  m, Rotation:  deg

Story Range Option:  Default - All Stories,  User Specified

User Specified: Top Story:

Click to Modify/Show: Reference Points:  Reference Planes:

Options: Bubble Size:  m, Grid Color:

Rectangular Grids:  Display Grid Data as Ordinates,  Display Grid Data as Spacing

Quick Start New Rectangular Grids:

X Grid Data				Y Grid Data			
Grid ID	X Ordinate (m)	Visible	Bubble Loc	Grid ID	Y Ordinate (m)	Visible	Bubble Loc
A	0	Yes	End	1	0	Yes	Start
B	0.6	Yes	End	2	0.6	Yes	Start
C	1.2	Yes	End	3	1.2	Yes	Start
D	6.17	Yes	End	4	2.3	Yes	Start
E	7.37	Yes	End	5	3	Yes	Start
F	10.1	Yes	End	6	6.4	Yes	Start

General Grids:

Grid ID	X1 (m)	Y1 (m)	X2 (m)	Y2 (m)	Visible	Bubble Loc

Buttons: Add, Delete, Sort by ID, OK, Cancel

### Definir la altura de los pisos

**Story Data**

Story	Height (m)	Elevation (m)	Master Story	Similar To	Splice Story	Splice Height (m)	Story Color
Nivel 2	2.8	5.6	Yes	None	No	0	
Nivel 1	2.8	2.8	No	Nivel 2	No	0	
Base		0					

Note: Right Click on Grid for Options

Buttons: Refresh View, OK, Cancel

## Definimos los materiales con los que trabajaremos

### Adobe con 0% de polvo residual de cerámica

**E** Material Property Data

**General Data**

Material Name: ADOBE (0%)

Material Type: Masonry

Directional Symmetry Type: Isotropic

Material Display Color:  Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

**Material Weight and Mass**

Specify Weight Density       Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 1.5406 tonf/m<sup>3</sup>

Mass per Unit Volume: 0.1571 tonf·s<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>

---

**E** Material Property Design Data

**Material Name and Type**

Material Name: ADOBE (0%)

Material Type: Masonry, Isotropic

Grade: fcm 2000 psi

**Design Properties for Concrete Materials**

Specified Compressive Strength, f<sub>m</sub>: 36 tonf/m<sup>2</sup>

OK      Cancel

*[Handwritten signature]*

*[Professional Engineer Stamp]*  
INGENIERO EN CIVIL  
C.R. 72581

*[Professional Engineer Stamp]*  
INGENIERO EN CIVIL  
C.R. 72581

## Adobe con 4% de polvo residual de cerámica

### Material Property Data

#### General Data

Material Name	ADOBE (4%)
Material Type	Masonry
Directional Symmetry Type	Isotropic
Material Display Color	 <input type="button" value="Change..."/>
Material Notes	<input type="button" value="Modify/Show Notes..."/>

#### Material Weight and Mass

<input checked="" type="radio"/> Specify Weight Density	<input type="radio"/> Specify Mass Density
Weight per Unit Volume	1.575 tonf/m <sup>3</sup>
Mass per Unit Volume	0.160605 tonf-s <sup>2</sup> /m <sup>4</sup>

### Material Property Design Data

#### Material Name and Type

Material Name	ADOBE (4%)
Material Type	Masonry, Isotropic
Grade	fcm 2000 psi

#### Design Properties for Concrete Materials

Specified Compressive Strength, f <sub>m</sub>	42 tonf/m <sup>2</sup>
--	------------------------

OK

Cancel

## Adobe con 8% de polvo residual de cerámica

### E Material Property Data

#### General Data

Material Name	ADOBE (8%)
Material Type	Masonry
Directional Symmetry Type	Isotropic
Material Display Color	 <input type="button" value="Change..."/>
Material Notes	<input type="button" value="Modify/Show Notes..."/>

#### Material Weight and Mass

<input checked="" type="radio"/> Specify Weight Density	<input type="radio"/> Specify Mass Density
Weight per Unit Volume	1.6094 tonf/m <sup>3</sup>
Mass per Unit Volume	0.164111 tonf-s <sup>2</sup> /m <sup>4</sup>

### E Material Property Design Data

#### Material Name and Type

Material Name	ADOBE (8%)
Material Type	Masonry, Isotropic
Grade	nom 2000 psi

#### Design Properties for Concrete Materials

Specified Compressive Strength, f <sub>m</sub>	48 tonf/m <sup>2</sup>
--	------------------------

OK

Cancel

*[Handwritten signature]*

*[Professional Engineer Stamp]*  
Professional Engineer  
Mechanical  
No. 12345  
State of California  
Exp. 12/31/2024

*[Professional Engineer Stamp]*  
Professional Engineer  
Mechanical  
No. 67890  
State of California  
Exp. 12/31/2024

### Adobe con 12% de polvo residual de cerámica

**E** Material Property Data

**General Data**

Material Name: ADOBE (12%)

Material Type: Masonry

Directional Symmetry Type: Isotropic

Material Display Color:  Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

**Material Weight and Mass**

Specify Weight Density       Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 1.6438 tonf/m<sup>3</sup>

Mass per Unit Volume: 0.167616 tonf-s<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>

---

**E** Material Property Design Data

**Material Name and Type**

Material Name: ADOBE (12%)

Material Type: Masonry, Isotropic

Grade: fcm 2000 psi

**Design Properties for Concrete Materials**

Specified Compressive Strength, f<sub>m</sub>: 53 tonf/m<sup>2</sup>

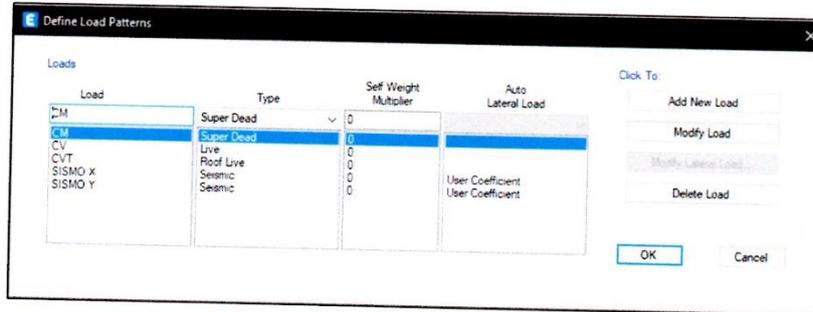
OK      Cancel

*[Handwritten signature]*

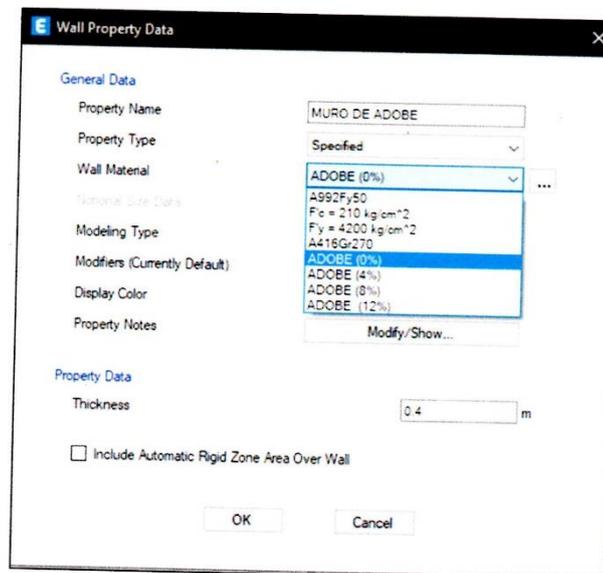
*[Professional Engineer Stamp]*  
ING. JOSÉ LUIS GARCÍA  
INGENIERO EN CIVIL  
C.R. 17.2284

*[Professional Engineer Stamp]*  
ING. JOSÉ LUIS GARCÍA  
INGENIERO EN CIVIL  
C.R. 17.2284

## Definimos los LOAD PATTERNS



## Creamos un muro de adobe para cada porcentaje de adobe



### Definimos el sismo estático en X



**Seismic Load Pattern - User Defined**

**Direction and Eccentricity**

X Dir       Y Dir

X Dir + Eccentricity       Y Dir + Eccentricity

X Dir - Eccentricity       Y Dir - Eccentricity

Ecc. Ratio (All Diaph.)     

Overwrite Eccentricities     

**Factors**

Base Shear Coefficient, C     

Building Height Exp., K     

**Story Range**

Top Story     

Bottom Story     



### Definimos el sismo estático en Y



**Seismic Load Pattern - User Defined**

**Direction and Eccentricity**

X Dir       Y Dir

X Dir + Eccentricity       Y Dir + Eccentricity

X Dir - Eccentricity       Y Dir - Eccentricity

Ecc. Ratio (All Diaph.)     

Overwrite Eccentricities     

**Factors**

Base Shear Coefficient, C     

Building Height Exp., K     

**Story Range**

Top Story     

Bottom Story

## Definimos la Función del Espectro de Respuesta

**E** Response Spectrum Function - Peru NTE E.030 2014

Function Name:  Function Damping Ratio:

**Parameters**

Seismic Zone:   
Occupation Category:   
Soil Type:   
Irregularity Factor, Ia:   
Irregularity Factor, Ip:   
Basic Response Modification Factor, R0:

**Define Function**

Period	Acceleration
0	0.3938
0.1	0.3938
0.2	0.3938
0.3	0.3938
0.4	0.3938
0.5	0.3938

**Plot Options**

Linear X - Linear Y  
 Linear X - Log Y  
 Log X - Linear Y  
 Log X - Log Y

**Function Graph**

OK Cancel

### Definimos el LOAD CASES para el sismo Dinámico en X

**Load Case Data**

**General**

Load Case Name: **CDN-X**

Load Case Type: Response Spectrum

Mass Source: Previous (100%CM + 25%CV + 25%CV)

Analytic Model: Default

**Loads Applied**

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	ESPECTRO R-3	3.8267
Acceleration	U3	ESPECTRO R-3	6.5378

**Other Parameters**

Model Load Case: Model

Modal Combination Method: CDC

Include Rigid Response

Directional Combination Type: SRSS

Model Damping: Constant at 0.05

Diaphragm Eccentricity: 0.05 for All Diaphragms

### Definimos el LOAD CASES para el sismo Dinámico en Y

**Load Case Data**

**General**

Load Case Name: **CDN-Y**

Load Case Type: Response Spectrum

Mass Source: Previous (100%CM + 25%CV + 25%CV)

Analytic Model: Default

**Loads Applied**

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U2	ESPECTRO R-3	3.8267
Acceleration	U3	ESPECTRO R-3	6.5378

**Other Parameters**

Model Load Case: Model

Modal Combination Method: CDC

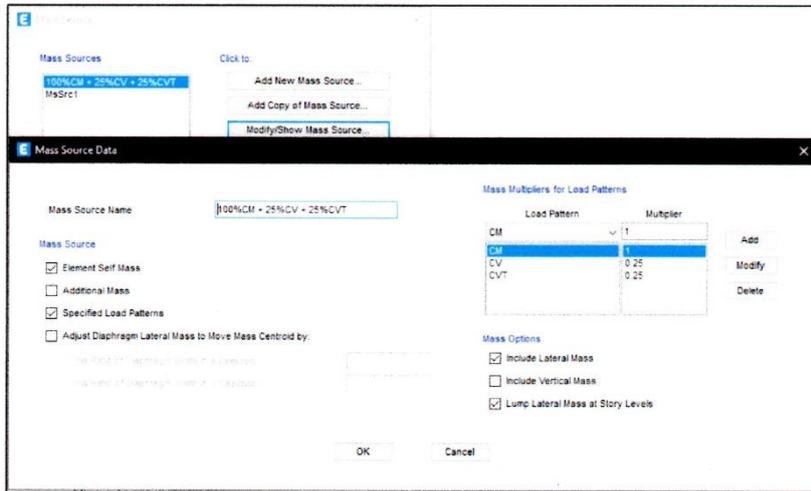
Include Rigid Response

Directional Combination Type: SRSS

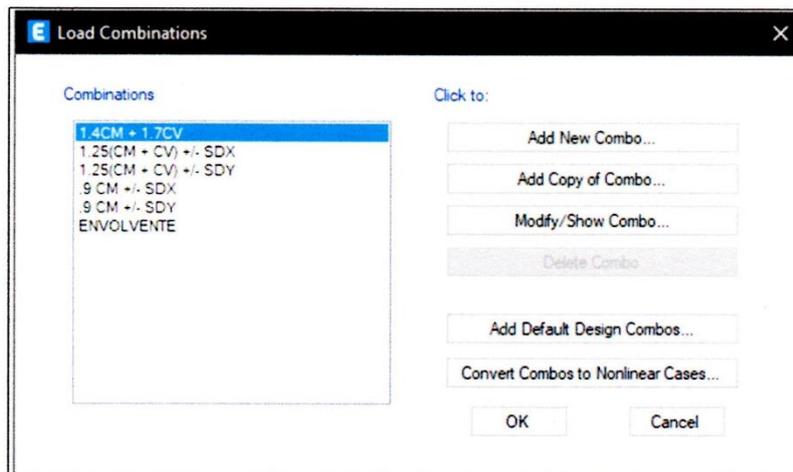
Model Damping: Constant at 0.05

Diaphragm Eccentricity: 0.05 for All Diaphragms

## Definimos el MASS SOURCE



## Definimos las combinaciones de carga

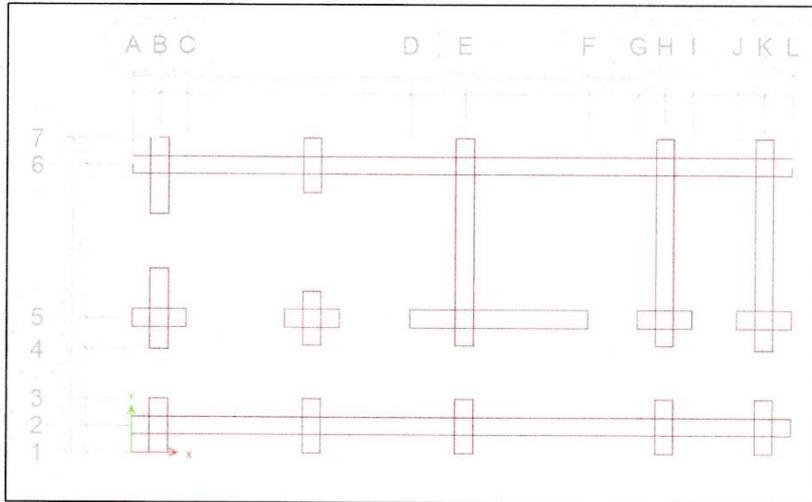


Insertamos los muros de adobe según nuestro plano estructural en ETABS

Nivel 1

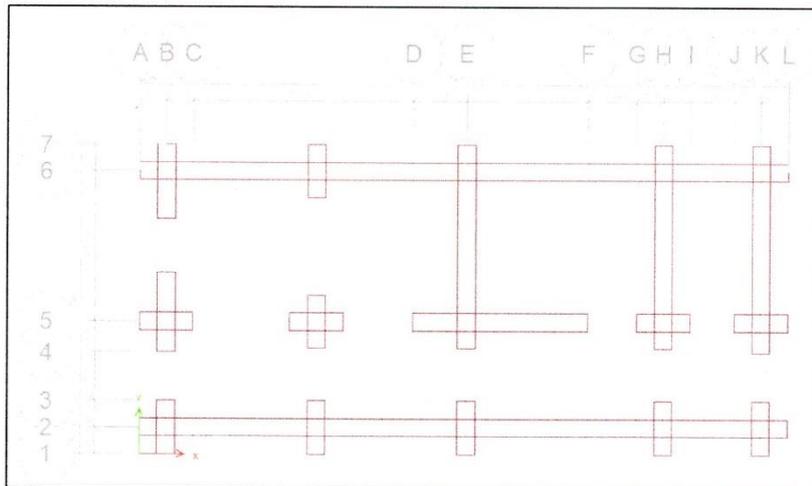
*[Handwritten signature]*

*[Professional Engineer Stamp]*  
Ingeniero Civil  
N.º 12345  
C.º 12345



Nivel 2

*[Professional Engineer Stamp]*  
Ingeniero Civil  
N.º 12345  
C.º 12345



### Definimos y asignación para los muros de adobe EN EL PRIMER NIVEL

Uniform Load Set Name: CARGAS 1° NIVEL

Load Set Loads

Load Pattern	Load Value (kgf/m <sup>2</sup> )
CM	225
CV	200
CVT	30

Note: Loads are in the gravity direction.

Buttons: Add, Delete, OK, Cancel

### Definimos y asignación para los muros de adobe EN EL SEGUNDO NIVEL

Uniform Load Set Name: CARGAS 2° NIVEL

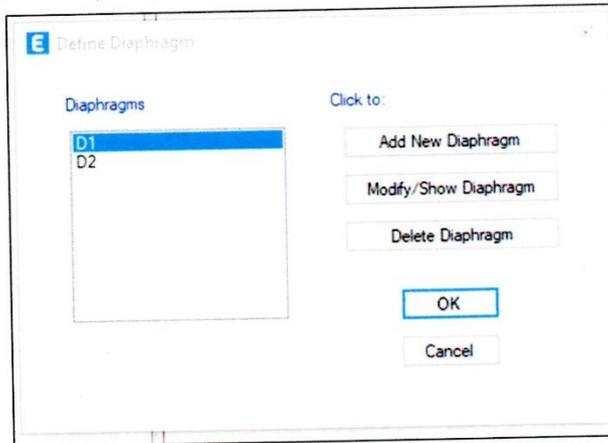
Load Set Loads

Load Pattern	Load Value (kgf/m <sup>2</sup> )
CM	210
CVT	30

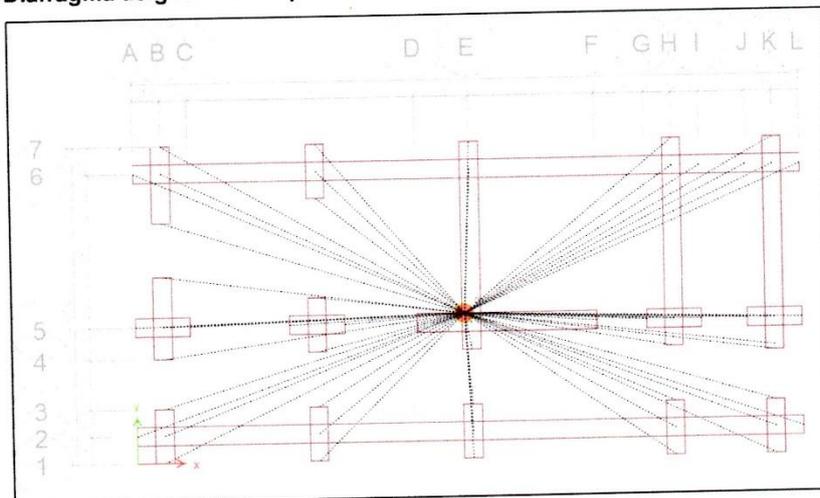
Note: Loads are in the gravity direction.

Buttons: Add, Delete, OK, Cancel

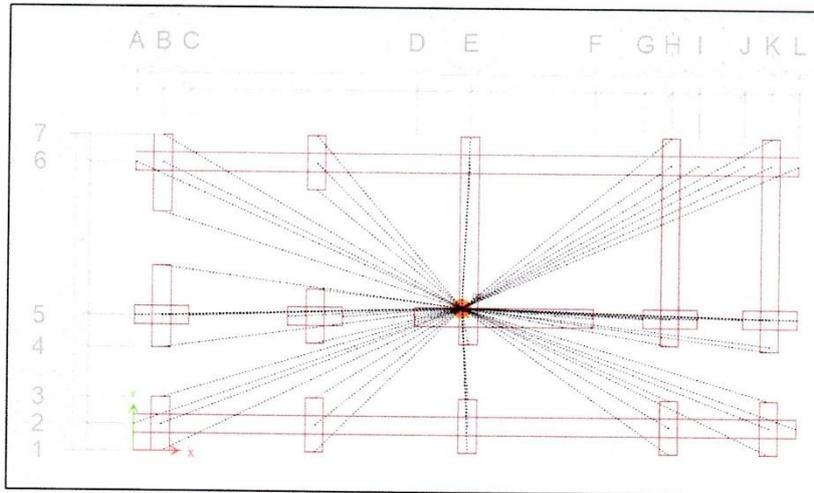
Definimos y asignamos los diafragmas rígidos para cada nivel  
D1 para el nivel 1 y D2 para el nivel 2



Diafragma asignado en el primer nivel



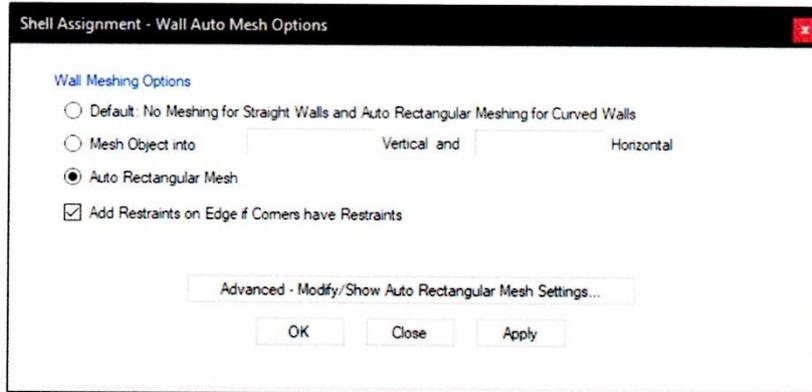
### Diafragma asignado en el segundo nivel



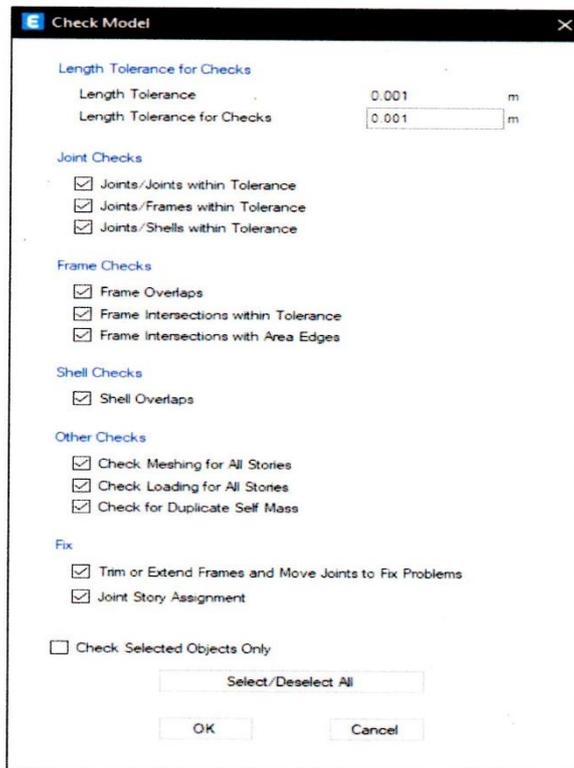
### Asignamos las restricciones en la base



## Dividimos los muros de adobe en secciones iguales



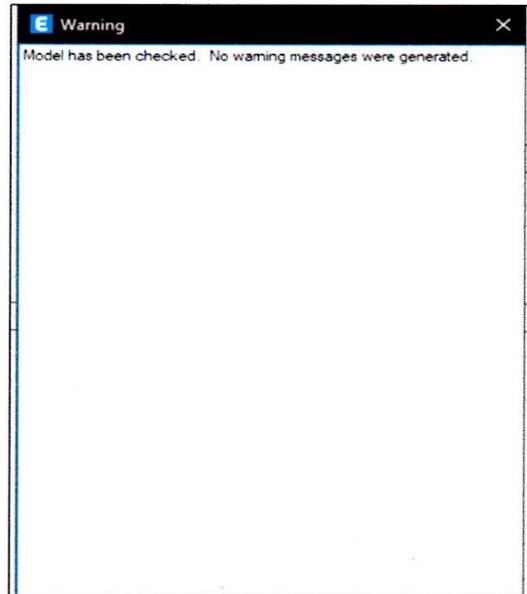
## Verificamos el modelo antes de ser ejecutado



### Verificación de errores

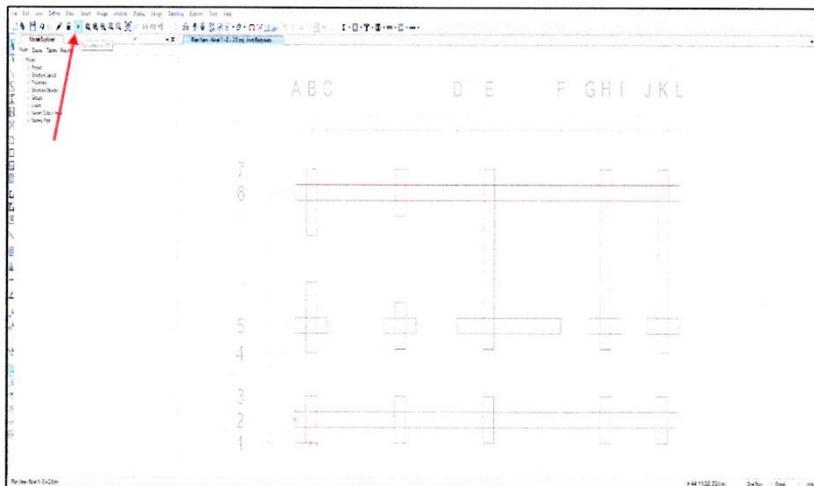
*[Handwritten signature]*

**Just**  
Ingeniería Civil  
C.R. 7587

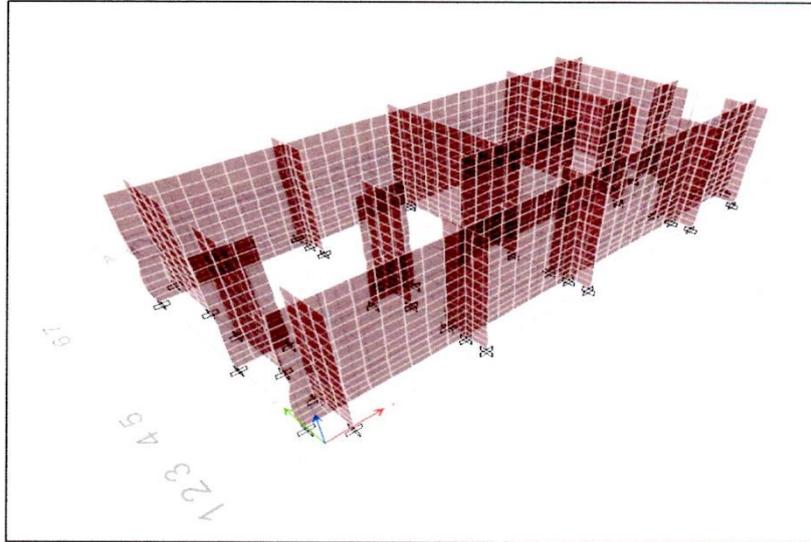


### Ejecución del modelado

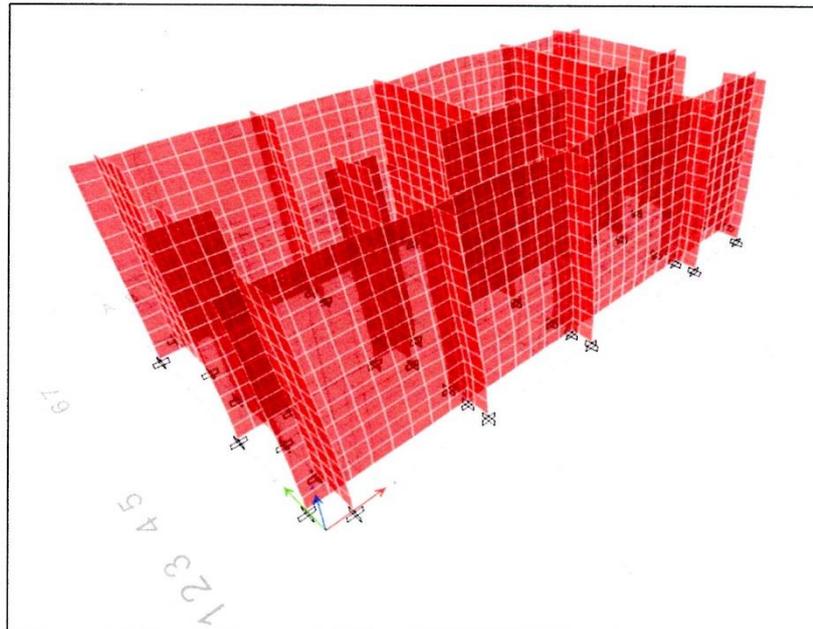
**Just**  
Ingeniería Civil  
C.R. 7587



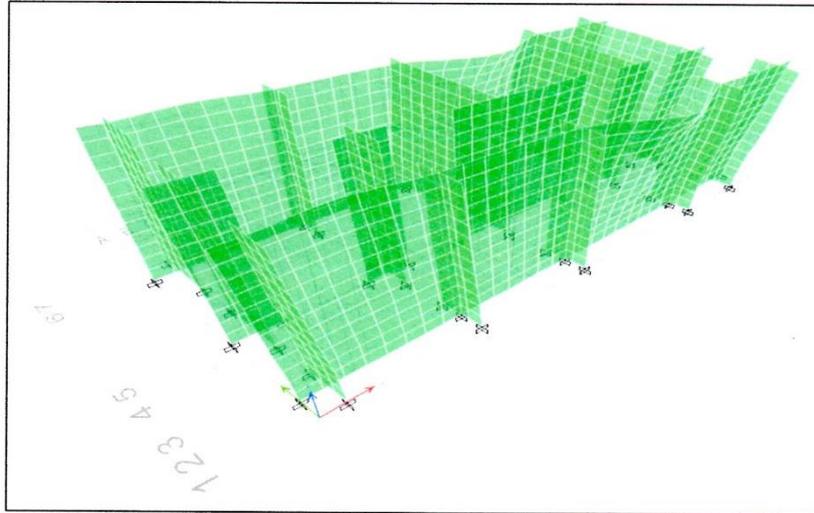
Modelado de la edificación de adobe patrón (0%)



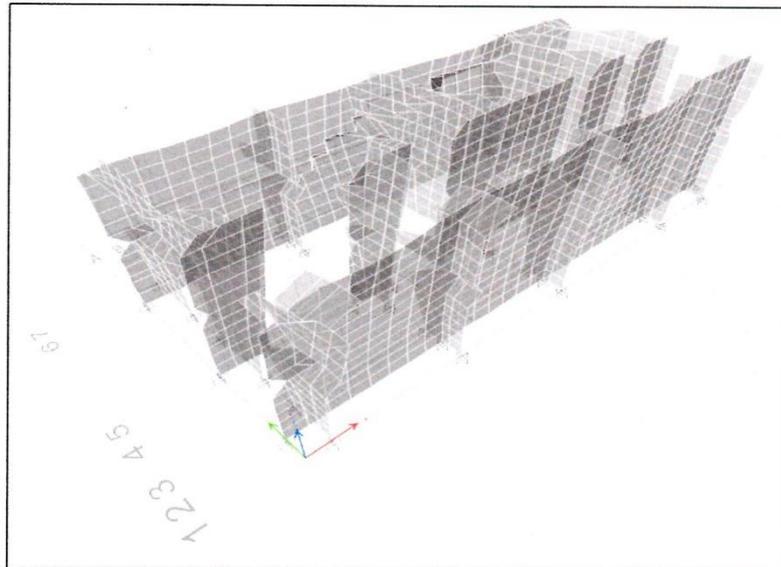
Modelado de la edificación de adobe estabilizado al 4%



**Modelado de la edificación de adobe estabilizado al 8%**



**Modelado de la edificación de adobe estabilizado al 12%**



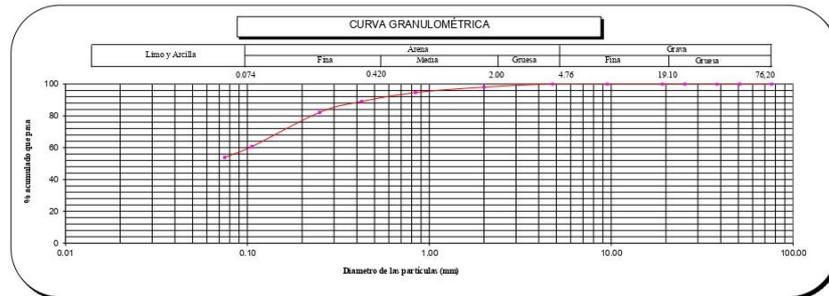
# Anexo 10. Certificados de laboratorio de los ensayos

	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO</b>		<b>Código</b>	IF-TC-DMCLJ/BRV-PN
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO</b>		<b>Versión</b>	01
	<b>MTC E 107 - 2016</b>		<b>Fecha</b>	28-10-2023
			<b>Página</b>	1 de 4

DATOS GENERALES	
Solicitante(s)	: Diego Moises Cabrera Lopez / Juan Beckham Roque Vitale
Universidad	: César Vallejo - Lima Norte
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Análisis del comportamiento sísmico de una edificación de adobe estabilizado con polvo residual de cerámica, Huaral 2023.
Ubicación	: Huaral
Fecha de emisión:	30/10/2023

DATOS DE LA MUESTRA																																																																																																																									
Muestra	C1 - M-01																																																																																																																								
Descripción	Suelo natural																																																																																																																								
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Malla</th> <th>Nº</th> <th>Abertura (mm)</th> <th>Peso (g)</th> <th>% Retenido Parcial</th> <th>% Retenido Acumulado</th> <th>% que pasa</th> <th>CARACTERIZACIÓN DEL SUELO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3"</td> <td>76.200</td> <td>0</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>100.0</td> <td>Límite Líquido (LL)</td> <td>33.0</td> </tr> <tr> <td>2"</td> <td>50.800</td> <td>0</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>100.0</td> <td>Límite Plástico (LP)</td> <td>21.0</td> </tr> <tr> <td>1 1/2"</td> <td>38.100</td> <td>0</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>100.0</td> <td>Índice Plástico (IP)</td> <td>12.0</td> </tr> <tr> <td>1"</td> <td>25.400</td> <td>0</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>100.0</td> <td>Clasificación (S.U.C.S.) ASTM-D2487</td> <td>CL</td> </tr> <tr> <td>3/4"</td> <td>19.100</td> <td>0</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>100.0</td> <td>Clasificación (AASHTO) ASTM-D3282</td> <td>A-6</td> </tr> <tr> <td>3/8"</td> <td>9.520</td> <td>0</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>100.0</td> <td>Índice de Grupo</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Nº 4</td> <td>4.760</td> <td>0</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>100.0</td> <td>% Grava</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>Nº 10</td> <td>2.000</td> <td>5.0</td> <td>2.0</td> <td>2.0</td> <td>98.0</td> <td>% Arena</td> <td>46.2</td> </tr> <tr> <td>Nº 20</td> <td>0.840</td> <td>8.5</td> <td>3.4</td> <td>5.4</td> <td>94.6</td> <td>% &lt; Nº 200</td> <td>53.8</td> </tr> <tr> <td>Nº 40</td> <td>0.425</td> <td>14.0</td> <td>5.6</td> <td>11.0</td> <td>89.0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Nº 60</td> <td>0.250</td> <td>17.0</td> <td>6.8</td> <td>17.8</td> <td>82.2</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Nº 140</td> <td>0.106</td> <td>53.9</td> <td>21.5</td> <td>39.3</td> <td>60.7</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Nº 200</td> <td>0.075</td> <td>17.3</td> <td>6.9</td> <td>46.2</td> <td>53.8</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>&lt; 200</td> <td>MTC E 137</td> <td>134.8</td> <td>53.8</td> <td>100.0</td> <td>0.0</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Malla	Nº	Abertura (mm)	Peso (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	3"	76.200	0	0.0	0.0	100.0	Límite Líquido (LL)	33.0	2"	50.800	0	0.0	0.0	100.0	Límite Plástico (LP)	21.0	1 1/2"	38.100	0	0.0	0.0	100.0	Índice Plástico (IP)	12.0	1"	25.400	0	0.0	0.0	100.0	Clasificación (S.U.C.S.) ASTM-D2487	CL	3/4"	19.100	0	0.0	0.0	100.0	Clasificación (AASHTO) ASTM-D3282	A-6	3/8"	9.520	0	0.0	0.0	100.0	Índice de Grupo	4	Nº 4	4.760	0	0.0	0.0	100.0	% Grava	0.0	Nº 10	2.000	5.0	2.0	2.0	98.0	% Arena	46.2	Nº 20	0.840	8.5	3.4	5.4	94.6	% < Nº 200	53.8	Nº 40	0.425	14.0	5.6	11.0	89.0			Nº 60	0.250	17.0	6.8	17.8	82.2			Nº 140	0.106	53.9	21.5	39.3	60.7			Nº 200	0.075	17.3	6.9	46.2	53.8			< 200	MTC E 137	134.8	53.8	100.0	0.0		
	Malla	Nº	Abertura (mm)	Peso (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO																																																																																																																	
	3"	76.200	0	0.0	0.0	100.0	Límite Líquido (LL)	33.0																																																																																																																	
	2"	50.800	0	0.0	0.0	100.0	Límite Plástico (LP)	21.0																																																																																																																	
	1 1/2"	38.100	0	0.0	0.0	100.0	Índice Plástico (IP)	12.0																																																																																																																	
	1"	25.400	0	0.0	0.0	100.0	Clasificación (S.U.C.S.) ASTM-D2487	CL																																																																																																																	
	3/4"	19.100	0	0.0	0.0	100.0	Clasificación (AASHTO) ASTM-D3282	A-6																																																																																																																	
	3/8"	9.520	0	0.0	0.0	100.0	Índice de Grupo	4																																																																																																																	
	Nº 4	4.760	0	0.0	0.0	100.0	% Grava	0.0																																																																																																																	
	Nº 10	2.000	5.0	2.0	2.0	98.0	% Arena	46.2																																																																																																																	
	Nº 20	0.840	8.5	3.4	5.4	94.6	% < Nº 200	53.8																																																																																																																	
	Nº 40	0.425	14.0	5.6	11.0	89.0																																																																																																																			
	Nº 60	0.250	17.0	6.8	17.8	82.2																																																																																																																			
	Nº 140	0.106	53.9	21.5	39.3	60.7																																																																																																																			
	Nº 200	0.075	17.3	6.9	46.2	53.8																																																																																																																			
< 200	MTC E 137	134.8	53.8	100.0	0.0																																																																																																																				

Límite Líquido (LL)	ASTM-D4318	33
Límite Plástico (LP)	ASTM-D4318	21
Índice Plástico (IP)		12
Clasificación (S.U.C.S.)	ASTM-D2487	CL
Clasificación (AASHTO)	ASTM-D3282	A-6
Índice de Grupo		4
Nombre de grupo	: Arcilla arenosa de baja plasticidad	



- Referencias:
- ASTM D 422-63: Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
  - ASTM D 4318-05: Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
  - ASTM D 2487-05: Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
  - ASTM D 2216-05: Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
  - ASTM D 3282-04e1: Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes
  - ASTM D 1540-00: Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 um) sieve

Elaborado por:  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.  
Firma: 

Revisado por:  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.  
Firma: 

**CERTIFICADO DE ENSAYO****Código** IF-TC-DMCL/IBRV-PN**CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO  
MTC E 108 - 2016****Versión** 01**Fecha** 28-10-2023**Página** 2 de 4**DATOS GENERALES**

**Solicitante(s)** : Diego Moises Cabrera Lopez / Juan Beckham Roque Vitale  
**Universidad** : César Vallejo - Lima Norte  
**Especialidad** : Ingeniería Civil  
**Tema de tesis** : Análisis del comportamiento sísmico de una edificación de adobe estabilizado con polvo residual de cerámica, Huaral 2023.  
**Ubicación** : Huaral  
**Fecha de emisión** : 30/10/2023

**DATOS DE LA MUESTRA**

**Muestra** : C1-M-01  
**Descripción** : Suelo natural

Muestra N°	1	2	3	4	5
Peso tara (g)	53.0	53.0	51.6		
Peso tara + muestra húmeda (g)	350.2	425.3	368.3		
Peso tara + muestra seca (g)	297.3	360.3	312.2		
Peso de agua (g)	52.9	65.0	56.1		
Peso de suelo seco (g)	244.3	307.3	260.6		
Contenido de Humedad (%)	21.7	21.2	21.5		
<b>PROMEDIO (%)</b>	<b>21.4</b>				

**Observaciones:**

**Referencia:** ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.

**Firma:**

**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.

**Firma:**

**CERTIFICADO DE ENSAYO**

Código	IF-TC-DMCLJBRV-PN
Versión	01
Fecha	28-10-2023
Página	3 de 4

**LÍMITES DE ATTERBERG  
MTC E 110 & E 111 - 2016****DATOS GENERALES**

Solicitante : Diego Moises Cabrera Lopez / Juan Beckham Roque Vitale  
Universidad : César Vallejo - Lima Norte  
Especialidad : Ingeniería Civil  
Tema de tesis : Análisis del comportamiento sísmico de una edificación de adobe estabilizado con polvo residual de cerámica, Huaral 2023.  
Ubicación : Huaral  
Fecha de emisión : 30/10/2023

**DATOS DE LA MUESTRA**

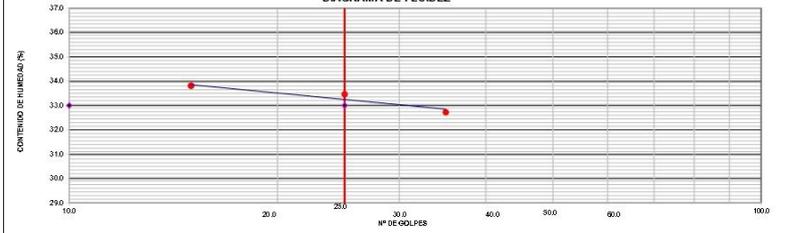
Muestra : C1-M-01  
Descripción : Suelo natural

**LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - 2016)**

Nº TARRO	A - 10	A - 11	A - 12
TARRO + SUELO HÚMEDO	52.18	52.16	52.14
TARRO + SUELO SECO	46.30	46.12	46.00
AGUA	5.88	6.04	6.14
PESO DEL TARRO	28.33	28.05	27.84
PESO DEL SUELO SECO	17.97	18.07	18.16
% DE HUMEDAD	32.72	33.46	33.81
Nº DE GOLPES	35	25	15

**LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111 - 2016)**

Nº TARRO	C - 10	C - 11
TARRO + SUELO HÚMEDO	20.66	20.59
TARRO + SUELO SECO	19.62	19.52
AGUA	1.04	1.07
PESO DEL TARRO	14.65	14.32
PESO DEL SUELO SECO	4.97	5.20
% DE HUMEDAD	20.93	20.58

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**

CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		OBSERVACIONES
LÍMITE LÍQUIDO (%)	33.0	La muestra fue proporcionada por el solicitante.
LÍMITE PLÁSTICO (%)	21.0	Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	12.0	Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

**Referencia:**

ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

Elaborado por:  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEO LAB S.A.C.  
Firma:

Revisado por:  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEO LAB S.A.C.  
Firma:



**CERTIFICADO DE ENSAYO**  
**GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN EN AGREGADOS FINOS**  
**MTC E 205**

<b>Código</b>	IF-TC-DMC/BRV-PN
<b>Versión</b>	01
<b>Fecha</b>	28-10-2023
<b>Página</b>	4 de 4

**DATOS GENERALES**

**Solicitante(s)** : Diego Moises Cabrera Lopez / Juan Beckham Roque Vitale  
**Universidad** : César Vallejo - Lima Norte  
**Especialidad** : Ingeniería Civil  
**Tema de tesis** : Análisis del comportamiento sísmico de una edificación de adobe estabilizado con polvo residual de cerámica, Huaral 2023.  
**Ubicación** : Huaral  
**Fecha de emisión** : 30/10/2023

**DATOS DE LA MUESTRA**

**Muestra** : C1-M-01  
**Descripción** : Suelo natural

**AGREGADO FINO**

Muestra		1	2	3	4	Promedio
A	Peso del mat. sat. superf. Seco (en el aire) (g)	250.0	250.0			
B	Peso fiola calibrada con agua (g)	654.5	654.5			
C	Peso fiola con agua + peso del mat. s.s.s. (g)	904.50	904.49			
D	Peso del mat. + peso fiola + H <sub>2</sub> O (g)	813.3	813.4			
E	Vol. de masa + vol. de vacíos (cc)	91.18	91.09			
F	Peso mat. seco en el horno (105°C) (g)	243.00	243.50			
G	Vol. de masa (g)	84.18	84.59			
H	Peso específico bulk (base seca) (g./cc)	2.665	2.673			2.669
I	Peso específico bulk (base saturada) (g./cc)	2.742	2.745			2.743
J	Peso específico aparente (base seca) (g./cc)	2.887	2.879			2.883
K	% de absorción	2.9	2.7			2.8

**Elaborado por:**  
Miguel Ángel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.

**Firma:**

**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.

**Firma:**



**CERTIFICADO DE ENSAYO**  
**GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN EN AGREGADOS FINOS**  
**MTC E 205**

<b>Código</b>	IF-TC-DMC/JBRV-PN
<b>Versión</b>	01
<b>Fecha</b>	03-01-2023
<b>Página</b>	4 de 4

**DATOS GENERALES**

**Solicitante(s)** : Diego Moises Cabrera Lopez / Juan Beckham Roque Vitate  
**Universidad** : César Vallejo - Lima Norte  
**Especialidad** : Ingeniería Civil  
**Tema de tesis** : Análisis del comportamiento sísmico de una edificación de adobe estabilizado con polvo residual de cerámica, Huaral 2023.  
**Ubicación** : Huaral  
**Fecha de emisión** : 30/10/2023

**DATOS DE LA MUESTRA**

**Muestra** : C1 -M-01  
**Descripción** : Suelo natural

**AGREGADO FINO**

Muestra	1	2	3	4	Promedio
<b>A</b> Peso del mat. sat. superf. Seco (en el aire) (g)	250.0	250.0			
<b>B</b> Peso fiola calibrada con agua (g)	654.5	654.5			
<b>C</b> Peso fiola con agua + peso del mat. s.s.s. (g)	904.50	904.49			
<b>D</b> Peso del mat. + peso fiola + H <sub>2</sub> O (g)	813.3	813.4			
<b>E</b> Vol. de masa + vol. de vacíos (cc)	91.18	91.09			
<b>F</b> Peso mat. seco en el horno (105°C) (g)	243.00	243.50			
<b>G</b> Vol. de masa (g)	84.18	84.59			
<b>H</b> Peso específico bulk (base seca) (g./cc)	2.665	2.673			2.669
<b>I</b> Peso específico bulk (base saturada) (g./cc)	2.742	2.745			2.743
<b>J</b> Peso específico aparente (base seca) (g./cc)	2.887	2.879			2.883
<b>K</b> % de absorción	2.9	2.7			2.8

**Elaborado por:**  
Miguel Ángel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEO LAB S.A.C.

**Firma:**

**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEO LAB S.A.C.

**Firma:**



**CERTIFICADO DE ENSAYO**  
**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES DE**  
**ALBAÑILERÍA**  
**NTP 339.613**

<b>Código</b>	IF-TC-DMCLJBRV-PN
<b>Versión</b>	01
<b>Fecha</b>	10-28-2023
<b>Página</b>	1 de 1

**DATOS GENERALES**

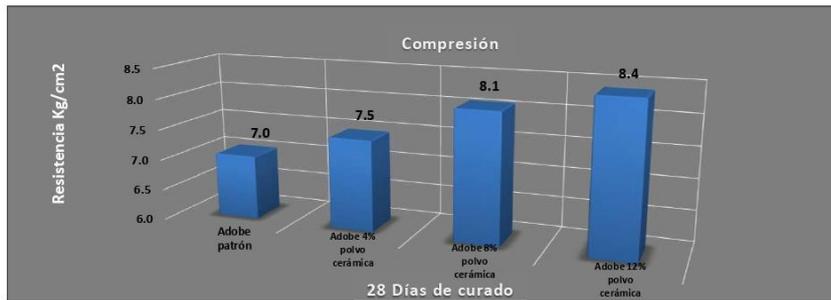
**Solicitante** : Diego Moises Cabrera Lopez / Juan Beckham Roque Vitale  
**Universidad** : César Vallejo - Lima Norte  
**Especialidad** : Ingeniería Civil  
**Tema de tesis** : Análisis del comportamiento sísmico de una edificación de adobe estabilizado con polvo residual de cerámica, Huaral 2023.  
**Ubicación** : Huaral  
**Fecha de emisión** : 30/10/2023

**DATOS DE LA MUESTRA**

**Tipo de muestra** : Bloque de adobe  
**Identificación** : Mezcla de adobe patrón adicionando polvo de cerámica (4.0%, 8.0% y 12.0%)

**ROTURA DE ESPECIMENES**

Nº	FECHA MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DESCRIPCIÓN	REG. Nº	ANCHO		LARGO		CARGA Kg	AREA	RESIST.	Kg/cm <sup>2</sup> PROMEDIO
						cm	cm	cm	cm			Kg/cm <sup>2</sup>	
01	30/09/2023	28/10/2023	28 días	Mezcla de adobe patrón	01-A	19.0	18.8	37.0	37.4	4,956	703.1	7.0	7.0
02	30/09/2023	28/10/2023	28 días	Mezcla de adobe patrón	01-B	18.7	18.8	36.8	36.8	4,925	690.0	7.1	
03	30/09/2023	28/10/2023	28 días	Mezcla de adobe patrón	01-C	18.7	19.0	37.2	36.7	4,844	696.5	7.0	
01	30/09/2023	28/10/2023	28 días	Mezcla de adobe con adición del 4.0% de polvo de cerámica	02-A	18.6	18.6	36.7	36.7	5,027	682.6	7.4	7.5
02	30/09/2023	28/10/2023	28 días	Mezcla de adobe con adición del 4.0% de polvo de cerámica	02-B	18.5	18.7	36.5	36.7	5,231	680.8	7.7	
03	30/09/2023	28/10/2023	28 días	Mezcla de adobe con adición del 4.0% de polvo de cerámica	02-C	18.8	18.6	36.8	37.0	5,099	690.0	7.4	
01	30/09/2023	28/10/2023	28 días	Mezcla de adobe con adición del 8.0% de polvo de cerámica	03-A	18.8	18.6	37.5	37.3	5,914	699.4	8.5	8.1
02	30/09/2023	28/10/2023	28 días	Mezcla de adobe con adición del 8.0% de polvo de cerámica	03-B	18.7	18.8	36.8	36.6	5,802	688.1	8.4	
03	30/09/2023	28/10/2023	28 días	Mezcla de adobe con adición del 8.0% de polvo de cerámica	03-C	18.9	19.0	36.7	36.8	5,129	696.4	7.4	
01	30/09/2023	28/10/2023	28 días	Mezcla de adobe con adición del 12.0% de polvo de cerámica	03-A	18.8	18.6	37.5	37.3	5,772	699.4	8.3	8.4
02	30/09/2023	28/10/2023	28 días	Mezcla de adobe con adición del 12.0% de polvo de cerámica	03-B	18.7	18.8	36.8	36.6	5,690	688.1	8.3	
03	30/09/2023	28/10/2023	28 días	Mezcla de adobe con adición del 12.0% de polvo de cerámica	03-C	18.9	19.0	36.7	36.8	6,067	696.4	8.7	



**Elaborado por:**  
Miguel Angel Afaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.  
**Firma:**

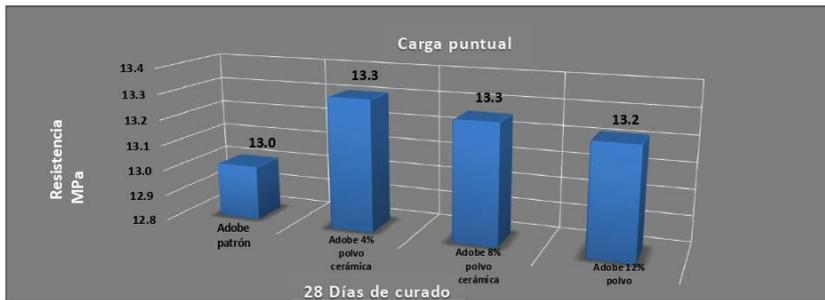
**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.  
**Firma:**

	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO</b>		<b>Código</b>	IF-TC-DMCLJ/BRV-PN	
	<b>RESISTENCIA A CARGA PUNTUAL AXIAL</b>		<b>Versión</b>	01	
				<b>Fecha</b>	28-10-2023
				<b>Página</b>	1 de 1

DATOS GENERALES	
<b>Solicitante</b>	: Diego Moises Cabrera Lopez / Juan Beckham Roque Vitale
<b>Universidad</b>	: César Vallejo - Lima Norte
<b>Especialidad</b>	: Ingeniería Civil
<b>Tema de tesis</b>	: Análisis del comportamiento sísmico de una edificación de adobe estabilizado con polvo residual de cerámica,
<b>Ubicación</b>	: Huaral
<b>Fecha de emisión</b>	: 30/10/2023

DATOS DE LA MUESTRA	
<b>Tipo de muestra</b>	: Bloque de adobe
<b>Identificación</b>	: Mezcla de adobe patrón adicionando polvo de cerámica (4.0%, 8.0% y 12.0%)

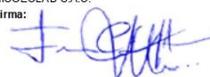
ROTURA DE ESPECIMENES								
Nº	FECHA MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DESCRIPCIÓN	REG. N°	RESIST. Kg/cm <sup>2</sup>	RESIST. MPa	MPa PROMEDIO
01	30/09/2023	28/10/2023	28 días	Mezcla de adobe patrón	01-A	132.00	12.95	13.01
02	30/09/2023	28/10/2023	28 días	Mezcla de adobe patrón	01-B	132.70	13.02	
03	30/09/2023	28/10/2023	28 días	Mezcla de adobe patrón	01-C	133.20	13.07	
01	30/09/2023	28/10/2023	28 días	Mezcla de adobe con adición del 4.0% de polvo de cerámica	02-A	135.80	13.32	13.31
02	30/09/2023	28/10/2023	28 días	Mezcla de adobe con adición del 4.0% de polvo de cerámica	02-B	135.70	13.31	
03	30/09/2023	28/10/2023	28 días	Mezcla de adobe con adición del 4.0% de polvo de cerámica	02-C	135.50	13.29	
01	30/09/2023	28/10/2023	28 días	Mezcla de adobe con adición del 8.0% de polvo de cerámica	03-A	135.20	13.26	13.26
02	30/09/2023	28/10/2023	28 días	Mezcla de adobe con adición del 8.0% de polvo de cerámica	03-B	135.30	13.27	
03	30/09/2023	28/10/2023	28 días	Mezcla de adobe con adición del 8.0% de polvo de cerámica	03-C	135.00	13.24	
01	30/09/2023	28/10/2023	28 días	Mezcla de adobe con adición del 12.0% de polvo de cerámica	03-A	134.80	13.22	13.22
02	30/09/2023	28/10/2023	28 días	Mezcla de adobe con adición del 12.0% de polvo de cerámica	03-B	135.20	13.26	
03	30/09/2023	28/10/2023	28 días	Mezcla de adobe con adición del 12.0% de polvo de cerámica	03-C	134.30	13.17	



Elaborado por:  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEO LAB S.A.C.  
Firma:



Revisado por:  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEO LAB S.A.C.  
Firma:



	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO</b>		Código	IF-TC-DMCLJBRV-PN
	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MURETES DE LADRILLO</b>		Versión	01
	<b>NTP 399.621</b>		Fecha	10-28-2023
				Página

**DATOS GENERALES**

Solicitante : Diego Moises Cabrera Lopez / Juan Beckham Roque Vitale  
 Universidad : César Vallejo - Lima Norte  
 Especialidad : Ingeniería Civil  
 Tema de tesis : Análisis del comportamiento sísmico de una edificación de adobe estabilizado con polvo residual de cerámica, Huaral 2023.  
 Ubicación : Huaral  
 Fecha de emisión : 30/10/2023

**DATOS DE LA MUESTRA**

Tipo de muestra : Bloque de adobe  
 Identificación : Mezcla de adobe patrón adicionando polvo de cerámica (4.0%, 8.0% y 12.0%)

**ROTURA DE ESPECIMENES**

Nº	DESCRIPCIÓN	EDAD (Días)	LARGO mm	ALTO mm	ESPESOR mm	CARGA Kg	CARGA N	AREA BRUTA mm²	EFUERZO Vm	PROMEDIO kgf/cm²
01	Mezcla de adobe patrón	28	620.0	380.0	190.0	2,947	28900.2	93100.0	0.22 MPa	2.2 kg/cm²
02	Mezcla de adobe patrón	28	622.0	358.0	189.5	2,947	28900.2	92855.0	0.22 MPa	2.2 kg/cm²
03	Mezcla de adobe patrón	28	622.8	357.5	188.5	3,008	29488.4	92393.3	0.23 MPa	2.3 kg/cm²
01	Mezcla de adobe con adición del 4.0% de polvo de cerámica	28	621.2	361.8	190.6	3,100	30400.6	93690.8	0.23 MPa	2.3 kg/cm²
02	Mezcla de adobe con adición del 4.0% de polvo de cerámica	28	619.8	380.2	189.2	3,192	31302.8	92708.0	0.24 MPa	2.4 kg/cm²
03	Mezcla de adobe con adición del 4.0% de polvo de cerámica	28	619.9	380.4	188.1	3,263	31999.1	92197.2	0.25 MPa	2.5 kg/cm²
01	Mezcla de adobe con adición del 8.0% de polvo de cerámica	28	621.2	360.8	190.9	3,406	33401.4	93731.9	0.26 MPa	2.6 kg/cm²
02	Mezcla de adobe con adición del 8.0% de polvo de cerámica	28	620.4	361.4	189.4	3,365	32999.4	92976.5	0.26 MPa	2.6 kg/cm²
03	Mezcla de adobe con adición del 8.0% de polvo de cerámica	28	621.2	360.9	191.4	3,355	32901.3	93987.0	0.26 MPa	2.6 kg/cm²
01	Mezcla de adobe con adición del 12.0% de polvo de cerámica	28	621.5	358.5	191.2	3,569	34999.9	93888.0	0.26 MPa	2.7 kg/cm²
02	Mezcla de adobe con adición del 12.0% de polvo de cerámica	28	620.8	361.3	189.1	3,820	35500.1	92857.6	0.27 MPa	2.8 kg/cm²
03	Mezcla de adobe con adición del 12.0% de polvo de cerámica	28	620.6	359.5	188.3	3,702	36304.2	92276.4	0.28 MPa	2.8 kg/cm²



Elaborado por:  
 Miguel Angel Alfaro Huayanay  
 Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
 HISGEOLAB S.A.C.  
 Firma:



Revisado por:  
 Juan Carlos Zapata Silva  
 Ing. Civil CIP 56346  
 HISGEOLAB S.A.C.  
 Firma:





**INFORME**  
**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE LADRILLO**  
**NTP 339.605**

Código	F-TC-DMCLUJBRV-PN
Versión	01
Fecha	10-28-2023
Página	1 de 1

**DATOS GENERALES**

Solicitante : Diego Moises Cabrera Lopez / Juan Beckham Roque Vitale  
 Universidad : César Vallejo - Lima Norte  
 Especialidad : Ingeniería Civil  
 Tema de tesis : Análisis del comportamiento sísmico de una edificación de adobe estabilizado con polvo residual de cerámica, Huaral 2023.  
 Ubicación : Huaral  
 Fecha de emisión : 30/10/2023

**DATOS DE LA MUESTRA**

Tipo de muestra : Bloque de adobe  
 Identificación : Mezcla de adobe patrón adicionando polvo de cerámica (4.0%, 8.0% y 12.0%)

**ROTURA DE ESPECIMENES**

Nº	FECHA MOLEDO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DESCRIPCIÓN	ALTO	ANCHO	ESPESOR	ESBELTEZ	CARGA	AREA	RESIST.	kg/cm <sup>2</sup> PROMEDIO
					cm	cm	cm	cm	Kg	cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	
01	30/09/2023	28/10/2023	28 días	Mezcla de adobe patrón	37.50	37.00	18.80	2.0	2.437	695.6	3.5	3.6
02	30/09/2023	28/10/2023	28 días	Mezcla de adobe patrón	37.00	36.80	18.60	2.0	2.519	684.5	3.7	
03	30/09/2023	28/10/2023	28 días	Mezcla de adobe patrón	38.00	36.70	18.70	2.0	2.508	688.3	3.7	
01	30/09/2023	28/10/2023	28 días	Mezcla de adobe con adición del 4.0% de polvo de cerámica	38.00	36.80	18.80	2.0	2.845	691.8	4.1	4.2
02	30/09/2023	28/10/2023	28 días	Mezcla de adobe con adición del 4.0% de polvo de cerámica	37.70	37.10	18.50	2.0	2.896	686.4	4.2	
03	30/09/2023	28/10/2023	28 días	Mezcla de adobe con adición del 4.0% de polvo de cerámica	37.60	36.50	18.70	2.0	2.825	682.8	4.1	
01	30/09/2023	28/10/2023	28 días	Mezcla de adobe con adición del 8.0% de polvo de cerámica	37.90	36.80	19.10	2.0	3.324	702.9	4.7	4.8
02	30/09/2023	28/10/2023	28 días	Mezcla de adobe con adición del 8.0% de polvo de cerámica	37.80	36.00	18.60	2.0	3.253	669.6	4.9	
03	30/09/2023	28/10/2023	28 días	Mezcla de adobe con adición del 8.0% de polvo de cerámica	37.60	36.70	18.80	2.0	3.396	690.0	4.9	
01	30/09/2023	28/10/2023	28 días	Mezcla de adobe con adición del 12.0% de polvo de cerámica	37.90	36.90	18.60	2.0	3.712	686.3	5.4	5.3
02	30/09/2023	28/10/2023	28 días	Mezcla de adobe con adición del 12.0% de polvo de cerámica	38.20	36.60	18.70	2.0	3.549	684.4	5.2	
03	30/09/2023	28/10/2023	28 días	Mezcla de adobe con adición del 12.0% de polvo de cerámica	38.20	36.80	18.40	2.1	3.691	677.1	5.4	



Elaborado por:  
 Miguel Angel Alfaro Huayanay  
 Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
 HISGEO LAB S.A.C.

Firma:

Revisado por:  
 Juan Carlos Zapata Silva  
 Ing. Civil CIP 56348  
 HISGEO LAB S.A.C.

Firma:

## Anexo 11. Certificado de calibración del equipo

### Certificado de Calibración

**TC - 22640 - 2022**

Proforma : 13936A Fecha de Emisión : 2023-01-03

**Solicitante** : GEONAYLAMP S.A.C  
**Dirección** : JR. LA VERONICA NRO. 436 LIMA-LIMA-CARABAYLLO

**Equipo** : Horno  
**Marca** : METROTEST  
**Modelo** : MS-H1  
**Número de Serie** : 474  
**Identificación** : ING-EQ-006  
**Procedencia** : NO INDICA  
**Circulación del aire** : Ventilación natural  
**Ubicación** : LABORATORIO  
**Fecha de Calibración** : 2022-12-30

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Instrumento de Medición del Equipo :

	Tipo	Alcance	Resolución
<b>Termómetro</b>	DIGITAL	0 °C a 400 °C	1 °C
<b>Selector</b>	DIGITAL	0 °C a 400 °C	1 °C

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

**Lugar de calibración**  
Instalaciones de GEONAYLAMP S.A.C

#### Método de calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-018 2da edición, Junio 2009: "Procedimiento para la calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático" publicada por el SNM/ INDECOPI.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

#### Condiciones de calibración

	Temperatura	Humedad	Tensión
<b>Inicial</b>	27,8 °C	57 %hr	220 V
<b>Final</b>	27,6 °C	58 %hr	220 V

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



**Lic. Nicolás Ramos Paucar**  
Gerente Técnico  
CFP: 0316

## Certificado de Calibración

### TC - 22688 - 2022

Proforma : 13936A Fecha de emisión: 2023-01-03 Página : 1 de 2

Solicitante : **GEONAYLAMP S.A.C**  
Dirección : Jr. La Veronica Nro. 436 Lima-Lima-Carabaylo

**Instrumento de medición** : **PRENSA DE CONCRETO**  
Marca : METROTEST  
Modelo : MC-160  
N° de Serie : 228  
Alcance de indicación : 1500 kN  
Resolución : 0,1 kN  
Procedencia : No Indica  
Identificación : No Indica  
Ubicación : Laboratorio  
Fecha de Calibración : 2022-12-30

**Lugar de calibración**  
Instalaciones de GEONAYLAMP S.A.C

**Método de calibración**  
La calibración se efectuó por comparación indirecta tomando como referencia la norma UNE-EN ISO 7500-1:2018 (Maquinas de ensayo de tracción/Compresión). Calibración y Verificación del sistema de medida de fuerza.

#### Condiciones de calibración

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	29,1 °C	29 °C
Humedad Relativa	54,1 %HR	55,2 %HR

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



**Lic. Nicolás Ramos Paucar**  
Gerente Técnico  
CFP: 0316



Anexo 12. Boleta de ensayos de laboratorio

N° 00006

RECIBO DEL PAGO REALIZADO POR LOS SERVICIOS DE ENSAYOS DE  
LABORATORIO



HISGEOLAB S.A.C.  
R.U.C. 20608533321

HISGEOLAB S.A.C.

RECIBO

S/.5080.00

Recibí de Diego Moises Cabrera Lopez / Juan Beckham Roque Vitate

La cantidad de Cinco Mil Ochenta Nuevos Soles

Por concepto de: **Elaboración de ensayos para la tesis de investigación cuyo título es "Análisis del comportamiento sísmico de una edificación de adobe estabilizado con polvo residual de cerámica, Huaral 2023".**

30 de octubre de 2023

Recibí conforme  
Juan Beckham Roque

HISGEOLAB S.A.C.

Recibí conforme  
Diego Moises Cabrera

Entregué conforme  
Leo Apolinario Surcaray

942 358 457  
930693152 hisgeolabsac@gmail.com