



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Comportamiento estático no lineal de una vivienda de adobe de 2 niveles con y sin reforzamiento de geomalla en el distrito de Puente Piedra, 2019”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Palhua Huaman, Kennedy John (ORCID: 0000-0003-3925-4529)

ASESOR:

Mg. Pinto Barrantes, Raúl Antonio (ORCID: 0000-0002-9573-0182)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico Estructural

LIMA - PERÚ

2019

DEDICATORIA

Dedicado esencialmente a DIOS por darme unos padres maravillosos, Vidal Palhua Ávila y Epifanía Huaman Verde, ya que ellos fueron los motores que me guiaron incondicionalmente con sus sabios consejos y aliento para ser un buen ejemplo como persona.

AGRADECIMIENTO

A DIOS ya que gracias a él se pudo realizar este trabajo.

A mi prestigiosa Universidad Cesar Vallejo por ofrecer las instrucciones necesarias en la formación de mi carrera profesional.

A los docentes por sus enseñanzas y conocimientos transmitidos hacia mi persona durante mi paso por la universidad y agradecer al Ingeniero Ricardo Bermudez por su asesoramiento el cual me sirvió para desarrollar este proyecto de investigación.

PÁGINA DEL JURADO

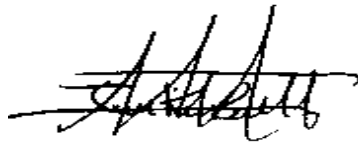
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Kennedy John Palhua Huaman identificado con DNI N. ° 72571950, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

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 de la Universidad César Vallejo.

Lima, 23 de Julio del 2019



Kennedy John Palhua Huaman

DNI: 72571950

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada: “Comportamiento estático no lineal de una vivienda de adobe de 2 niveles con y sin reforzamiento de geomalla en el distrito de Puente Piedra, 2019”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Civil.

La presente investigación consta de 8 capítulos, en el capítulo I: Introducción, Capítulo II: Método, Capítulo III: Resultados, se muestran los resultados del análisis, Capítulo IV: Discusión, Capítulo V: Conclusiones, Capítulo VI: Recomendaciones, Capítulo VII: Referencias bibliográficas y Capítulo VIII: Anexos.

Esperando cumplir con los requisitos de aprobación.

Atentamente.

Kennedy John Palhua Huaman

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
PÁGINA DEL JURADO	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	v
PRESENTACIÓN.....	vi
ÍNDICE	vii
RESUMEN	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. Realidad Problemática.....	12
1.2. Trabajos previos	15
1.2.1. Antecedentes internacionales.....	15
1.2.2. Antecedentes nacionales	17
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	20
1.3.1. El adobe.....	20
1.3.1.1. Bloques.....	21
1.3.2. Comportamiento sísmico de las viviendas de adobe.....	31
1.3.3. El adobe reforzado.....	33
1.3.4. Comportamiento no lineal	39
1.4. Formulación del problema.....	42
1.4.1. Problema general	42
1.4.2. Problemas específicos.....	42
1.5. Justificación del estudio	42
1.6. Hipótesis.....	43
1.6.1. Hipotesis general	43
1.6.2. Hipotesis específicas.....	44
1.7. Objetivos	44
1.7.1. Objetivo general	44
1.7.2. Objetivos específicos	44
II. MÉTODO	45
2.1. Diseño, tipo, nivel y enfoque del estudio.....	46
2.1.1. Diseño de investigación.....	46
2.1.2. Tipo de investigación.....	46
2.1.3. Nivel de investigación	46
2.1.4. Enfoque del estudio	47

2.2.	Variables y operacionalización.....	47
2.2.1.	Variables.....	47
2.2.2.	Operacionalización de las variables.....	47
2.3.	Población, muestra y muestreo.....	48
2.3.1.	Población.....	48
2.3.2.	Muestra.....	48
2.3.3.	Muestreo.....	49
2.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	49
2.4.1.	Técnica.....	49
2.4.2.	Instrumento de recolección de datos.....	49
2.4.3.	Validez.....	50
2.4.4.	Confiabilidad.....	50
2.5.	Métodos de análisis de datos.....	51
2.6.	Aspectos éticos.....	51
III.	RESULTADOS.....	52
3.1.	Descripción de la zona de estudio.....	53
3.2.	Trabajos preliminares.....	54
3.3.	Descripción del modelo de la vivienda.....	56
3.4.	Procedimiento constructivo de las viviendas de adobe a escala.....	58
3.5.	Modelamiento de las estructuras con y sin refuerzo de geomalla.....	64
IV.	DISCUSIÓN.....	123
V.	CONCLUSIONES.....	126
VI.	RECOMENDACIONES.....	128
	REFERENCIAS.....	130
	ANEXOS.....	139
	Anexo 1: Matriz de consistencia.....	140
	Anexo 2: Fichas de recolección de datos.....	142
	Anexo 3: Resultados de ensayo de suelo.....	146
	Anexo 4: Planos de la vivienda de adobe.....	150
	Anexo 5: Cargos de documentación.....	156
	Anexo 6: Proforma de la geomalla.....	162

RESUMEN

El objetivo primordial del actual trabajo de investigación se basa en evaluar de qué forma una vivienda de adobe de 2 niveles con y sin reforzamiento de geomalla influye en un comportamiento estático no lineal en el distrito de Puente Piedra, dando respuestas hacia cómo se comporta el material del adobe ante un efecto sísmico para poder dar seguridad con el refuerzo de geomalla.

Se opta por utilizar las teorías basadas en el comportamiento del adobe ante la simulación sísmica, teniendo una estructura con y sin refuerzo de geomalla sometida a un comportamiento no lineal por medio de los programas Etabs.

El estudio presenta un tipo de investigación aplicada, diseño experimental y nivel explicativo, además de una vivienda de dos niveles como muestra hecha a base de adobe convencional e instrumentos como: ensayos de suelos, programas computacionales y fichas que permiten la recolección de información y datos respecto a las variables de análisis y criterios propios vistas en campo y laboratorio.

Mediante el análisis del modelamiento de las estructuras de adobe con y sin refuerzo se obtuvo el punto de desempeño de la estructura reforzada y sin refuerzo alcanzando un 0.38140 cm, 0.5117cm respectivamente con una cortante en la base de 8.134 tonf, 8.530tonf respectivamente, estos resultados nos demuestran el máximo desplazamiento máximo que puede incursionar la estructura pasado ese valor llegan los daños también mediante la curva de capacidad se obtuvo un 0.8175cm, 0.9155cm y una cortante de 13.813 tonf, 15.259 tonf respectivamente, la finalidad de la curva de capacidad es detallar y dar a conocer hasta que desplazamiento no elástico esta la edificación, si la estructura está dentro de la seguridad de vida. Respecto a la simulación de las estructuras mediante la mesa vibradora se apreció que la estructura reforzada con geomalla tuvo un mejor comportamiento frente a un sismo ya que sus desplazamientos fueron mayores indicando que la estructura trabaja bien a tracción y se comporta de una manera dúctil brindando mayor seguridad.

Palabras claves: Comportamiento estático, modelación, adobe, geomalla, refuerzo.

ABSTRACT

The primary objective of this study is based on the evaluation of the shape of a 2-level adobe house with and without geogrid reinforcement, influencing a non-linear static behavior in the Puente Piedra district, giving answers to how it behaves. The material The adobe has a seismic effect to be able to give security with the reinforcement of geogrids.

It is decided to use theories based on the behavior of the adobe before the seismic simulation, having a structure with and without reinforcement of geogrids submitted to a nonlinear static behavior by means of the Etabs and SAP2000 programs.

The study presents a type of applied research, experimental design and explanatory level, as well as a two-level dwelling as a sample made from conventional adobe and tools such as: soil tests, computer programs and information and data collection cards with respect to the variables of analysis and own criteria seen in the field and laboratory.

Through the analysis of the modeling of the adobe structures with and without reinforcement, the reinforced structure performance point was obtained without reinforcement reaching 0.38140 cm, 0.5117cm respectively with a base shear of 8.134 tonf, 8.530tonf respectively, these results show us the maximum maximum displacement that can enter the structure past this value, the damage also comes through the capacity curve was obtained 0.8175cm, 0.9155cm and a shear of 13.813 tonf, 15.259 tonf respectively, the purpose of the capacity curve is to detail and make known until the elastic displacement is the building, if the structure is within the safety of life. Regarding the simulation of the structures by means of the vibrating table, it was appreciated that the structure reinforced with geogrid had a better behavior in front of an earthquake since its displacements were greater indicating that the structure works well with traction and behaves in a ductile way, providing greater security.

Keywords: Behavior, modeling, adobe, geogrid, reinforcement.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

Internacionalmente las estructuras hechas a base de adobe convencional son muy utilizadas para viviendas unifamiliares de pocos recursos, generalmente estas estructuras son construidas hasta dos niveles y son las más económicas en cuanto al material y proceso constructivo. Pero al ser un material simple posee una resistencia limitada ante un evento sísmico generando fisuras, grietas, grandes deformaciones o incluso el colapso; esto se ve reflejado en la estructura al final del evento.

Recordemos que Perú está ubicado en el “Cinturón de fuego del Pacífico”, zona denominada así porque existe una gran cantidad de energía sísmica concentrada en esa área. Uno de los eventos sísmicos que produjo más daños en el país fue el que se registró en Ica “con una intensidad de 7.0 ML (escala de Richter) y 7.9 Mw (escala Momento) en agosto del año 2007, con una ubicación del epicentro a 60 km de la ciudad”. (Instituto Geofísico del Perú, 2007, p. 5)

Por ello que en el Perú efectuar el mejoramiento de los sistemas constructivos hechos con adobe convencional es una tarea muy tediosa, ya que encontrar un material que se adapte de forma positiva en el reforzamiento y aumento de resistencia del adobe deriva de los diferentes materiales que se pueda añadir a la mezcla, incorporar a las estructuras ya hechas o sobre todo algunas combinaciones del mismo con el fin de reducir daños en las estructuras de adobe y salvaguardar vidas de pobladores de la región de la costa, mejorando su seguridad y calidad de vida.

Hoy en día se ha realizado diversos estudios sobre el adobe reforzado tratando de incorporarle variedades de materiales para de alguna manera brindarle solución y obtener un comportamiento positivo de la estructura. Se puede encontrar que en los estudios se hicieron uso de mallas de gallinero, cuerdas sintéticas, fibras naturales como el yaulli, mezclas con cemento - aserrín y mallas electrosoldadas, entre otras; todas estas compuestas por distintas propiedades y efectivamente generando mayor refuerzo en las estructuras. Por ende, existe “diversos materiales que se pueden adquirir fácilmente y mediante esta espera perfeccionar el buen funcionamiento del adobe ante esfuerzos y situaciones climáticas hostiles”. (Mantilla, 2018, p. 9)

Por lo que un material como la geomalla que es utilizada como un material de reforzamiento o de estabilización en otros tipos de estructuras está brindando buenos resultados al reducir

deformaciones, fisuras, grietas y colapsos. Por lo cual el incorporarlo al adobe verificaría si esta tiende a aumentar su resistencia convencional utilizándolo como una metodología antes mencionada por los diferentes materiales estudiados. “Los materiales usados para el reforzamiento de las casas de adobe son diversos. Mallas sintéticas, Maderas, mallas metálicas y geomallas. Componen opciones para el refuerzo de paredes de adobes”. (Albarracín, y otros, 2014, p. 5)

En el Perú reforzar los pocos sistemas estructurales hechos con adobe es una tarea muy tediosa puesto que en la parte de la costa es por donde se concentra más la energía sísmica a lo extenso del recorrido del cinturón de fuego del Pacífico. Estos estudios conllevan a modelar y simular módulos a escala sobre mesas vibratorias de control certificado, así como modelos digitales en programas de simulación sísmica obteniendo datos tanto experimentales como computacionales verificando su respectiva relación ante deformaciones, aceleraciones, resistencia entre otros; por ello se busca realizar un análisis estático no lineal.

En el distrito Puente Piedra se encuentra ubicada “La Asociación de Propietarios los Portales”, pues este sector ha ido creciendo y poblándose rápidamente en todas sus zonas. Los pobladores de este lugar optaron en su mayoría por realizar viviendas unifamiliares hechas a base de adobe convencional de 1 a 2 niveles, pues se sabe claramente que las estructuras de adobe tienen un comportamiento sísmico limitado sin embargo se puede apreciar en la totalidad de viviendas que no hicieron uso de algún material de refuerzo en el proceso constructivo evitando así darle a la estructura un mejor comportamiento frente a un evento sísmico. Se opta por realizar esta investigación teniendo como zona de estudio este lugar para poder darle una mejor alternativa en cuanto a la elección en construcciones hechas a base de adobe.

Mediante este proyecto se intenta imponer un modelo alternativo de una estructura hecha a base de adobe en un distrito donde hasta la actualidad existen construcciones de estas estructuras, buscando mediante un refuerzo con mallas (geomallas) poder brindarle a la estructura mayor resistencia y un mejor comportamiento frente a un desastre sísmico. La estructura será sometida y evaluada mediante un análisis no lineal usando el programa ETABS.



Figura 1. Colapso de vivienda de adobe convencional en Cuzco.

Fuente: Agencia Peruana de Noticias Andina, 2016



Figura 2. Modelo de vivienda convencional de adobe reforzada con geomallas.

Fuente: Torrealva, 2017

1.2. Trabajos previos

Se recolecto información respecto a las variables de estudio para poder tener antecedentes que ayuden de alguna forma al ser guías en la investigación.

1.2.1. Antecedentes internacionales

(Campoverde, 2017). Rigidización de un muro portante de suelo mediante malla geotextil. Trabajo de titulación para lograr el título de ingeniero civil. Universidad Técnica Particular de Loja. Loja. 2017. 132p.

Tuvo como objetivo: Determinar la resistencia y desempeño estructural a flexión y tracción de muros de adobes con espesores de 15 y 30 cm estabilizados con fibras naturales y refuerzos de geomalla. Aplicó la metodología: Un diseño experimental de recolección y contratación de datos al obtener las cualidades, propiedades y ensayos del suelo y refuerzos; además de realizar el modelamiento y simulación con el programa Ansys. Sus resultados fueron: En el muro de 15 cm de espesor sin refuerzo la geomalla logra reducir la deformación a un valor de 1.0726 mm, 76.91% respecto del valor real (absorbe un 23.09% de deformación); mientras que en el muro de 30 cm de espesor la deformación máxima total sin refuerzo alcanza un valor de 1.0415 mm, reforzado con geomalla aumenta un 2.99% (0.0311 mm). Por último, sus conclusiones explican: El refuerzo de fibras vegetales junto con la geomalla aumentan el rango de deformación en los adobes con 30 cm de espesor (ductilidad) y reduce su deformación en adobes con 15 cm de espesor (rigidez).

(Portugal, 2017). Non - Linear modelling of a geomesh reinforced earthen wall subjected to dynamic loading. Proyecto previo a la obtención de Master en Ciencias en Dinámica de sismos e Ingeniería Civil. Universidad de Sheffield. Sheffield. 2017. 176p.

Tuvo como objetivos: Investigar las ventajas de refuerzos disponibles para viviendas de adobe y evaluar el rendimiento sísmico de un modelo simulado por elementos finitos cuando se someta a un sismo moderado y severo. Aplicó la metodología: Un diseño experimental de registro y tratamiento de datos al obtener las cualidades, propiedades y pruebas de experimento con un simulador sísmico con y sin refuerzo del material. Sus resultados fueron: Las pruebas mostraron el potencial de refuerzo de geomallas en el fortalecimiento sísmico de estructuras de adobe reduciendo daños y minimizando el colapso de la estructura en general con un valor de desplazamiento máximo superior a 10 mm. Por último, sus conclusiones explican: Es necesario desarrollar más métodos de fortalecimiento y

aislamiento sísmico, además de establecer pautas de diseño con el modelado de elementos finitos por medio de programas computacionales de uso ingenieril debe mantenerse al día con las nuevas técnicas de modelado para simular el comportamiento histerético de la estructura de adobe.

(Muentes, 2016). Optimización en el uso de adobe sismo resistente, como material constructivo para viviendas familiares de bajo costo. Trabajo de titulación previo a la obtención del título de ingeniero civil. Universidad de Guayaquil. Guayaquil. 2016. 111p.

Tuvo como objetivos: Proponer un sistema constructivo de adobe alternativo sometiénola a esfuerzos de flexión, cortante y volteo; estabiliza con cemento y refuerzo de malla galvanizada. Aplicó la metodología: Diseño experimental, uso un programa computacional el Etabs para la modelación y simulación dinámica del sistema, recolectando información de las propiedades del suelo mediante ensayos y otros. Sus resultados fueron: La combinación suelo - cemento (8% de cemento) en 7, 14 y 28 días tienen una resistencia a flexión de 2, 3.30 y 5.10 MPa; mientras que el análisis de la malla longitudinal resulto 2,5 veces mayor que el esfuerzo resistente por lo que se requiere tres capas de mallas para resistir los efectos por sismo. Por último, sus conclusiones explican: La aplicación de las mallas brinda mayor confinamiento de los muros de adobe aumentando su resistencia a tracción y también aumenta un mayor soporte de cargas de gravedad al estabilizarlo con cemento portland (suelo - cemento).

(Saldivar, y otros, 2016). Mejoramiento de la respuesta sísmica de construcciones de adobe. Tesis para lograr el grado de Maestro en ingeniería civil - estructuras. Universidad Nacional de San Juan. Trabajo de investigación desarrollado en el marco de “Proyecto de Innovación, Convocatoria 2011”. San Juan. 2016. 126p.

Tuvo como objetivo: Desarrollar soluciones constructivas para sistemas hechos de adobe reforzándolo con geomallas o mallas de acero estudiando su comportamiento sísmico. Aplicó la metodología: Diseño experimental, de forma aplicada, basado en la comprobación de la respuesta sísmica de diferentes metodologías de reforzamiento de mampuesto de adobe por medio de distintos tipos de enmallados y tarrajeos. Sus resultados fueron: Mediante el refuerzo de mallas de acero al adobe se creó un modelo que se analizó al aplicar aceleraciones en la base tratando de que llegue a la rotura, los cual no sucedió. Se llegó hasta 0.59g obteniendo daños mínimos, considerando el refuerzo muy eficiente. Por último, sus

conclusiones explican: La aplicación de las mallas metálicas en los muros de adobe evitan o retrasan el derrumbe durante un sismo severo, rigidizando el modelo ante aceleraciones aplicadas.

(Catalán, 2013). Comportamiento sísmico de la vivienda de adobe basado en pruebas en mesa vibradora de dos modelos a escala. Tesis para obtener el grado de Maestro en ingeniería civil – estructuras. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 2013. 93p.

Tuvo como objetivos: Crear, simular y analizar el comportamiento dinámico de un prototipo de estructura hecho a base de adobe convencional y otro reforzado con malla hexagonal (malla de gallinero) añadiéndole mortero. Aplicó la metodología: Diseño experimental, utilizando una mesa vibratoria para simular el sismo con respecto a las normas de su país y leyes de similitud que involucran la forma de modelar, diseñar, ensayar e interpretar sus efectos. Sus resultados fueron: Que mediante el análisis sísmico se puede apreciar que hubo reducciones en las aceleraciones, desplazamientos, vibraciones y distorsiones de la estructura de adobe convencional cuando hubo reforzamiento con malla hexagonal y capas de mortero. Por último, sus conclusiones explican: La aplicación del mortero con refuerzo de malla de forma hexagonal son materiales aptos para brindarle una mejorara en resistencia, integridad y confinamiento de la estructura de adobe generando así niveles bajos de daño.

1.2.2. Antecedentes nacionales

(Vargas, 2018). Reparación de grietas en construcciones históricas de tierra en áreas sísmicas Parte V: “Desarrollo de método de diseño de refuerzo sísmico y comprobación experimental”. Tesis para optar el título de ingeniero civil. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima. 2018. 136p.

Tuvo los objetivos: aportar con la disminución de desastres sísmicos mediante el refuerzo de cuerdas sintéticas en estructuras de adobe a escala natural y con modelos numéricos evaluando su comportamiento en un simulador sísmico. Aplicó la metodología: Diseño experimental, utilizando programas de modelación y simulación computacional como el SAP2000, Matlab, Working Model, Abaqus; además del empleo de un sistema de simulación sísmica unidireccional. Sus resultados fueron: mediante Los modelos de los programas como MATLAB, Working Model, SAP 2000 (Modelo1) y Abaqus (Modelo 1) simbolizan la forma de falla de volteo del muro posterior completo y los resultados en fuerzas y desplazamientos de los modelos de MATLAB, Working Model y Abaqus son muy similares reduciendo los

mismos mediante la integración de las cuerdas sintéticas. Por último, sus conclusiones explican: La técnica de reforzamiento con cuerdas sintéticas en el adobe reduce de forma significativa la vulnerabilidad sísmica manteniendo la integridad de la estructura ante un evento sísmico severo y por ende reducción del colapso total del mismo.

(Sarmiento, 2016). Propuesta de método de diseño para reforzamiento sísmico de muros de adobe con malla de cuerdas. Tesis para optar el grado de Magíster en ingeniería civil. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima. 2016. 70p.

Tuvo como objetivos: Obtener un modelo mediante el procedimiento de elementos finitos de un sistema de adobe reforzado con cuerdas sintéticas de rango lineal, comparando la parte experimental con el modelo numérico. Aplicó la metodología: De diseño experimental con la construcción de prototipos a escala natural para analizarlo en una plataforma de simulación dinámica lineal y así obtener resultados numéricos y contrastarlo con el análisis de elementos finitos. Sus resultados fueron: Las cuerdas sintéticas al ser utilizadas como refuerzos brinda cualidades dúctiles, manteniendo los bloques fisurados evitando su volteo. En la modelación numérica por elementos finitos se pudo contrastar que tiene similitud en cuanto los esfuerzos máximos en las esquinas tuvieron la misma ubicación (ventanas) con fisuras en el modelo experimental. Por último, sus conclusiones explican: Que existe gran similitud entre la relación de resultados de gráficas de aceleraciones, ubicación de esfuerzos máximos, cortantes basales y desplazamientos del prototipo experimental y el modelo numérico (elementos finitos)

(Torres, 2016). Las fibras naturales como refuerzo sísmico en la edificación de viviendas de adobe en la costa del departamento de Ica. Tesis para optar el título de ingeniero agrícola. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima. 2016. 106p.

Tuvo como objetivos: Una propuesta de reforzamiento al incorporar una fibra natural (Agave Henequén) en forma de malla al adobe y analizar un modelo numérico por el método de elementos finitos en la zona costera. Aplicó la metodología: De tipo aplicada y de procesos computacionales al utilizar el programa SAP2000 para la simulación y su comportamiento dinámico. Sus resultados fueron: En el modelo numérico se tuvo zonas más críticas ubicadas cerca a los vanos de las puertas y bordes del dintel, el esfuerzo menor actuante en sobre un muro también conlleva a componentes menores de hilos cada centímetro de la malla tejida, y inversamente en dependencia directa. Por último, sus conclusiones explican: El modelo

numérico de elementos finitos muestra que a mayores divisiones mejor el análisis del comportamiento con adobe sin refuerzo (frágil) y el adobe reforzado (dúctil), además de constatar que la malla natural tejida tratara que los muros de adobe no colapsen menorando deformaciones plásticas y distribuyendo correctamente la sucesión de grietas.

(Arce y Rodríguez, 2014). Propuesta del empleo del adobe reforzado con geomalla en la construcción de viviendas unifamiliares de un piso en el Pueblo Joven Yanama - Ayacucho. Tesis para optar el título de ingeniero civil. Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica. 2014. 78p.

Tuvo como objetivos: Determinar la influencia de las geomallas en estructuras hechas a base de adobe como reforzamiento mediante una simulación en un software en el pueblo de Yamana - Ayacucho. Aplicó la metodología: Diseño experimental, hizo uso para el modelamiento de la estructura y la simulación del sismo el software SAP 2000 para lograr cálculos y resultados del comportamiento de la estructura. Sus resultados fueron: Que los desplazamientos en X y Y resultaron ser óptimos para el análisis sísmico de la estructura, los desplazamientos de los nudos más elevados fueron mínimos. Por último, sus conclusiones explican: Que la aplicación de las geomallas en el adobe como refuerzo reduce la vulnerabilidad ante un sismo y en cuanto al software se pudo deducir mediante los resultados arrojados que la geomalla trabaja muy bien a tracción y ayuda notablemente a que los muros de adobe sean controlados y tengan un menor desplazamiento.

(Bossio, 2010). Evaluación del comportamiento sísmico e influencia de la dirección del movimiento en módulos de adobe reforzado con geomalla. Tesis para optar el título de ingeniero civil. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima. 2010. 157p.

Tuvo como objetivos: Analizar el desempeño de una estructura hecha a base de adobe reforzada con geomallas mediante el uso de dos módulos en un laboratorio cambiando la orientación de los módulos de la orientación normal a 45 grados. Aplicó la metodología: De diseño experimental con dos módulos a escala natural para analizarlo en una mesa vibratoria de laboratorio y así obtener los resultados de los ensayos. Sus resultados fueron: En cuanto a los desplazamientos la geomalla redujo significativamente los daños ya que al llegar a 130 mm los tres módulos solo el módulo sin refuerzo llego al colapso parcial mientras que los dos módulos solo tuvieron daños leves y moderados mostrando ser dúctil y una depreciación del 50 % aproximado del cortante máximo al conseguir su máximo desplazamiento. Por

último, sus conclusiones explican: Reforzar con geomalla las estructuras de adobe externamente ayuda que la vulnerabilidad sísmica reduzca significativamente, menor daños como también mantiene a la estructura unida frente a grandes aceleraciones y desplazamientos.

Méndez, María, et. Al. “Construcción de un módulo de adobe reforzado con mallas de junco en cañete, Lima, Perú”. [En línea]. Perú, 2013. P. 344-347. Disponible en:

<http://www5.uva.es/grupotierra/publicaciones/digital/libro2014/341-349-mendez.pdf>

Tuvo como objetivos: asesorar a la población de cañete en el proceso constructivo de estructuras de adobe añadiendo mallas de junco para una mejor respuesta frente algún movimiento sísmico que se pueda presentar en el lugar. Aplicó la metodología: De diseño experimental con construcción de muros de adobe tejidos con mallas de junco, a escala natural para analizarlo en el laboratorio y así obtener los resultados de los ensayos realizados respectivamente. Sus resultados fueron: en cuanto a la población se logró concientizarlos a mejorar las autoconstrucciones de estructuras de adobe para no sufrir daños severos frente algún sismo como el sismo ocurrido en pisco en el 2007, en cuanto al refuerzo del adobe con la malla de junco aumento positivamente la resistencia en un 30%.

1.3. Teorías relacionadas al tema

se muestra teorías, conceptos y definiciones básicas referidas al tema de investigación para dar un mejor entendimiento del mismo.

1.3.1. El adobe

Es un material constructivo, el cual está hecho a base de una combinación de materiales como de arcilla, arena y agua (barro) con adhesión de tallos secos (paja). Según la Norma E.080 (2017, p. 4) es un “componente de tierra cruda, que puede estar combinada con arena gruesa u paja para optimizar su durabilidad y resistencia”. También, es de fácil obtención porque su costo es bajo porque pueden ser hechos por las propias comunidades. Las viviendas de adobe en su mayoría autoconstruidas, ya que el método de construcción es muy fácil y no se necesita algún equipo adicional.”. (Mamani, 2017, p. 44)

1.3.1.1. Bloques

Para construir las viviendas de adobe se debe seguir al pie las indicaciones sobre la elaboración de los bloques de adobe y sus medidas respecto a la norma nacional E.080.

a) Características del material

El material del adobe debe tener propiedades necesarias, así como porcentajes en combinación. Es por ello que “la gradación del suelo debe acercarse y cumplir estas relaciones: arcilla entre un 10y20%, limo entre un 15y 25% y arena entre un 55y 70%, no optándose en hacer uso de tierra que contenga desechos orgánicos, hay que proceder en quitar las piedras que superen los 5 milímetros.”. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2010, p. 11)

b) Dimensiones y forma

Los bloques de adobes deben tener forma cuadrada o rectangular, en cuanto a los encuentros con ángulos diferentes de 90°. Su diseño debe cumplir las dichas medidas:

- el largo sea debidamente el doble del ancho en los adobes rectangulares.
- el largo y la altura es de 4 a 1 correspondientemente.
- Será la altura superior a 8 cm posiblemente.

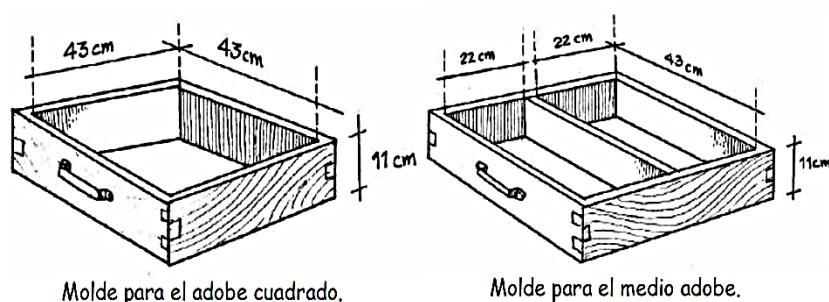


Figura 3. Dimensiones del molde de adobe. Fuente: Blondet, y otros, 2010

Los adobes se encojen al secarse. Por eso, los moldes deben ser más grandes que los adobes. Así los adobes secos medirán 40x40x10 cm (adobe cuadrado) y 20x40x10 cm (medio adobe).

d) Elaboración

GTZ (2009, pp. 19-20), en el manual de construcciones sismorresistentes en adobe - tecnología de geomalla, indica el proceso básico de elaboración del adobe para tener un buen acabado y consistencia:

- Primero humedecemos el molde y rozar con arena fina la parte interior del molde, para impedir que se pegue el material con el molde.
- Intentar llenar el molde lanzando o tirando una porción de barro.
- Se compacta todo el bloque usando las manos y los pies. Nivelamos usando una regla de madera húmeda y luego retiramos el material del molde cuidadosamente.
- Para el secado depende mucho el clima.
- Secado de los bloques es de tres semanas.
- Para que no se rajen los adobes por el sol, se deben cubrir mediante plástico o arena gruesa como también una capa de paja.
- Posteriormente de la fabricación deben ponerse de costado, a eso se le llama “canteo”.
- Pasada la semana pueden trasladarse y colocar en orden para que el aire circule y mejore el secado.

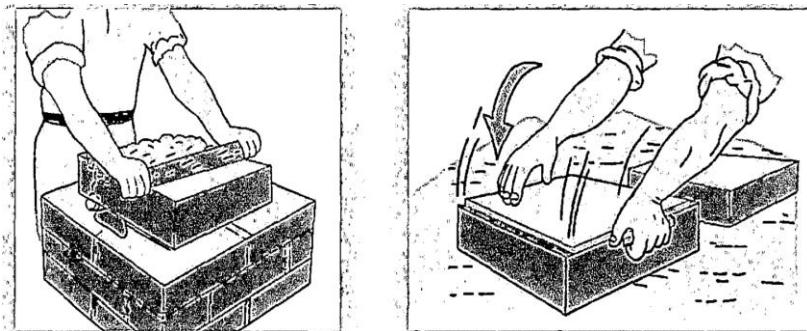


Figura 4. Elaboración de bloques.

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2014

1.3.1.2. Pruebas para reconocer el buen estado inicial del adobe

Antes y después del secado y endureciendo del adobe se puede realizar pruebas o ensayos preliminares para descartar posibles materiales de tierra no resistentes o si estas tienen las dosificaciones incorrectas de cada material. Pueden hacerse pruebas en campo como:

- **Prueba de la cinta de barro**

La muestra de barro obtenida debe contener suficiente humedad para hacer un rollo que tenga como diámetro 12 mm, después se debe aplanar la porción de barro en la mano despacio (el dedo pulgar y dedos índices), logrando formar cierta cinta con espesor de 4 mm dejando descender lo más que se logre. La Norma E.080 (2017, p. 19), sugiere “si la cinta logra estirarse 20 cm o 25 cm, dicho material tiene mucha arcilla. Si logra trozarse alcanzando 10 cm o menos de 10 cm, entonces el suelo contiene poca arcilla”.

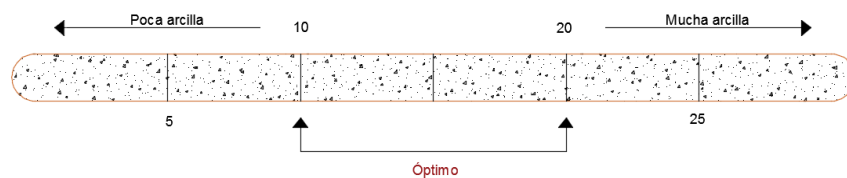


Figura 5. Prueba de la cinta de barro. Fuente: Llunitasig y Siza, 2017

- **Prueba de presencia de arcilla**

la prueba tiene que ser hecha por una persona que conozca del tema. Debiendo de tener una muestra previamente hecha. Llunitasig y Siza (2017), indican que se realiza al:

Formar 4 bolitas con la tierra húmeda y dejar secar por 2 días. Presionar con los dedos pulgar e índice las bolas secas intentando romperlas. Si las muestras no logran romperse el suelo puede ser usado para la preparación de adobes. (p. 16)



Figura 6. Prueba sobre la presencia de arcilla.

Fuente: Norma E.080 de Diseño y Construcción con Tierra Reforzada, 2017

- **Prueba de contenido de humedad**

Esta prueba inicia con la mezcla de una esfera de barro apretándola entre la mano, se debe dejar caer de una distancia aproximada de 1.10 m. Si se rompe la bolita en al menos 5 pedazos o más sin desintegrarse totalmente, la cantidad de agua es la óptima.

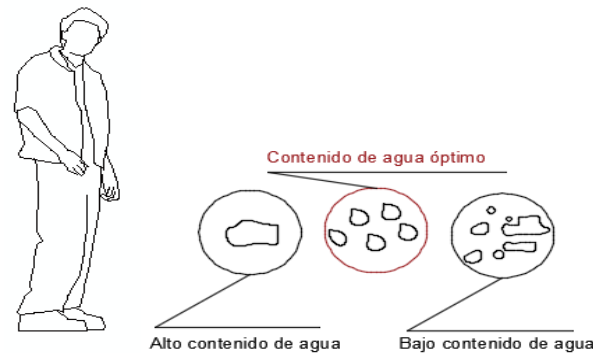


Figura 7. Prueba de contenido de humedad. Fuente: Llunitasig y Siza, 2017

- **Prueba de resistencia**

Seleccionar tres muestras de adobe sin fisuras ni deformaciones, colocar dos adobes en la base a una separación de 30 cm y sobre ellos apoyar un tercer adobe, este tiene que aguantar aproximado. 80 kg al menos 1 minuto.

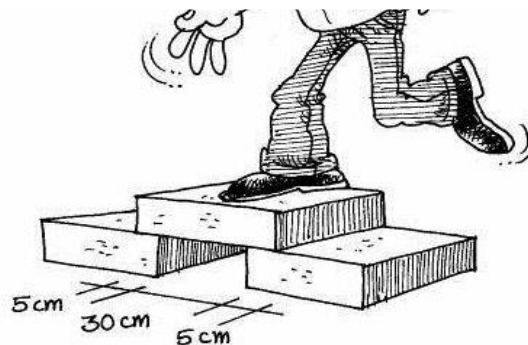


Figura 8. Prueba de resistencia. Fuente: Blondet y Vargas, 2017

1.3.1.3. Ensayos de laboratorio para reconocer el buen estado final del adobe

Para medir los esfuerzos que el adobe (bloques de mampostería) puede soportar es necesario realizar ensayos de resistencia para poder verificar si estas poseen las cualidades o propiedades necesarias para poder soportar un fenómeno dinámico. Entre los ensayos más generales tenemos:

- **Ensayo de compresión (murete de adobe)**

Según Salinas (2017, p. 33), “estos ensayos tienen como objetivo el de verificar el comportamiento de los muros de adobe bajo solicitaciones de compresión pura. Se verifico que la capacidad de compresión es menor que la del bloque mismo”.

De igual forma la Norma de Diseño y Construcción con Tierra Reforzada E.080 (2017, p. 15), indica las características del ensayo:

- La resistencia última es de 0.6 MPa = 6.12 kgf/cm².
- La altura para la realización de los ensayos de compresión en muretes de tapial o adobe debe 3 veces la menor dimensión de la base (aproximadamente).
- De las 6 muestras se deberá cumplir que el promedio de las 4 mejores muestras sea igual o mayor a la resistencia ultima señalada luego de los 28 días de secado.

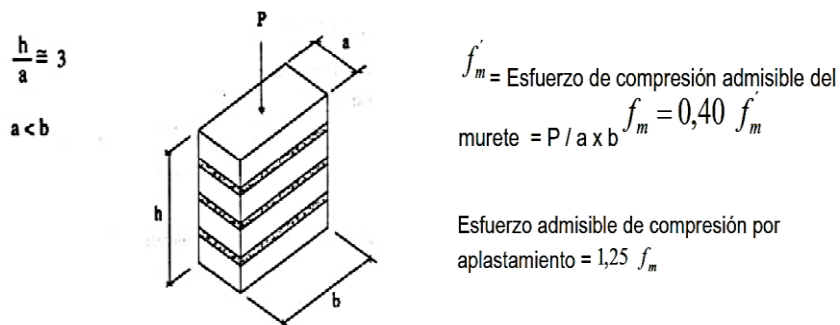


Figura 9. Ensayo de compresión en muretes de adobe.

Fuente: Norma E.080 de Diseño y Construcción con Tierra Reforzada, 2017

- **Ensayo de compresión diagonal o tracción indirecta**

Esta prueba se basa en aplicar cargas en el sentido diagonal de la muestra generando esfuerzos de tracción diagonal dando fallas de agrietamiento con trayectoria a la recta. “Un resultado de interés es el valor promedio del esfuerzo cortante que da el orden de magnitud de la resistencia al corte”. (Salinas, 2017, p. 35)

De igual forma la Norma E.080 de Diseño y Construcción con Tierra Reforzada (2017, p. 16), indica las características del ensayo:

- Resistencia última es de 0.025 MPa = 0.25kgf/cm².
- Los ensayos de tracción indirecta o tracción diagonal en los muros compuesto por bloques de adobe o tapial se hacen aproximadamente en las medidas de (0.65 m. x 0.65 m. x em).

c) Se las 6 muestras se deberán cumplir que el promedio de las 4 mejores muestras sea igual o mayor a la resistencia ultima señalada luego de los 28 días de secado.

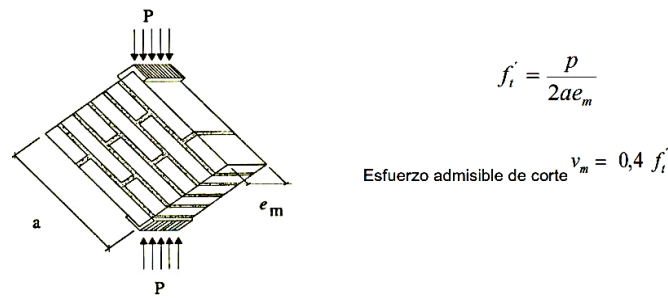


Figura 10. Ensayo de compresión diagonal.

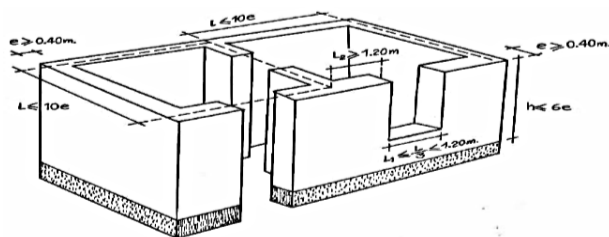
Fuente: Norma E.080 de Diseño y Construcción con Tierra Reforzada, 2017

1.3.1.3. Construcciones de adobe

Estas estructuras a base de adobe son muy utilizadas mayormente en las zonas andinas, ya que su realización es muy sencilla y accesible para cualquier poblador. Las características de estas estructuras se basan en muros de mampostería hechos de bloques del material mencionado, con dimensiones determinadas para el buen funcionamiento estructural. “Ya que la mampostería de adobe está compuesta de unidades de adobe y mortero de barro; por lo tanto, las propiedades de la albañilería en su conjunto se cuantifican también”. (Torrealva, Vicente y Michiels, 2018, p. 10)

De esta manera Torres (2016, p. 18), menciona que:

En la actualidad, las estructuras de adobe en el Perú no solo existen en zonas rurales, sino que también existen cierto porcentaje en zonas urbanas. Sin embargo, al pasar del tiempo se ha perdido la tradición de edificar viviendas hechas a base de adobe, se sabe que estas estructuras tienen deficiencias frente algún evento sísmico, porque las poblaciones hacen sus muros más ligeros, copiando distribuciones de casas de albañilería confinada típicas de las áreas urbanas.



Por ejemplo, si las paredes tienen un ancho de 40 cm ($e = 0,40$ m), se tendrá:

1. Muros de 4,00 m de largo como máximo (entre muros transversales).
2. Altura máxima de paredes igual a 2,40 m.
3. Ventanas y puertas centradas de 1,20 m de ancho como máximo.

Figura 11. Dimensiones mínimas para elaborar viviendas de adobe.

Fuente: Blondet y Vargas, 2015

- **Aspectos constructivos**

La realización de un sistema estructural construido con adobe conlleva a diseñar un sistema que posea los predimensionamientos necesarios, la ubicación de los sistemas estructurales correctos, y sobre todo el diseño de muros los cuales son elementos principales portantes de la edificación.

Basado en esta teoría Rubio (2017, pp. 15-16), menciona algunos criterios para la buena construcción de los sistemas de adobe.

- Edificar viviendas de un nivel.
- Tratar que el techo sea compacto y buscar que sea liviano viable
- Realizar una buena distribución de muros para lograr un buen soporte mediante muros transversales, en momentos usuales en sus dos direcciones o usar contrafuertes.
- Los vanos deben estar bien distribuidos y pequeños
- La cimentación debe estar firme para empezar a edificar.
- La altura de los muros de adobe no debe superar los 3.50 m como también no debe superar ocho veces el grosor del muro en la base.
- El largo de los muros sin arriostres entre muros perpendiculares no debe superar 10 veces el grosor del muro y como máximo de 4.50 m
- Los vanos no deberían exceder de un tercio de la longitud total del muro.
- Los anchos de los vanos no deben superar el 1.20 m.
- Proporcionar muros que midan 1.20 m de longitud como mínimo entre lo vanos.

- **Fallas comunes en las construcciones de adobe**

El tipo de falla que se pueda presentar en una construcción es muy variado y sobre todo está en función al efecto sísmico que esta pueda recibir. Aunque existen otros motivos por el cual una estructura de adobe pueda llegar al colapso se pretende especificar más las causas de falla por un efecto dinámico (sismo). De esta manera Torrealva (2003), menciona que las tipologías de daños más frecuentes son las siguientes:

- ✓ **Daños producidos mediante fuerzas perpendiculares al plano del muro**

El colapso de tímpanos

Se presentan dos tipos de fallas afuera del plano en estos tipos de casos: empezando en el primer caso se da generándose una rajadura horizontal en el nivel inferior del tímpano generando el colapso y el caso 2 se produce el colapso del muro afuera del plano esto fue producido porque la mayor masa del muro genera las grietas en la parte superior de las esquinas de unión entre muros perpendiculares.

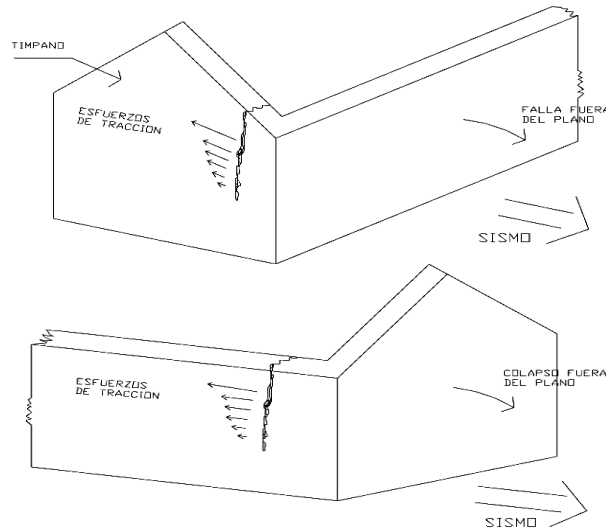


Figura 12. Colapso en tímpanos. Fuente: Torrealva, 2003

Grietas verticales en las esquinas y volteo del muro fuera del plano

Las vibraciones ortogonales que se genera mediante un sismo en casas de techos livianos generan una concentración de esfuerzos de tracción en la parte superior de las esquinas, produciendo rajaduras verticalmente que se propaga hacia abajo. La grieta vertical produce que el muro este desprendido temblando libre en un sentido perpendicular a su plano lo que poste causa derrumbe fuera del plano.

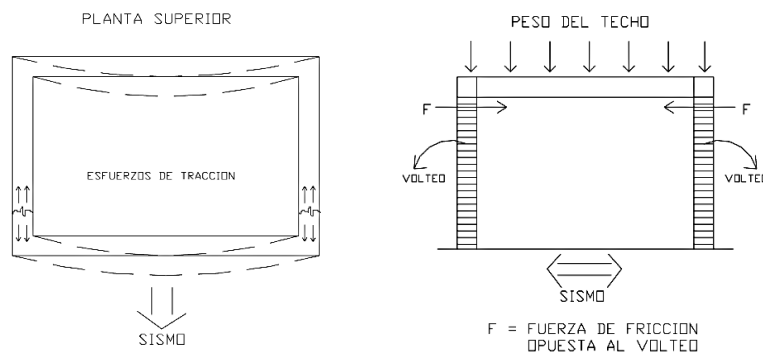


Figura 13. Fisuras verticales en esquinas y volteo del muro fuera del plano.

Fuente: Torrealva, 2003

Grieta por flexión fuera del plano

Estas fisuras son típicas de los muros libres y se da frecuentemente junto a la base, generado por la flexión que se da afuera del plano, mediante la grieta generada el muro tiende a balancearse que un sólido rígido en un movimiento de tipo “rocking” donde la probabilidad de derrumbe depende del muro.

Grieta horizontal por flexión fuera del plano a media altura del muro

El volteo en la base es impedido por algunos mechones cortos del adobe sin embargo algunos daños son generados por efecto del volteo lateral y cortante en el plano. La grieta se convierte en diagonal en la parte extrema.

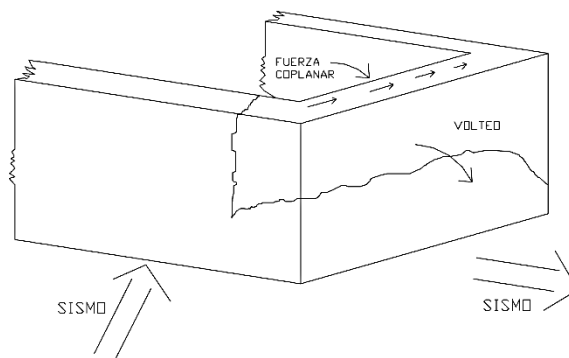


Figura 14. Grieta horizontal por flexión fuera del plano a media altura del muro.

Fuente: Torrealva, 2003

✓ Daños causados por fuerzas cortantes en el plano del muro

Cuando se controla la falla por volteo y a niveles superiores de intensidad sísmica, se generan las grietas por las fuerzas cortantes en el plano, cabe resaltar que dicha falla se relaciona con la tenacidad de la mampostería a la fuerza cortante.

Las Grietas en diagonales por las fuerzas cortantes en el plano del muro

Si el techo es a cuatro aguas ayuda perfectamente al amarre a nivel superior de los muros también ayuda a controlar la falla que se da fuera del plano, se origina las grietas en forma de X esto es causado por la fuerza cortante en el plano del muro.

Estas fallas producidas generan que el muro termine dividido en bloques el cual pueden dilapidar la energía por fricción en las grietas por la mezcla de la fuerza horizontal y carga vertical.

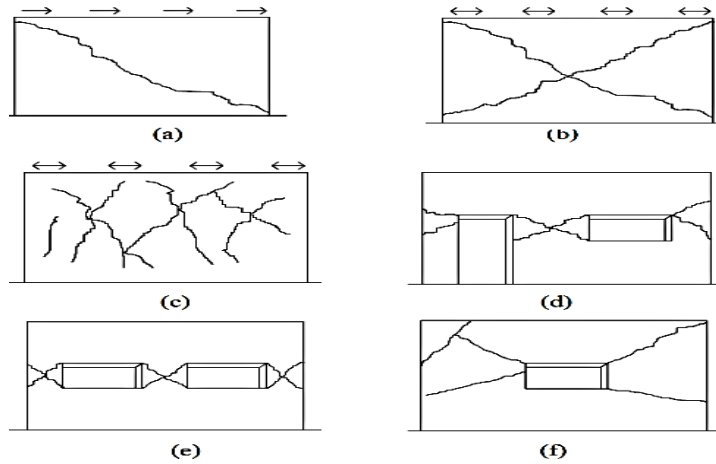


Figura 15. Grietas diagonales por fuerza cortante en el plano del muro.

Fuente: Torrealva, 2003

Grietas cerca de los vanos

Estas grietas son también causadas por la acción de fuerzas cortantes en el plano del muro y se presentan usualmente en las esquinas superiores o inferiores de las aberturas de puertas y ventanas extendiéndose en forma diagonal hacia la parte superior o inferior del muro respectivamente. Se genera por la concentración de esfuerzos que se dan en las esquinas de las aberturas y a la diferencia que existe entre las propiedades mecánicas entre el material de dintel y el adobe.

Grietas en las esquinas y desplome parcial

Esta grieta comienza por la parte más alta del muro y se trasciende de manera inclinada aislando un triángulo superior del muro, el cual colapsa debido a la combinación de fuerza cortante en ambos muros ortogonales y el efecto que genera la carga vertical.

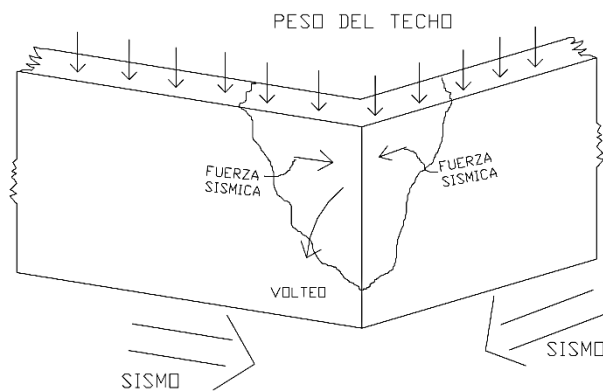


Figura 16. Grietas en las esquinas y desplome parcial. *Fuente: Torrealva, 2003*

1.3.2. Comportamiento sísmico de las viviendas de adobe

Las estructuras hechas a base de adobe son construcciones básicas capaces de soportar sismos de baja magnitud debido a su proceso constructivo, ya que se evidencio en distintos eventos diversas viviendas agrietadas y colapsadas debido a la falta de refuerzo teniendo un pésimo comportamiento sísmico. Estas estructuras hoy en día pueden ser reforzadas mediante materiales como mallas, cuerdas, morteros, etc. Para darle de alguna manera más tenacidad al corte y aumentar la ductilidad de muros y así tener un buen comportamiento en las viviendas.

Las estructuras hechas a base de adobe muestran un grupo de características en su proceso constructivo que de alguna manera lo vuelve vulnerable frente a un sismo. Mayormente las deficiencias de las viviendas de adobe se basan en el peso elevado de dichas estructuras, al tener una resistencia muy baja y al tener una conducta frágil. Lo que lleva al colapso son la desintegración de muros en las esquinas y la separación del techo con el muro y las grietas. (Rubio, 2017, p. 8)

Álvarez (2015, p. 22), menciona que las construcciones de adobe ante un efecto sísmico deberán cumplir requisitos mínimos como:

- Tratar en lo posible que los muros sean portantes y tener una longitud suficiente en sus 2 direcciones.
- Obtener una planta cuadrada y simétrica.
- Designar vanos centrados y pequeños.
- los amarres de las zonas esquineras y encuentros se definirá mediante el ezbeltes de los muros.

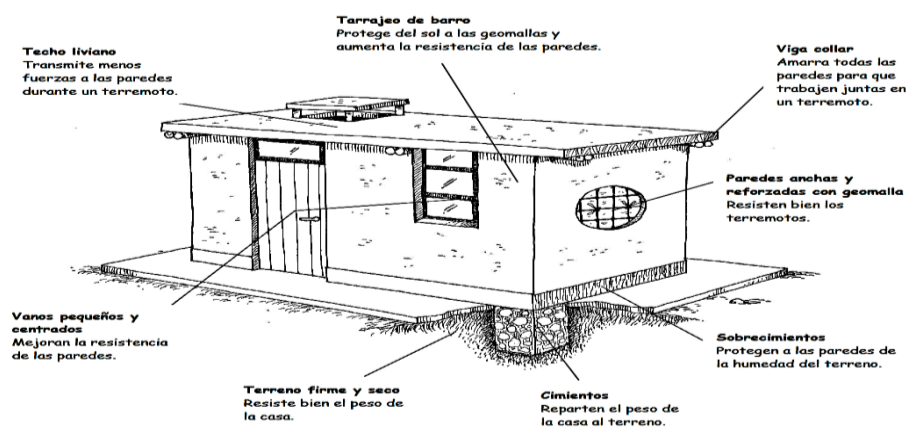


Figura 17. Características de una casa sismorresistente de adobe.

Fuente: Blondet y otros, 2010

La Norma E.080 de Diseño y Construcción con Tierra Reforzada (2017, p. 15), manifiesta que se debe manejar dos aspectos fundamentales para el análisis sísmico, los cuales son:

- **Cálculo de las fuerzas sísmicas horizontales**

Para calcular la fuerza sísmica horizontal en la base en estructuras hechas de adobe se establece mediante la siguiente formula:

$$H=S.U.C.P \quad \dots\dots\dots (1.1)$$

Donde:

S: Factor de suelo

U: Factor de uso

C: Coeficiente sísmico.

P: Peso total de la edificación, incluyendo carga muerta y el 50% de la carga viva.

Tabla 1. Factor de suelo (S)

Tipo	Descripción	Factor de suelo (S)
I	Rocas o suelos muy resistentes con capacidad portante admisible > 0.3 MPa ó 3.06 kg.f/cm2	1,0
II	Suelos intermedios o blandos con capacidad portante admisible > 0.1 Mpa ó 1.02kg.f/cm2	1,4

Fuente: Norma E.080 de Diseño y Construcción con Tierra Reforzada, 2017

Tabla 2. Factor de uso (U) y densidad según tipo de edificación

Tipo de Edificaciones	Factor de Uso (U)	Densidad
NT A.030 Hospedaje NT A.040 Educación NT A.050 Salud NT A.090 Servicios comunales NT A.100 Recreación y deportes NT A.110 Transporte y Comunicaciones	1,4	15%
NT A.060 Industria NT A.070 Comercio NT A.080 Oficinas	1,2	12%
Vivienda: Unifamiliar y Multifamiliar Tipo Quinta	1,0	8%

Fuente: Norma E.080 de Diseño y Construcción con Tierra Reforzada, 2017

- **Comportamiento del adobe frente a cargas verticales**

Comúnmente la tenacidad a la albañilería a cargas verticales no manifiesta problema para poder soportar de un piso o dos. Sin embargo, se debe recalcar que aquellos elementos que forman parte del entrepiso deben estas bien fijados a los muros por la viga collar

Tabla 3. Coeficiente sísmico por zona sísmica para edificaciones de tierra reforzada

Zona Sísmica	Coeficiente Sísmico (C)
4	0,25
3	0,20
2	0,15
1	0,10

Fuente: Norma E.080 de Diseño y Construcción con Tierra Reforzada, 2017

1.3.3. El adobe reforzado

Reforzar el adobe implica realizar un mejoramiento en cuanto al aumento de su resistencia a la comprensión, tracción y volteo del mismo. Existen diferentes estudios que involucran diferentes materiales para realizar este fin, entre ellos están las mallas metálicas, morteros, cuerdas sintéticas, cañas o carrizos, mallas plásticas, entre otros.

Cada material posee una propiedad distinta, aunque tienen el mismo fin que es dar mayor resistencia al adobe frente a un efecto sísmico. Por ello es necesario verificar la correcta compatibilidad del adobe con el material nuevo para que así la estructura posea una estabilidad necesaria y sea resistente a un sismo de cierta magnitud.

De igual manera López y Bernilla (2012, pp. 113-114), explican que:

Las estructuras de adobe se pueden reforzar usando cierta variedad de materiales que sean dúctiles como madera, barras de acero, caña o bambú. Reforzar la estructura verticalmente ayuda al muro mantenerse íntegro, precisando la viga collar y la cimentación, como también restringe el corte y la flexión perpendicular.

Reforzar la estructura en la parte horizontal ayudara a pasar la flexión y las fuerzas de inercia a los muros perpendiculares, hacia muros que soportan el corte, asimismo limitan los esfuerzos de corte entre muros adyacentes y disminuye la expansión de las fisuras en el lado vertical.

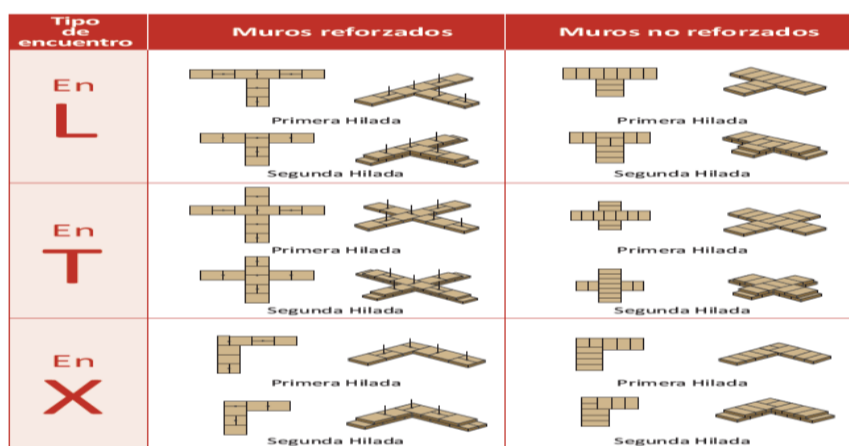


Figura 18. Tipos de amarre en muros de adobe con o sin refuerzo.

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2010

a) Caña brava o carrizo

Este material es muy convencional encontrado en las zonas mismas de la construcción de forma seca o madura, se introduce al adobe mediante su proceso constructivo inicial como sistema de refuerzo vertical y horizontal formando entrelazos.

Se recomienda que estos refuerzos sean tiras, puestas de forma horizontal a cada cierta distancia (4 hiladas máximo) amarrados y unidos entre sí en esquinas y encuentros. A continuación, se menciona algunos criterios necesarios para su uso.

- Podrán utilizarse en las esquinas o encuentros de los muros, o en toda la longitudinalidad de los muros.
- Es considerable usar unidades de cierta longitud, pero si esta es mayor a 10 cm, las tiras del material deberán tener al menos como máximo 40 cm de separación.
- Es necesario que las tiras de caña o carrizo estén de forma coincidente con la cota inferior o superior de la totalidad de vanos.
- En un punto plano céntrico, es necesario colocar refuerzos verticales de caña o carrizo; o sino en alveolos de 5 cm de diámetro como mínimo puestos en los adobes. Para cada situación se rellenan los vacíos con mortero.
- Al proceso inicial de construcción es necesario anclar los refuerzos verticales a la cimentación y también que estas estén unidas a la solera superior. Adicionalmente se puede incorporar materiales como eucaliptos secos o similares.

Es necesario también utilizar “dinteles de vanos y vigas soleras de madera sobre los muros. La viga solera se anclará adecuadamente al muro y al dintel si lo hubiese. Los materiales de refuerzo deberán ser estables y compatibles con el material del muro”. (Torres, 2015, p. 73)

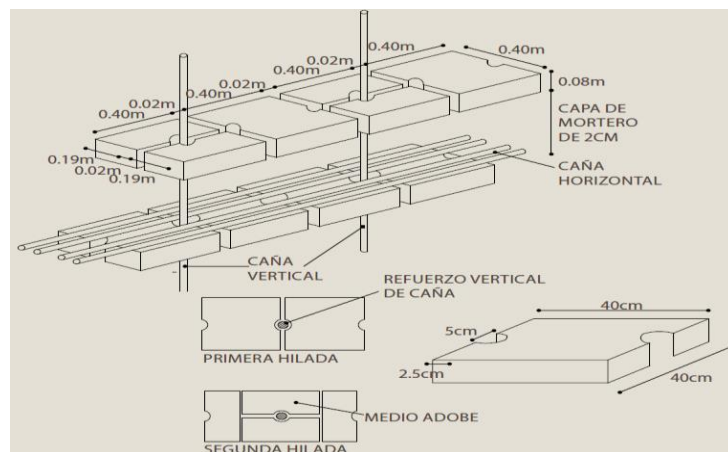


Figura 19. Esquema de ejemplo de refuerzo con caña. Fuente: GIZ, 2011

b) Mallas electrosoldadas

Son materiales confeccionados en producción nacional para el uso en construcción como sistemas de refuerzos en estructuras, en el Perú se utiliza en muros de anclaje, sistemas de contención, u otros donde el esfuerzo es mayor.

Las mallas electrosoldadas se comercializan en rollos de 0.9 m de ancho con 30 a 50 m de largo, éstas están formadas por alambres de 1 mm de diámetro con espaciamiento cada 19 mm o $\frac{3}{4}$ " (cocada cuadrada), presentan una resistencia a la rotura de 220 kg/m (2.15 kN/m). Para su acabado y protección del medio ambiente, se recubren con mortero de cemento: arena 1:5 en proporción volumétrica. (San Bartolomé y Quiun, 2015, p. 72)

Este material puede ser usado como refuerzo exterior en la superficie de un muro y anclado sobre él; para que no tenga contacto con la atmosfera y pueda tener algunos daños se pide aplicarle mortero de cemento por lo menos una capa - agua de alrededor de 4 cm.

Al posicionar las mallas de forma vertical y horizontal estos simulan estructuras como vigas y columnas de confinamiento del adobe.

Gómez (2015, p. 37), menciona que “Se puede colocar la malla en ambas caras, para la unión de ellas se utilizara elementos necesarios mediante los muros. Brindar el traslape correcto en las esquinas para su buen funcionamiento”.

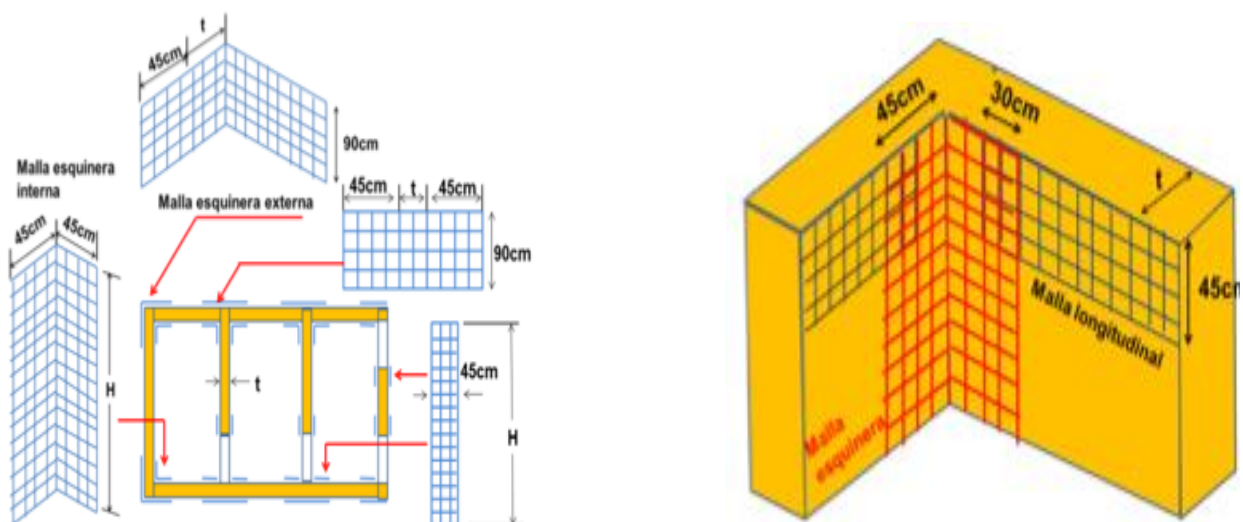


Figura 20. Posicionamientos de las mallas como refuerzo.

Fuente: San Bartolomé y Quiun, 2015

c) Cuerdas sintéticas

Son filamentos o hilos entrelazados que a su vez generan cuerdas de gran resistencia a tracción o de estiramiento general, estas siendo utilizadas como refuerzo en sistemas donde el fallo es por volteo generando un tipo de red que atrapa o mantiene los pedazos del material fisurado. Como lo mencionan Blondet, y otros (2015, p. 13), “el reforzamiento presentado puede ser utilizado por su potencial como reforzamiento sísmico de viviendas de inferior precio. Los hilos llamado nylon se puede encontrar en las zonas rurales del Perú y su costo es bajo.

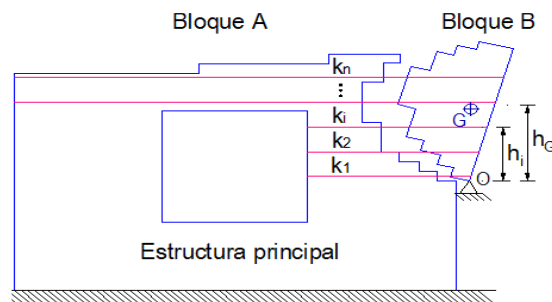


Figura 21. Esbozo de bloque desprendido atrapado por cuerdas.

Fuente: Blondet, y otros, 2015

Vargas (2018, p. 9), manifiesta que “la técnica del reforzamiento sísmico consiste en hacer un análisis del comportamiento dinámico en los bloques de adobe rígidos impidiendo mediante cuerdas elásticas el volteo”. La aplicación de este material al sistema adobe ha sido muy satisfactorio según estudios realizados, aunque no se tiene una metodología definitiva en cuanto como aplicar los sistemas de cuerdas o drizas, se estima tener ideas de forma experimental mediante módulos de prueba en mesas de simulación sísmica. Sarmiento (2016), explica que por medio de su experimento “mediante el reforzamiento de la estructura se pudo verificar que se recuperó la rigidez lateral en un 70%, es recomendable hacer estos tipos de reforzamientos, aunque todavía no se ha establecido una técnica de reforzamiento”.

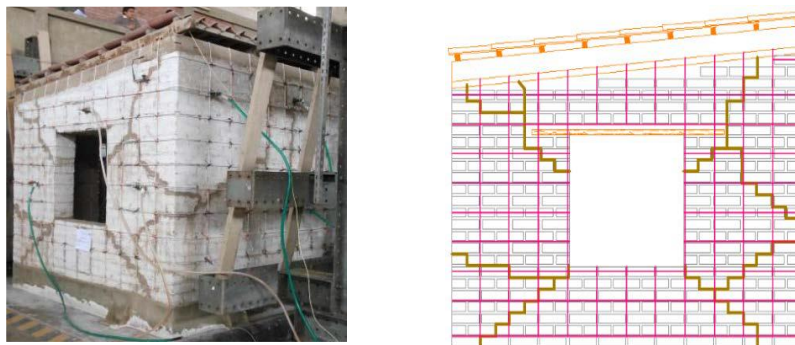


Figura 22. Sistema de reforzamiento con cuerdas sintéticas (drizas).

Fuente: Blondet, y otros, 2015

d) Geomallas

Es un material que posee cualidades y propiedades tanto resistentes como rígidos, estas son fabricadas a base de mantas de polímeros de gran densidad. Son perforadas a intervalos regulares para después ser alargadas en direcciones diferentes con fuerza y temperatura controlada, con el fin de tener mallas con aberturas de forma rectangular, costillas flexibles y nodos rígidos. Cárdenas y Luna (2017, pp. 23-24), especifican la clasificación común de las geomallas, los cuales son:

Uniaxial: Se caracteriza por proporción de su dimensión longitudinal entre la dimensión transversal, que generalmente es de 15:1. La resistencia de este material alargado es mucho mayor que el material no deformado inicial. Estas geomallas son utilizadas para reforzar elementos los cuales serán sometidos a tracción en una sola dirección, entonces se colocan las costillas paralelas a la fuerza de tracción.



Figura 23. Geomalla uniaxial. Fuente: Cárdenas y Luna, 2017

Biaxial: Se caracteriza por tener aberturas casi cuadradas o rectangulares, esta geometría aumenta la resistencia en las dos direcciones. Estas geomallas se usan para reforzar elementos los cuales estarán sometidos a tracción biaxial.



Figura 24. Geomalla biaxial. Fuente: Cárdenas y Luna, 2017

Triaxial: Se caracteriza por tener aberturas de forma triángulo equilátero, esta geometría aumenta la resistencia en tres direcciones, desfasadas 60° , lo que permite una mejor distribución de esfuerzos y por ende mayor resistencia global. Estas geomallas se utilizan para reforzar elementos que están sometidos a tracción biaxial pero que las cargas son altas.



Figura 25. Geomalla triaxial. Fuente: Cárdenas y Luna, 2017

Solís, y otros (2015, p. 3), especifican que:

La técnica se basa en que la geomalla debe cubrir todo el muro para que trabajen en conjunto. Para realizar este tipo de refuerzo el proceso es cubrir el muro con la geomalla ese se amarrará por cuerdas de rafia que fueron colocados en las hiladas cada 30 cm. El muro debe ser cubierta por barro para que quede empotrado la geomalla también cabe recalcar que la geomalla debe ir colocada desde el cimiento.

Por esta razón la metodología del uso de geomalla comprende el correcto refuerzo de sistemas de baja resistencia ante efectos de sismicidad, o también como reparaciones estructurales. Su resistencia comprende el efecto de soportar esfuerzos a tracción (geomalla) y también efectos de compresión (adobe), todo ello conlleva a crear una estructura estable y de uso seguro.



Figura 26. Ejemplo de refuerzo con geomallas. Fuente: Quispe y Rondón, 2012

1.3.4. Comportamiento no lineal

El análisis estático no lineal se basa la hipótesis en que los elementos tienen un comportamiento no lineal mediante la relación de esfuerzo-deformación atado a las variables como el tiempo que tienen que ver con su comportamiento, las circunstancias de esfuerzo, debe ser homogénea su composición interna o hipótesis refleja con más veracidad el comportamiento real del material. (Reyes y Alegre, 2015, p.32)

Realizar un análisis no lineal de una estructura conlleva a analizar un comportamiento no lineal bajo el efecto de esfuerzo – deformación, modelando con mayor realidad el comportamiento del material en este caso el adobe reforzado con geomallas.

Este análisis es hecho mediante programas computacionales de modelación y simulación sísmica como el ETABS o el SAP2000, aunque cabe destacar que el análisis estará sujeto a las normativas nacionales de diseño sismorresistente tanto de tierra reforzada como de generación de espectros e isoaceleraciones de diseño.

Los métodos de modelación de cada programa inciden en el resultado final de cada modelación estructural “el uso de elementos tipo SHELL en capas de SAP2000, parece ser un buen método para la modelación de la estructura con el refuerzo. Aunque sigue existiendo las mismas limitaciones de modelación que en casos anteriores”. (Saldivar, y otros, 2016, p. 94)

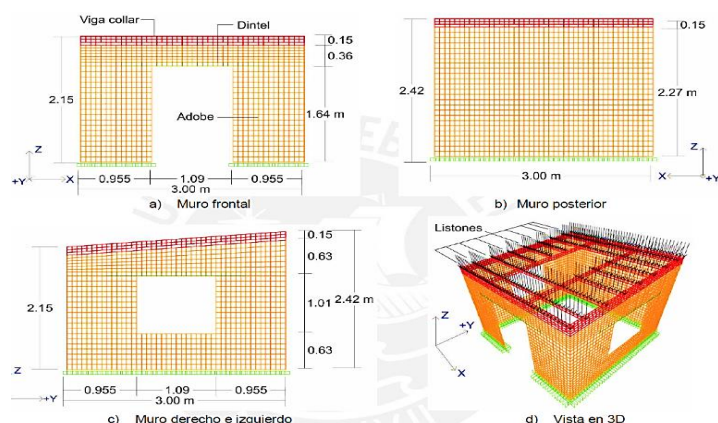


Figura 27. Modelación de un sistema estructural (adobe). Fuente: Sarmiento, 2016

- **Módulos de prueba**

Un módulo de prueba es un prototipo a escala natural o reducida de una estructura o sistema en general, el cual tiene el fin de mostrar de forma más real los efectos o condiciones que se le pueda dar. Estos módulos son muy utilizados para verificar propiedades de materiales,

sistemas nuevos y ver su comportamiento; se basa en una prueba experimental de ensayos controlados.

Los módulos a escala natural tienden a ser estructuras de mayor tamaño, un tanto más real su diseño está basado en la normativas y procesos constructivos controlados. En cuanto a los módulos de adobe se respeta el proceso constructivo respecto a las especificaciones de la Norma E.080 de Diseño y Construcción con Tierra Reforzada.

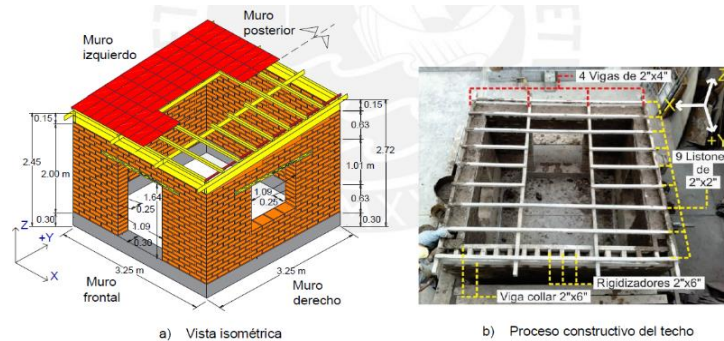


Figura 28. Módulo a escala natural. Fuente: Sarmiento, 2016

Los módulos a escala reducida son hechos en proporción reducida a las dosificaciones que las escalas naturales, el mismo proceso constructivo y materiales. En cuanto a la aplicación de cargas también se tiene que controlar la reducción de los efectos por ser a escala reducida midiendo los efectos del mismo.



Figura 29. Módulos a escala reducida. Fuente: Serrano, 2016

- **Plataformas de simulación sísmica**

Es un sistema que simula de forma más aproximada el comportamiento de una estructura ante un efecto sísmico. Teniendo en cuenta el uso, esta puede ser para verificar la resistencia de un nuevo material, un tipo de refuerzo, sistema constructivo, pruebas con aisladores o sistemas de disipación de energía sísmica, entre otros.

Saldivar, y otros (2016, p. 36), manifiestan que “esta mesa permite el ensayo del movimiento vertical y horizontal en una dirección también permite la aplicación de movimiento vertical simultáneamente, si le adicionan un actuador vertical”.



Figura 30. *Plataforma de simulación sísmica a escala natural.*

Fuente: Torrealva, 2017

La PUCP mediante sus desarrollos en investigaciones de tierra reforzada (adobe), crearon un sistema de mesa vibratoria portátil con el fin de realizar ensayos a escala reducida y concientizar a las personas o pobladores respecto a los peligros de sus construcciones sin sistemas de reforzamiento. Algunos experimentos de concientización por medio de modelos reducidos en la mesa portátil tuvieron buenos resultados para con los pobladores, entendiendo y asimilando los posibles daños de sus viviendas ante un evento sísmico severo. De esta manera según su experiencia Serrano (2016, p. 17), indica que:

Mediante este ensaño se pudo verificar el comportamiento de ambas estructuras, la reforzada como la estructura que esta sin reforzar, el modelo sin reforzar colapso rápidamente mientras que los modelos reforzados tanto como la escala reducida y escala normal resistió al sismo debido a los hilos de lana y a las mallas de cuerdas.



Figura 31. *Mesa de vibración a escala reducida portátil de la PUCP.*

Fuente: Serrano, 2016

1.4. Formulación del problema

Para Muñoz (2011, p. 115), formular una problemática “incide en la identificación neta del objeto de estudio, basada en términos de los cuales se describen el problema, su concepto específico y la precisión del lugar donde se efectuará el mismo”.

1.4.1. Problema general

- ✓ ¿De qué forma una vivienda de adobe de 2 niveles con y sin reforzamiento de geomallas influye en un comportamiento estático no lineal en el distrito de Puente Piedra, 2019?

1.4.2. Problemas específicos

- ✓ ¿Qué propiedad mecánica posee una vivienda de adobe de 2 niveles con reforzamiento de geomallas en el distrito de Puente Piedra, 2019?
- ✓ ¿Cómo una modelación basada en el análisis estático no lineal ayuda a entender el comportamiento de una vivienda de adobe de 2 niveles con y sin reforzamiento de geomallas en el distrito de Puente Piedra, 2019?
- ✓ ¿Qué diferencias sismorresistentes muestra una vivienda de adobe de 2 niveles con y sin reforzamiento de geomallas basado en un análisis no lineal en el distrito de Puente Piedra, 2019?

1.5. Justificación del estudio

“La justificación de un estudio sustenta la razón por la cual se realiza la investigación. Es considerada una carta de presentación del estudio, con el fin de tratar de dar convencimiento o persuasión al lector logrando un posible financiamiento”. (Valderrama, 2013, p. 140)

Hoy en día, en el distrito de puente piedra existen gran cantidad de viviendas construidas a base de adobe como también estas construcciones abundan en otras partes del Perú. Sin embargo, el distrito de puente piedra según el mapa de zonificación por peligro sísmico se encuentra en la zona 4 (nivel alto), el cual es propenso a sufrir daños por sismo. Es por ello que plantear el comportamiento no lineal en construcciones de viviendas de dos niveles hechas a base de adobe reforzadas con geomallas para de alguna manera poder verificar los daños de la estructura y poder darle mayor resistencia a la estructura frente a un sismo como también poder brindarles una mejor calidad de vida y también poder evitar más pérdidas económicas y vidas humanas.

a) Justificación teórica

Para realizar este trabajo se pudo encontrar diversas teorías relacionadas al reforzamiento con geomallas y en cuanto al comportamiento estático no lineal en estructuras de adobe no hay mucha información es por ello que se aplicaran fórmulas como también análisis en software para poder obtener resultados del tema y de esta manera ampliar y brindar teorías que ayuden a próximos investigadores a nutrirse del tema, todo ello también basados en las teorías y métodos anunciados en las normas nacionales vigentes como el E.080 de Diseño y Construcción con tierra reforzada y E.030 de Diseño Sismorresistente.

b) Justificación práctica

Este proyecto tiene como fin realizar un análisis estático no lineal en estructuras hechas a base de adobe reforzadas con geomallas de esta manera poder brindar mayor seguridad y reforzamiento de las estructuras en una zona vulnerable, de esta manera se podrá evitar de alguna manera el colapso de la estructura frente a un sismo como también llevarlas a evitar daños y pérdida de vidas humanas frente a un desastre.

c) Justificación metodológica

Para que los resultados de los ensayos y cálculos obtenidos sean de mayor credibilidad y confiabilidad se origina fichas de recolección de datos e instrumentos de medición de dichas dimensiones como también de los indicadores y serán evaluados por expertos en la profesión para poder ser validados.

1.6. Hipótesis

Según Niño (2011, p. 57), manifiesta que:

De forma general plantear una hipótesis implica suponer una teoría, probabilidad o posibilidad respecto a una problemática. Por lo cual solo corresponde a verificar o constatar la verdad, siendo esta posible o probable, es decir, por lo que pueda suceder o ser.

1.6.1. Hipótesis general

- ✓ Una vivienda de adobe de 2 niveles con y sin reforzamiento de geomallas influye significativamente al evaluar su comportamiento estático no lineal en el distrito de Puente Piedra, 2019.

1.6.2. Hipótesis específicas

- ✓ La propiedad mecánica determinada es de tracción en una vivienda de adobe de 2 niveles con reforzamiento de geomallas en el distrito de Puente Piedra, 2019.
- ✓ Una modelación basada en el análisis estático no lineal ayuda a entender el comportamiento de una vivienda de adobe de 2 niveles con y sin reforzamiento de geomallas en el distrito de Puente Piedra, 2019.
- ✓ Existen diferencias sismorresistentes en una vivienda de adobe de 2 niveles con y sin reforzamiento de geomallas basado en un análisis no lineal en el distrito de Puente Piedra, 2019.

1.7. Objetivos

Del Cid, Méndez y Sandoval (2011, p. 75), mencionan que:

Al tener de forma concreta la hipótesis o el planteamiento del problema, se puede realizar con más exactitud los objetivos, lo que permite conducir el estudio hacia un espacio individual, es decir qué; por medio de la determinación de objetivos, se inicia la ruta a seguir y las respuestas a los que se desea llegar.

1.7.1. Objetivo general

- ✓ Evaluar de qué forma una vivienda de adobe de 2 niveles con y sin reforzamiento de geomallas influye en un comportamiento estático no lineal en el distrito de Puente Piedra, 2019.

1.7.2. Objetivos específicos

- ✓ Determinar qué propiedad mecánica posee una vivienda de adobe de 2 niveles con reforzamiento de geomallas en el distrito de Puente Piedra, 2019.
- ✓ Analizar cómo una modelación basada en el análisis estático no lineal ayuda a entender el comportamiento de una vivienda de adobe de 2 niveles con y sin reforzamiento de geomallas en el distrito de Puente Piedra, 2019.
- ✓ Comparar qué diferencias sismorresistentes muestra una vivienda de adobe de 2 niveles con y sin reforzamiento de geomallas basado en un análisis no lineal en el distrito de Puente Piedra, 2019.

II. MÉTODO

2.1. Diseño, tipo, nivel y enfoque del estudio

2.1.1. Diseño de investigación

El presente trabajo maneja un diseño de investigación experimental porque habrá manipulación en las variables, es decir, se domina las condiciones para la ejecución del experimento. Además, los experimentos conllevan a la relación de causa - efecto describiendo de qué forma o cómo es que pasa el fenómeno. “Por lo tanto, ese tipo de diseño se usa cuando el investigador intenta formar un efecto de una causa que se maneja”. (Hernández, Fernández y Baptista, 2010, p. 122)

Además, es subdivisión cuasiexperimental porque se mantendrá un pre y post análisis para obtener datos e información para llevarla a comparación resultados. Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 151), mencionan que “los diseños cuasiexperimentales también manipulan deliberadamente, al menos, una variable independiente para observar su efecto sobre una o más variables dependientes, sólo que difieren de los experimentos “puros” en el grado de seguridad que pueda tenerse sobre grupos iniciales”.

2.1.2. Tipo de investigación

Para Valderrama (2013, p. 164), una investigación de tipo aplicada:

Se le denomina también “activa”, “dinámica”, “práctica” o “empírica”. Se encuentra ligada íntimamente a la investigación básica, ya que depende de sus descubrimientos y aportes teóricos para llevar a cabo la solución de problemas, con la finalidad de generar bienestar a la sociedad.

Basado en la teoría expuesta se puede entender que esta investigación se desarrolla mediante un tipo de investigación aplicada porque de alguna manera se emplea teorías, conocimientos y descubrimientos ya transmitidos, tan solo se ponen a prueba mediante su utilización.

2.1.3. Nivel de investigación

Para Palella y Martins (2012, p. 93), “este nivel de investigación se centra en determinar los orígenes o las causas de un determinado conjunto de fenómenos complejos y delicados, en los que el riesgo de cometer errores es alto”.

Se maneja un nivel de investigación explicativa porque como se manifestó respecto al diseño experimental este busca encontrar la relación causa - efecto, por lo cual la explicación de qué o cómo ocurre el fenómeno y que ocurrencias trae es necesario para el desarrollo del estudio.

2.1.4. Enfoque del estudio

Se obtendrán resultados numéricos para contrastar los objetivos de la investigación y poder dar soluciones a la problemática, por ello se maneja un enfoque cuantitativo por la relación numérica que se realiza.

Para Borja (2016, p. 11), un estudio cuantitativo conlleva a un análisis de medición numérica y de conteo, pero también “plantea que una forma confiable para conocer la realidad es a través de la recolección y análisis de datos, con lo que se podría contestar las preguntas de la investigación y probar las hipótesis”.

2.2. Variables y operacionalización

2.2.1. Variables

Para Behar (2008, p. 53), “el término variable significa características, aspecto, propiedad o dimensión de un fenómeno y puede asumir distintos valores”.

Basado en esta definición se debe tener variables consistentes, las cuales se pretenden relacionar o verificar su incidencia una de otra para poder obtener buenos resultados. A continuación, se mencionan las variables correspondientes a la investigación:

- ✓ **Variable independiente:** Reforzamiento con geomalla
- ✓ **Variable dependiente:** Comportamiento no lineal

2.2.2. Operacionalización de las variables

Según Arias (2012, p. 62), “este tecnicismo se emplea en investigación científica para designar al proceso mediante el cual se transforma la variable de conceptos abstractos a términos concretos, observables y medibles, es decir, dimensiones e indicadores”.

El fin de realizar una operacionalización de las variables es ordenar, analizar, procesar y medir las variables respecto a sus dimensiones e indicadores.

Tabla 4. Operacionalización de las variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
V1. Reforzamiento con geomallas.	Comprende el correcto refuerzo de sistemas de baja resistencia ante efectos de sismicidad, o también como reparaciones estructurales. Su resistencia comprende el efecto de soportar esfuerzos a tracción (geomalla) y también efectos de compresión (adobe).	Se verifica el correcto reforzamiento de geomallas por medio de la simulación sísmica en plataformas experimentales y el uso de las fichas de recolección de datos.	Estudios geotécnicos	Gramulometría	Ensayos de mecánica de suelos
				Corte directo	
				Proctor Estándar	
			Distribución de la geomalla	Tipo de geomalla	Especificaciones técnicas y fichas de recolección de datos
				Medidas	
				Posicionamiento	
			Propiedad mecánica	Compresión	Ensayos de resistencia
				Tracción	
				Cortante	
V2. Comportamiento no lineal	"Se llama análisis no lineal al que se basa en la hipótesis de que el material estructural tiene un comportamiento no lineal es decir la relación esfuerzo - deformación está sujeta a variables que influyen en su comportamiento". (Reyes y Alegre, 2015, p. 32).	El análisis del comportamiento no lineal se realiza mediante el uso de programas computacionales como el ETABS, verificando los sistemas de refuerzo en un modelo y simulación estructural.	Modelo estructural	Propiedad de los materiales	Ficha de recolección de datos y programa de modelamiento y simulación ETABS
				Dimensiones estructurales	
				Aplicación de cargas	
			Modelo dinámico	Esfuerzos	uso de la mesa vibradora (CISMID)
				Deformaciones	
				Aceleraciones	
			Análisis no lineal	Espectro de aceleraciones	Programa de modelamiento y simulación ETABS
				Curva de capacidad	
				Espectro de capacidad	

Fuente: Elaboración propia, 2019

2.3. Población, muestra y muestreo

2.3.1. Población

Balestrini (2006, p. 137), define que "una población o universo puede estar referido a cualquier conjunto de elementos de los cuales pretendemos indagar y conocer sus características, o una de ellas, y para el cual serán válidas las conclusiones obtenidas en la investigación".

Población: Comprende todas las viviendas hechas a base de adobe convencional ubicadas dentro del distrito de Puente Piedra.

2.3.2. Muestra

Borja (2016, p. 31), manifiesta que:

Para una investigación cuantitativa, la muestra de estudio es un subgrupo representativo de la población, sobre la cual se habrán de recolectar datos. El investigador se deberá interesar que los resultados encontrados en la muestra logren generalizarse o extrapolarse a la población o universo. La muestra debe ser estadísticamente representativa.

Muestra: todas las viviendas de dos niveles hecha a base de adobe convencional ubicada en “La Asociación de Propietarios los Portales” del distrito de Puente Piedra.

2.3.3. Muestreo

El estudio maneja un muestro no probabilístico del tipo intencional, “en este tipo de muestreos puede haber clara influencia del investigador, pues este selecciona la muestra atendiendo a razones de comodidad y según su criterio”. (Valderrama, 2013, p. 193)

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Del Cid, Méndez y Sandoval (2011, p. 110), mencionan que “el siguiente paso consiste en seleccionar las técnicas e instrumentos que nos permitan llegar a las fuentes para obtener la información necesaria”. Respecto a lo mencionado es necesario tener en mente que técnicas, instrumentos de recolección de información se utilizaran además de su correcta validez y confiabilidad.

2.4.1. Técnica

“Llamamos técnica de investigación al conjunto de procedimientos coherentes con el hecho estudiado y con los recursos disponibles, conducente a la generación de información pertinente para la investigación”. (Del Cid, Méndez y Sandoval, 2011, p. 111)

Este estudio conlleva a utilizar las técnicas de observación directa en laboratorio respecto al comportamiento de la estructura con y sin refuerzo de geomalla, además de la recolección de información y datos dados en ese instante de la simulación.

2.4.2. Instrumento de recolección de datos

Arias (2012, p. 68), indica que “un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información”.

Como instrumentos se tendrán los respectivos ensayos de suelos, programas computacionales y fichas de recolección de información y datos respecto a las variables de análisis y criterios propios vistas en campo y laboratorio.

La ficha será de mucha importancia durante el desarrollo de la investigación verificando su respectiva validez y confiabilidad.

2.4.3. Validez

“La validez es una cualidad del instrumento que consiste en que este sirva para medir la variable que se busca medir, y no otra, es decir, que sea el instrumento preciso, el adecuado”. (Niño, 2011, p. 87)

En función a lo definido la validez de los instrumentos de recolección de datos se llevará a cabo por medio de juicio de expertos. Serán 3 especialistas profesionales los cuales calificarán si la ficha está estructurada correctamente.

Tabla 5. *Valores mínimos de validez, según grupo de expertos*

Numero de Expertos	Valor Mínimo (Coeficiente)	Semáforos
40	0.29	Naranja
20	0.42	Naranja
15	0.49	Amarillo
10	0.62	Verde
De 3 a menos de 10	De 0.84 a 0.90	Celeste

Fuente: Sánchez, 2011

En función de la Tabla 6 se puede realizar la validación directa de las fichas de recolección de datos propuestas como instrumentos para recolectar datos, además se debe medir la puntuación respecto a 3 especialistas teniendo rangos de entre 0.84 y 0.90 para considera una validación aceptable.

Tabla 6. *Calificación de la validez*

Validez	Experto 1	Experto 2	Experto 3	promedio
Variable independiente	0.85	0.86	0.88	0.86
Variable dependiente	0.86	0.92	0.92	0.89
Índice de validación				0.88

Fuente: Elaboración propia, 2019

2.4.4. Confiabilidad

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), “la confiabilidad de un instrumento de comprobación se establece mediante desemejantes métodos, las cuales se comentarán brevemente después de revisar los conceptos de validez y objetividad”. (p. 200)

Se tiene la confiabilidad de las fichas de recolección mediante la calificación de y aceptación de los jueces expertos, además de los certificados de calibración de los equipos de ensayos

y simulación dinámica, también el uso de programas computacionales reconocidos en la rama estructural y sísmica (ETABS).

2.5. Métodos de análisis de datos

Después de la recolección de datos, ensayos y otros trabajos preliminares, se comienza con la etapa del análisis de datos, interpretación y síntesis de resultados con el fin de contrastar los objetivos de la investigación. Arias (2012, p. 111), explica que “en este punto se describen las distintas operaciones a las que serán sometidos los datos que se obtengan: clasificación, registro, tabulación y codificación si fuere el caso”.

Para lo cual el procesamiento de datos y su respectivo análisis estará en función a las metodologías del desarrollo de la tesis como el uso de programas computacionales (SAP2000), hojas de cálculo Excel, tablas de interpretación de resultados, entre otros.

2.6. Aspectos éticos

El actual trabajo de investigación muestra aspectos éticos por medio de la correcta referenciación de citas del sistema ISO 690 Y 690-2, además de obtener información y datos veraces de publicaciones, tesis e investigaciones previamente citadas. Los resultados que se pretenden demostrar con este estudio se fundamentan en la ética y moral del propio tesista al mostrar resultados reales y veraces.

Se toma de referencia también el uso correcto de las normas nacionales que se apliquen a este trabajo de investigación, tomando criterios y evaluando con honestidad todas las conclusiones obtenidas, además de utilizar el programa de similitud turnitin para verificar el correcto porcentaje de semejanza.

III. RESULTADOS

3.1. Descripción de la zona de estudio

El sector de la “Asociación de Propietarios los Portales” se encuentra ubicado en el distrito de puente piedra la altura del Km 15.00 de la Panamericana Norte, margen izquierda de la ruta Ancón - Lima, distrito de Puente Piedra, provincia y departamento de Lima, con referencia al frente de la Asociación los Frutales del Norte. A continuación, se presenta una imagen referenciada hacia la zona de estudio.



Figura 32. Ubicación de la zona de estudio. Fuente: Google Earth®, 2019

La zona es conformada por partes rurales, cuenta en su mayoría con viviendas hechas de adobe de un piso. Debido a los sismos ocurridos durante los periodos presentes estas estructuras han sido dañadas y en su gran mayoría colapsadas, puesto que su resistencia hacia los movimientos telúricos es mínima. Por ello es necesario brindar un tipo de reforzamiento para minimizar estos efectos.

Tabla 7. Ubicación geográfica de la zona de estudio

Departamento	Lima
Provincia	Lima
Distrito	Puente Piedra
Zona	18
Ubicación geográfica	Longitud oeste: 77° 4' 37" O Latitud sur: 11° 52' 0" S Altitud: 186 msnm.

Fuente: Google Earth, 2019

- **Recaudación de información**

El presente trabajo de investigación se fundamenta mediante el uso de información previamente revisada, tales como:

- Norma E.030 Diseño Sismo resistente (RNE).
- Norma E.080 diseño y construcción con tierra reforzada (RNE).
- Planos de estructuras de adobe.
- Tesis relacionadas con el tema de investigación, verificando los datos para después procesarlos, entre otros.

3.2. Trabajos preliminares

Para el inicio del estudio se realizan trabajos básicos e introductorios para su desarrollo, esto comprende desde el estudio de geotecnia con la excavación de calicatas hasta los estudios sísmicos de la zona.

a) Calicata

Se realizó la excavación de una calicata de 3.00 m de profundidad en el terreno para obtener muestras representativas para indicar la tipología del suelo con sus respectivas características. Para las calicatas se tomaron en cuenta la referencia de profundidad por medio de los expertos del laboratorio además de la cantidad de material solicitada para el ensayo fue una muestra de 30 Kg, puesto que fue necesario realizar ensayos de granulometría, corte directo y Proctor estándar.



Figura 33. Calicata realizada en el terreno. Fuente: Imagen propia, 2019

Los ensayos de geotecnia se realizaron en el laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Nacional de Ingeniería, por medio de expertos que ensayaron la muestra representativa en base a la normativa peruana vigente obteniendo datos importantes para el desarrollo de la investigación.

b) Granulometría

La granulometría del terreno muestra un tipo de material limo inorgánico de baja plasticidad (ML) según la clasificación SUCS ASTM cayendo en la categoría de suelos finos. El estudio de mecánica de suelo brinda medidas de dimensiones de zapatas, pero no siempre son las medidas finales ya que la estructura por el proceso de cálculo obtiene la carga mayor aproximada por el metrado de cargas manual o computacional definiendo dimensiones finales en los cimientos, se toma en cuenta las propiedades del terreno para reformular las dimensiones.

La granulometría muestra 26.3% de arena con un 73.7% de finos y porcentaje de grava nula. Además de límites de consistencia variables con un límite líquido de 23.3%, límite plástico de 19.6% e índice plástico de 3.7%.

Tabla 8. *Análisis granulométrico por tamizado de la muestra*

Tamiz	Abertura (mm)	(%) Parcial Retenido	(%) Acumulado	
			Retenido	Pasa
3"	75.000	-	-	
2"	50.000	-	-	
1 1/2"	37.500	-	-	
1"	25.000	-	-	
3/4"	19.000	-	-	
1/2"	12.500	-	-	
3/8"	9.500	-	-	
1/4"	6.300	-	-	
N°4	4.750	-	-	100.0
N°10	2.000	0.4	0.4	99.6
N°20	0.850	0.5	0.9	99.1
N°30	0.600	0.5	1.4	98.6
N°40	0.425	0.9	2.3	97.7
N°60	0.250	4.2	6.6	93.4
N°100	0.150	8.7	15.3	84.7
N°200	0.075	11.0	26.3	73.7
Fondo		73.7		

Fuente: Ensayo de laboratorio, 2019

c) Corte directo

El ensayo de corte directo se realizó con el fin de verificar si el suelo puede soportar los esfuerzos de corte transmitidos en la cimentación, este ensayo permite verificar la resistencia del terreno mediante la aplicación de esfuerzos aplicados o inducidos de fatiga y deformaciones. Todo ello con la finalidad de obtener los parámetros de ángulo de fricción interna y su cohesión aparente.

Tabla 9. Resultados del ensayo de corte directo

Especimen N°	I	II	III
Lado del molde (cm)	5.97	5.97	5.97
Altura inicial de la muestra (cm)	1.79	1.79	1.79
Densidad húmeda inicial (gr/cm ³)	1.950	1.950	1.950
Densidad seca inicial (gr/cm ³)	1.706	1.706	1.706
Cont. De humedad inicial (%)	14.3	14.3	14.3
Altura de la muestra antes de aplicar el esfuerzo de corte (cm)	1.778	1.752	1.727
Altura final de la muestra (cm)	1.757	1.733	1.699
Densidad húmeda final (gr/cm ³)	2.124	2.14	2.172
Densidad seca final (gr/cm ³)	1.740	1.763	1.799
Cont. De humedad final (%)	22.1	21.4	20.8
Esfuerzo normal (kg/cm ²)	0.5	1	1.5
Esfuerzo de corte (kg/cm ²)	0.305	0.584	0.849
Ángulo de fricción interna	28.6 °		
Cohesión (Kg/cm ²)	0.03		

Fuente: Ensayo de laboratorio, 2019

d) Proctor estándar

El ensayo de Proctor estándar fue necesario para obtener el óptimo contenido de humedad en función a la máxima densidad seca del terreno. La curva característica del ensayo muestra los siguientes resultados:

Máxima densidad seca (gr/cm³) = 1.706

Óptimo contenido de humedad (%) = 19.00

3.3. Descripción del modelo de la vivienda

Las dimensiones iniciales fueron revisadas teniendo en cuenta los criterios mínimos indicado en los estándares nacionales e internacionales, reduciendo algunas medidas de elementos estructurales de tal manera que el proyecto sea óptimo y sismo resistente.

El modelo consta de un prototipo de vivienda rural de 2 niveles y el área considerada fue de 100 m² (8 m x 12 m). Los ambientes se dividieron en una sala-comedor, dormitorios, cocina, un patio, una lavandería y dos baños. La altura del muro fue de 3.00 metros.

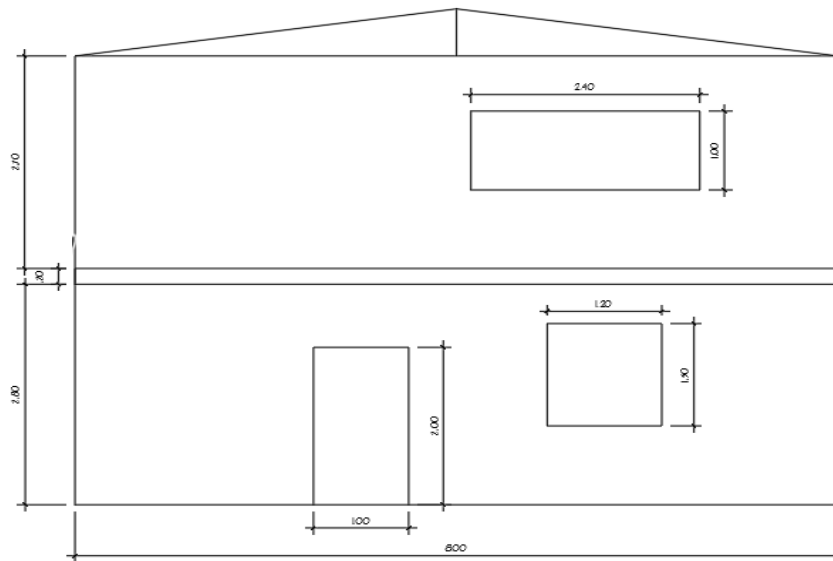
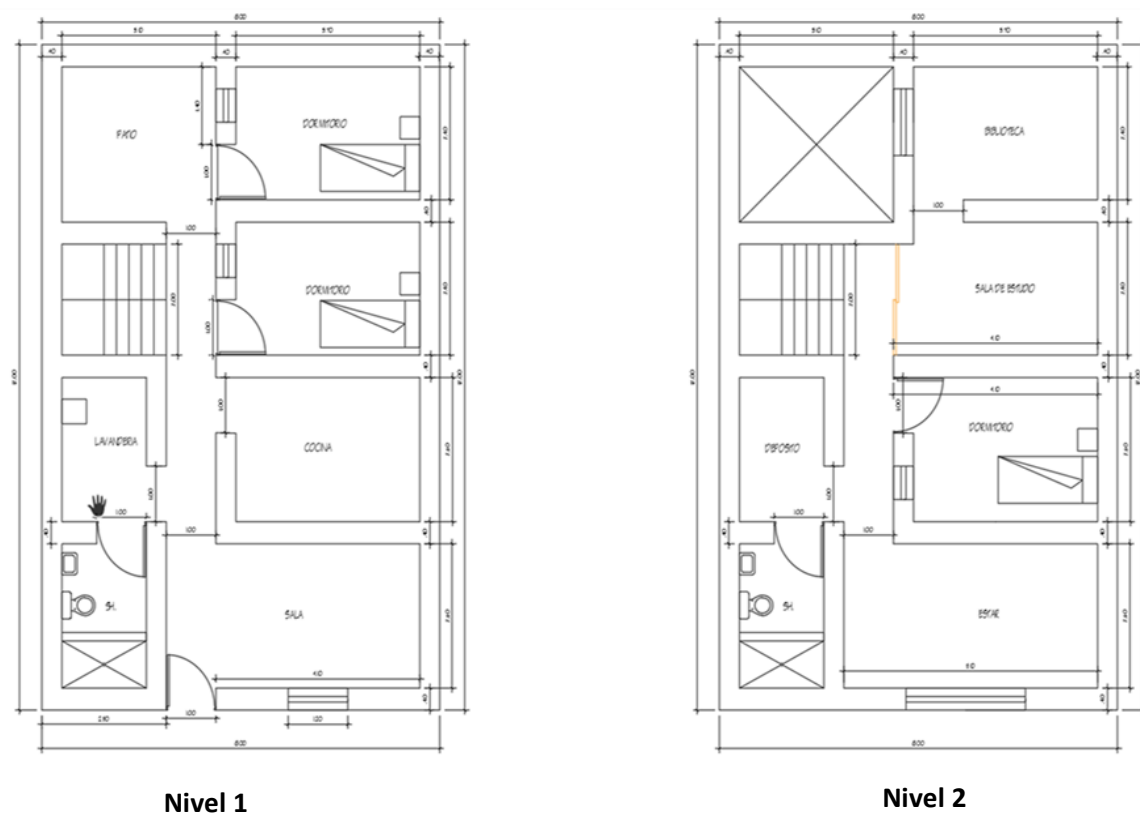


Figura 34. Vista en elevación de la vivienda. Fuente: Elaboración propia, 2019



Nivel 1

Nivel 2

Figura 35. Plano en planta de prototipo de vivienda sin refuerzo.

Fuente: Elaboración Propia, 2019

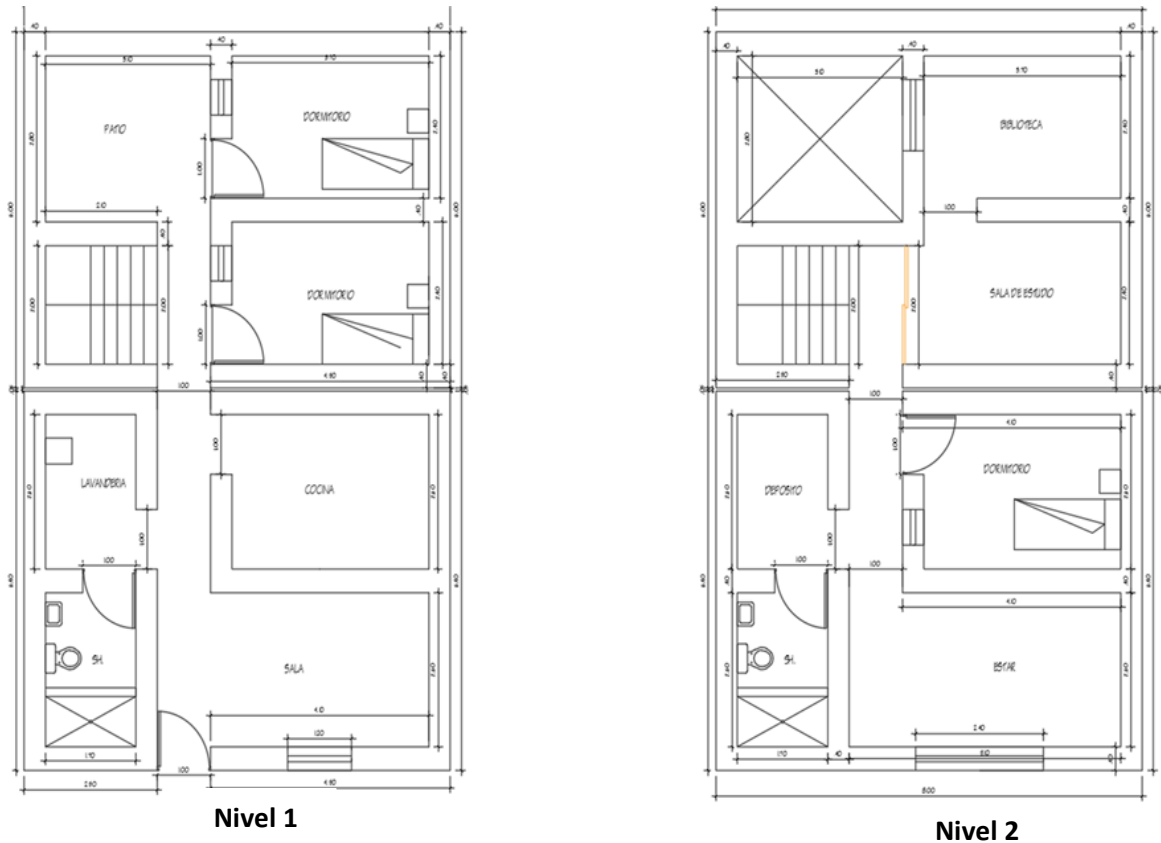


Figura 36. Plano en planta del prototipo de vivienda con junta sísmica y con refuerzo de geomalla. Fuente: Elaboración Propia, 2019

3.4. Procedimiento constructivo de las viviendas de adobe a escala

Para la construcción del módulo a escala de adobe se utilizó materiales previamente preparados, basados en procesos constructivos tradicionales como el tipo de amarre, la colocación de las bloquetas de adobe, el anclaje de la cimentación, el sistema de refuerzo con geomallas, entre otros.

El proceso constructivo como se menciona se basa en el armado típico de una casa de adobe de forma real, aunque este módulo posee 2 pisos y una variedad de divisiones se pone a prueba este sistema para ver su desempeño más adelante en la simulación tanto virtual como de forma experimental en mesa vibratoria, Las construcciones de adobe son generalmente de un piso.

Proceso 1.

Se realizó el piso de la maqueta haciendo uso de maderas de acuerdo a las medidas de la mesa vibratoria a escala reducida del CISMID (Medidas: 1.00 m x 1.20 m).

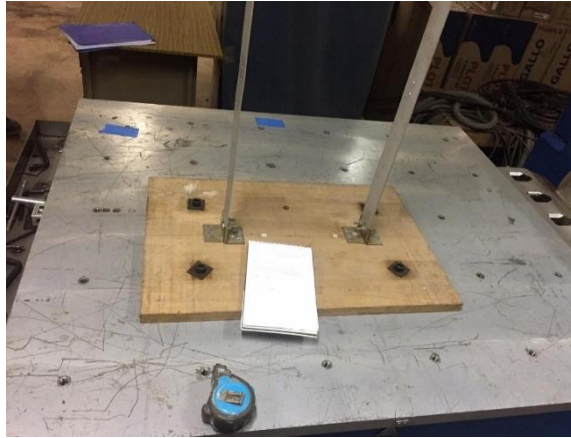


Figura 37. Mesa vibradora (CISMID). Fuente: Imagen propia, 2019

Proceso 2.

De acuerdo a la escala de “1/20” que se toma para los especímenes, se hizo los moldes y se hizo cortes a la medida requerida para la realización de los bloques de adobe.



Figura 38. Moldes de los bloques de adobe. Fuente: Imagen propia, 2019

Proceso 3.

Se tomó las medidas propuestas por los planos establecidos para la cimentación y las divisiones respectivas de las áreas de la vivienda.

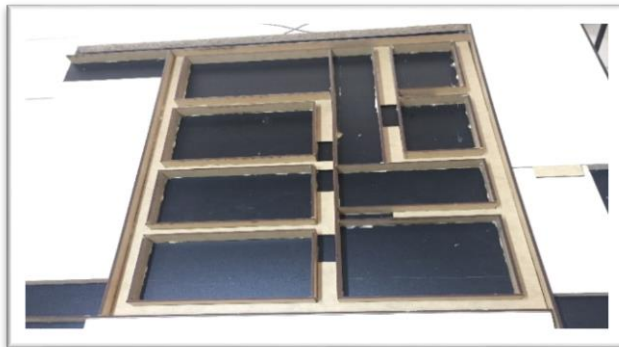


Figura 39. Preparación de la cimentación. Fuente: Imagen propia, 2019

Proceso 4.

Se hizo el llenado de la cimentación y del sobrecimiento utilizando los materiales correspondientes tanto para la estructura sin refuerzo como para la estructura que tendrá como refuerzo de geomalla.



Figura 40. Preparación y llenado de la cimentación. Fuente: Imagen propia, 2019

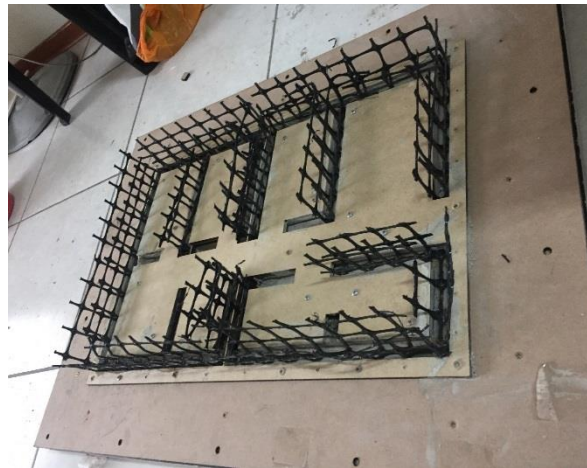


Figura 41. Llenado de cimentación con geomalla. Fuente: Imagen propia, 2019

Proceso 5.

Se empezó con el asentado de los bloques de adobe para ambas estructuras respetando las juntas como también el amarre de la geomalla utilizando rafia para sujetarlo.



Figura 42. Asentado de bloques. Fuente: Imagen propia, 2019



Figura 43. Asentado de bloques (estructura reforzada). Fuente: Imagen propia, 2019

Proceso 6.

Se empezó a colocar las vigas de madera sobre los muros en ambas estructuras de acuerdo a lo establecido.



Figura 44. Colocación de vigas. Fuente: Imagen propia, 2019

Proceso 7.

Se continuo con la colocación de los techos en amabas estructuras.



Figura 45. Colocación de losas. Fuente: Imagen propia, 2019

Proceso 8.

Se empezó con el asentado de los bloques de adobes en el segundo nivel en la estructura sin refuerzo y la estructura reforzada con geomalla biaxial.



Figura 46. Asentado de bloques, nivel 2. Fuente: Imagen propia, 2019



Figura 47. Asentado de adobes y colocación de geomalla. Fuente: Imagen propia, 2019

Proceso 9.

Colocación de las vigas encima de los muros para luego colocar los techos en ambas estructuras.



Figura 48. Colocación de techos, estructura sin refuerzo. Fuente: Imagen propia, 2019



Figura 49. Colocación de techos, estructura con refuerzo. Fuente: Imagen propia, 2019

Proceso 10.

Colocación de las calaminas en ambas estructuras, se utilizó material para simular el tipo de techo real en las viviendas de adobe convencional.



Figura 50. Especímenes terminados. Fuente: Imagen propia, 2019

3.5. Modelamiento de las estructuras con y sin refuerzo de geomalla

✓ Conceptos básicos para el modelamiento.

Las dimensiones iniciales fueron revisadas teniendo en cuenta los criterios mínimos indicado en los estándares nacionales e internacionales, reduciendo algunas medidas de elementos estructurales de tal manera que el proyecto sea optimo y sismorresistente. Lo que se espera es que la estructura trabaje dúctilmente y que cumpla con los parámetros obligatorios que manda el reglamento nacional de edificaciones, el modelo matemático computacional es la representación a proyectar en la realidad y su simulación es el comportamiento esperado ante sus solicitaciones, se tiene en cuenta que el modelo estructural no incluye los efectos de temperatura, vibraciones ambientales y niveles freáticos , los factores de seguridad controlan las cargas externas sin considerar que están presente en el modelo a diseñar.

El estudio de mecánica de suelo brinda medidas de dimensiones de zapatas, pero no siempre son las medidas finales ya que el estructural por el proceso de cálculo obtiene la carga mayor aproximada por el metrado de cargas manual o computacional definiendo dimensiones finales en los cimientos, se toma en cuenta las propiedades del terreno para reformular las dimensiones.

La Norma de Diseño Sismorresistente en el Perú, NTE-E.0.30, ha sido actualizada, en dicha norma se hicieron drásticos cambios respecto a la verificación de la irregularidad torsional y en muchos casos irregularidad torsional y en muchos casos irregularidad torsional extrema, lo que no está permitido en las zonas 3 y 4 para edificaciones comunes.

Existen edificaciones mixtas donde los muros confinados están orientados en una sola dirección, mientras que en la dirección transversal (generalmente la de la fachada), se opta por una solución Aporticada. Utilizando las columnas de confinamiento como columnas del pórtico. Puesto que los pórticos son muy flexibles, la albañilería no puede seguir su deformada y termina agrietándose, ya sea por carga vertical, cuando las luces son grandes y la carga es importante, o por carga sísmica. La solución a este problema se logra peraltando a las columnas en la dirección Aporticada. De tal forma que las derivas máximas sean menores que 0.005, inferior a la deriva máxima (0.007) especificada para los sistemas aporticados de concreto armado en la norma de diseño sismorresistente E.030. (Comentarios de la E.070).

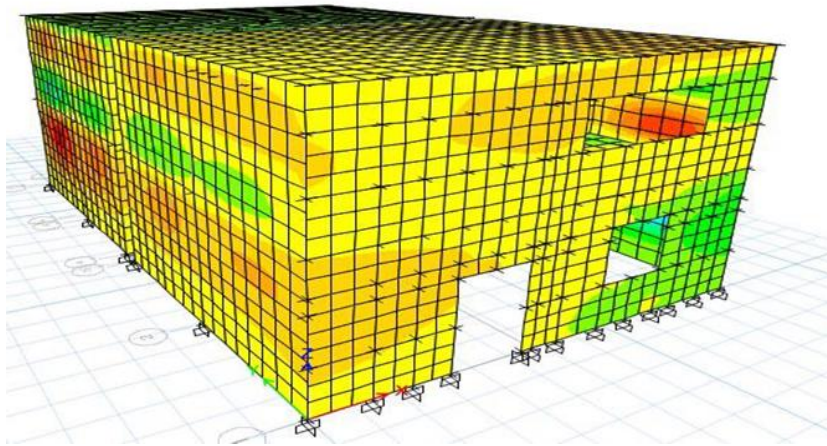


Figura 51. Estructura detallada en el software ETABS. Fuente: Imagen propia, 2019

✓ Condiciones iniciales

El presente modelamiento especifica el desarrollo del análisis estructural de una edificación de dos niveles de adobe, la tipología en ambos niveles es distinta pero los elementos portantes se replican para rigidizar el bloque estructural, La distribución del primer y segundo nivel tiene como uso para vivienda, quedando sin uso en el segundo entrepiso soportando como única carga su peso propio y como sobrecarga el 50% del entrepiso inferior.

La cimentación es superficial con poco Df. Teniendo un área de contacto considerable de tal manera que las presiones actuantes incursionen por debajo de las admisibles, los sobrecimientos tendrán un ancho mínimo de 60cm que estará presente debajo de los muros del primer nivel. La cimentación es superficial con poco Df. Teniendo un área de contacto considerable de tal manera que las presiones actuantes incursionen por debajo de las admisibles, los sobrecimientos tendrán un ancho mínimo de 60cm que estará presente debajo de los muros del primer nivel. Realizar un modelo computacional no lineal de elementos finitos de interés en el análisis de muros de tierra reforzada sometidos a cargas laterales como las inducidas por sismo, se describen brevemente los modelos constitutivos utilizado para los materiales.

✓ Datos geotécnicos

- Angulo de Fricción: 28.6°
- Cohesión: 0.03kg/cm²
- Densidad Seca: 1.705 kg/cm³

- Humedad (%): 19.0%

✓ **Material adobe**

- Peso Volumétrico: 1600kg/m³
- Poisson: 0.25
- Modulo Elástico: 6500kg/cm²
- Modulo Corte: 2600kg/cm²
- Resistencia Compresión: 0.5-2MN/m²

✓ **Diseño Sismorresistente (NTE E.080).**

Cálculo de las fuerzas sísmicas horizontales

La fuerza sísmica horizontal en la base de las edificaciones de tierra reforzada se determina mediante la siguiente

Expresión:

$$H=S.U.C. P$$

Dónde:

S = Factor de suelo

U = Factor de uso

C = Coeficiente sísmico

P = Peso total de la edificación, incluyendo carga muerta y el 50 % de la carga viva.

Tabla 10. Factores de Zona. Fuente: NTE E.080.

Zona Sísmica	Coeficiente Sísmico (C)
4	0,25
3	0,20
2	0,15
1	0,10

Fuente: NTE E.080, 2016.

- **Zonificación: Lima (puente piedra).**



Figura 52. Mapa de zonificación sísmica. Fuente: NTE E.030, 2016

- **Condiciones Locales: Suelos Intermedios en puente piedra.**

Tabla 11. Clasificación de los perfiles de suelo.

Perfil	\bar{V}_s	\bar{N}_{60}	\bar{S}_u
S ₀	> 1500 m/s	-	-
S ₁	500 m/s a 1500 m/s	> 50	>100 kPa
S ₂	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S ₃	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S ₄	Clasificación basada en el EMS		

Fuente: NTE E.030, 2016.

- Perfil Tipo S0: Roca Dura
- Perfil Tipo S1: Roca o Suelos Muy Rígidos
- Perfil Tipo S2: Suelos Intermedios
- Perfil Tipo S3: Suelos Blandos
- Perfil Tipo S4: Condiciones Excepcionales

- Parámetros de Sitio (S, TP y TL)

Tabla 12. Factor de suelo "S".

Tipo	Descripción	Factor de suelo (S)
I	Rocas o suelos muy resistentes con capacidad portante admisible > 0.3 MPa ó 3.06 kg.f/cm ²	1,0
II	Suelos intermedios o blandos con capacidad portante admisible > 0.1 Mpa ó 1.02kg.f/cm ²	1,4

Fuente: NTE E.080, 2016.

Tabla 13. Periodos "Tp" Y "Tl"

	Perfil de suelo			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T _p (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T _L (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Fuente: NTE E.080, 2016.

S= 1

Tp(s) = 0.4

Tl(s)=2.5

- Factor de amplificación sísmica:

$$T < T_p \quad C = 2,5$$

$$T_p < T < T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$$

$$T > T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)$$

Tabla 14. Datos esenciales

hn=	5.70 m
Ct=	60
T=	0.10 seg.
C=	2.50

Fuente: NTE E.030, 2016.

Tabla 15. Datos esenciales.

U=	1.00		
TR=	500 años		
Tx-y=	0.186 seg.	0.21 seg.	Pórticos
Tx-y=	0.103 seg.	0.12 seg.	Muros
Tx-y=	0.145 seg.	0.16 seg.	Dual

Fuente: NTE E.030, 2016.

- Período Fundamental de Vibración:

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$

CT = 35 Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente:

- Pórticos de concreto armado sin muros de corte.
- Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostramiento.

CT = 45 Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean:

- Pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras.
- Pórticos de acero arriostrados.

CT = 60 Para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

- Sistemas Estructurales y Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R0)

Tabla 16. Sistemas estructurales.

Tipo de Edificaciones	Factor de Uso (U)	Densidad
NT A.030 Hospedaje NT A.040 Educación NT A.050 Salud NT A.090 Servicios comunales NT A.100 Recreación y deportes NT A.110 Transporte y Comunicaciones	1,4	15%
NT A.060 Industria NT A.070 Comercio NT A.080 Oficinas	1.2	12%
Vivienda: Unifamiliar y Multifamiliar Tipo Quinta	1,0	8%

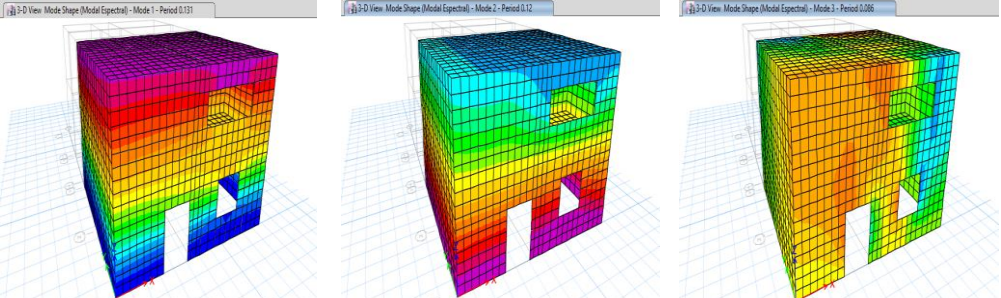
Fuente: NTE E.080, 2016.

3.5.1 Calculando el periodo de la estructura sin refuerzo.

El periodo (T) fundamental, es el tiempo mayor que puede ocurrir en una estructura, para que ésta vibre. La práctica muestra que el período fundamental de vibración en las estructuras pende de sus propiedades geométricas y dinámicas. El valor de esta cuantificación es muy sensible a las diversificaciones de las propiedades mencionadas.

Tabla 17. *Proporciones de masas de participación modal.*

Case	Mode	Period	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ	RX	RY	RZ	Sum RX	Sum RY	Sum RZ
Modal01	1	0.131	0.6252	0.1676	0	0.6252	0.1676	0	0.0585	0.1963	2.757E-05	0.0585	0.1963	0.00002757
Modal02	2	0.12	0.1767	0.6228	0	0.8019	0.7904	0	0.1973	0.0477	0.0004	0.2558	0.244	0.0005
Modal03	3	0.086	0.0007	0.0002	0	0.8026	0.7906	0	0.0002	1.5E-05	0.8247	0.256	0.244	0.8252
Modal04	4	0.049	0.00002963	0.017	0	0.8026	0.8076	0	0.035	0.0002	0.0017	0.291	0.2442	0.8269
Modal05	5	0.043	0.0909	0.0114	0	0.8935	0.819	0	0.0345	0.4105	0.0005	0.3255	0.6547	0.8274
Modal06	6	0.04	0.0081	0.0815	0	0.9016	0.9005	0	0.3467	0.0447	0.0012	0.6722	0.6994	0.8286



Fuente: Elaboración propia, 2019

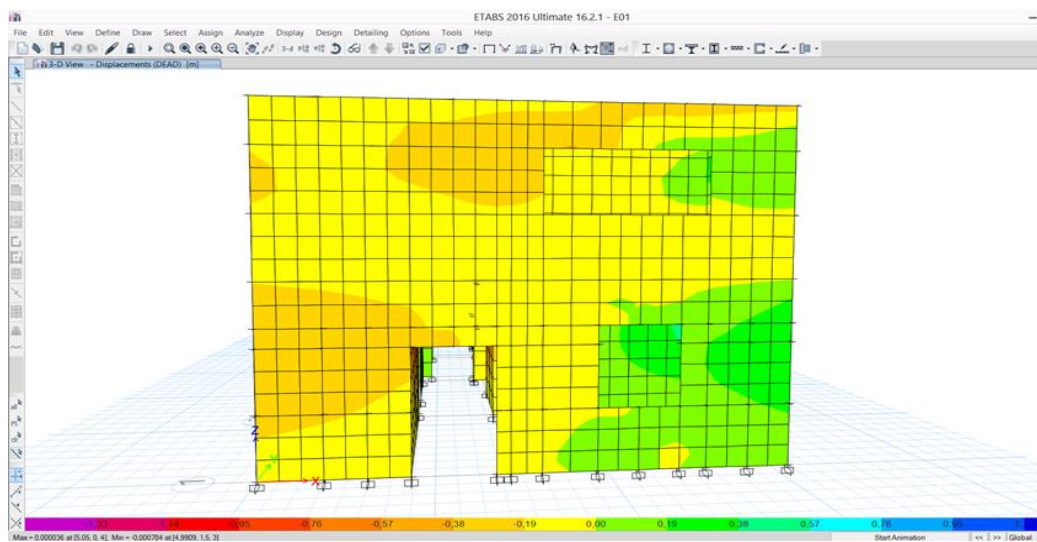


Figura 54. *Modelo sin refuerzo. Fuente: elaboración propia, 2019*

3.5.2 Calculando la cortante basal.

Fuerza horizontal sísmica V: Cortante basal o porcentaje del peso total.

Tabla 18. Cortante basal: historia de fuerzas.

Story	Load Case	Location	P	VX	VY	T	MX	MY
			tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
Story2	Sx+e	Bottom	0	-20.92	0.00	64.99	0.00	-36.07
Story1	Sx+e	Bottom	0	-34.36	0.00	107.02	0.01	-125.95
Story2	Sy+e	Bottom	0	0.00	-20.92	-79.49	36.07	0.00
Story1	Sy+e	Bottom	0	0.00	-34.36	-131.17	125.94	-0.01

Fuente: Elaboración propia, 2019

k= 1 Vx= 34.3268 Vy= 34.3268	Rox= 3 la= 1 lp= 1 Rx= 3 100% Tx= 0.13 seg. C/Rx= 0.8333 >0.125 Sax= 0.20833g
	Roy= 3 la= 1 lp= 1 Ry= 3 100% Ty= 0.13 seg. C/Ry= 0.833333 >0.125 Say= 0.20833g

Tabla 19. Resumen de masas por diafragma - Acoplamiento Cercano

Story	Diaphragm	Mass X	Mass Y	Mass M. li	X CM	Y CM	Weight	H	WxH	α	αVx	αVy
		tonf-s ² /m	tonf-s ² /m	tonf-m-s ²	m	m	tonf	m	m	m	m	m
Story2	D2	2.08736	2.08736	19.066	3.7933	2.875	20.477	5.7	116.719	0.570	19.568	19.568
Story1	D1	2.99133	2.99133	28.4627	3.7288	2.787	29.34495	3	88.0348	0.430	14.759	14.759
							49.82195	0	204.754			

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 20. Centros de Masa y Rigidez.

Story	Diaphragm	Mass X	Mass Y	XCM	YCM	Cumulative	Cumulative	XCCM	YCCM	XCR	YCR
		tonf-s ² /m	tonf-s ² /m	m	m	tonf-s ² /m	tonf-s ² /m	m	m	m	m
Story1	D1	2.99133	2.99133	3.7288	2.787	2.99133	2.99133	3.7288	2.787	3.5987	3.0866
Story2	D2	2.08736	2.08736	3.7933	2.875	2.08736	2.08736	3.7933	2.875	3.7293	2.7704

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 21. Auto sísmica - Coeficientes de usuario.

Load Patter	Type	Direction	Eccentricity	Top Story	Story	C	K	Weight	Base Shear
			%					tonf	tonf
Sx+e	Seismic	X + Ecc. Y	5	Story2	Base	0.20833	1	164.7688	34.3263
Sx-e	Seismic	X - Ecc. Y	5	Story2	Base	0.20833	1	164.7688	34.3263
Sy+e	Seismic	Y + Ecc. X	5	Story2	Base	0.20833	1	164.7688	34.3263
Sy-e	Seismic	Y - Ecc. X	5	Story2	Base	0.20833	1	164.7688	34.3263

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 22. Centro de diafragma de desplazamientos masivos - Análisis Estático

Story	Diaphragm	Case/Con	UX	UY	RZ	Point	X	Y	Z
			m	m	rad		m	m	m
Story2	D2	Sx+e	0.001274	0.000099	-0.000014	17	3.7933	2.875	5.7
Story1	D1	Sx+e	0.000759	0.000039	-0.000003	20	3.7288	2.787	3

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 23. Cortante Basal Estático

Story	Elevation	Location	X-Dir
	m		tonf
Story2	5.7	Top	20.9023
Story1	3	Top	13.424
Base	0	Top	0.000

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 24. Centro de diafragma de desplazamientos masivos - Análisis Estático

Story	Diaphragm	Combo	UX	UY	RZ	Point	X	Y	Z
			m	m	rad		m	m	m
Story2	D2	Sy+e	0.000103	0.00116	0.000007	17	3.7933	2.875	5.7
Story1	D1	Sy+e	0.000039	0.000678	0.000006	20	3.7288	2.787	3

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 25. Cortante Basal Estático

Story	Elevation	Location	Y-Dir
	m		tonf
Story2	5.7	Top	20.9023
Story1	3	Top	13.424
Base	0	Top	0.000

Fuente: Elaboración propia, 2019

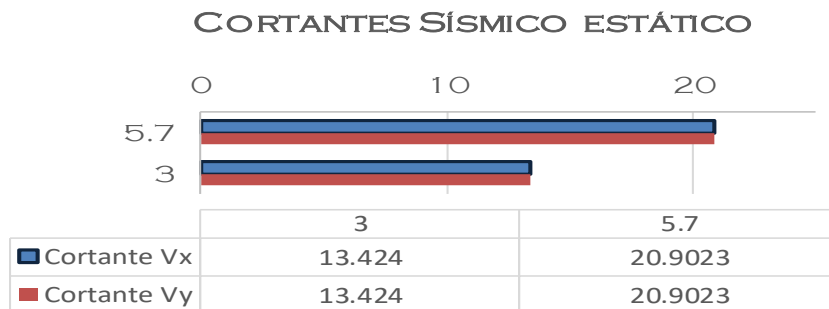


Figura 55. Cortantes sísmico estático. Fuente: Imagen propia, 2019

Tabla 26. Desplazamiento Máx. / Avg. - Análisis Estático Lineal

Story	id Case/Con	Direction	Maximum m	Average m	Ratio
Story2	Sx+e	X	0.001319	0.001275	1.035
Story1	Sx+e	X	0.000769	0.000759	1.013

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 27. Desplazamiento Máx. / Avg. - Análisis Estático Lineal

Story	Case/Cc	Direction	Maximum m	Average m	Ratio
Story2	Sy+e	Y	0.00119	0.00116	1.022
Story1	Sy+e	Y	0.0007	0.000679	1.034

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 28. Rigidez de la historia

Story	Load Case	Shear X tonf	Drift X m	Stiffness X tonf/m	Shear Y tonf	Drift Y m	Stiffness Y tonf/m
Story2	Sx+e	20.9199	0.000524	39961.12	0.0012	0.000059	0
Story1	Sx+e	34.3648	0.000759	45257	0.0021	0.000039	0

Fuente: Elaboración propia, 2019

88% 61%

Tabla 29. Rigidez de la historia

Story	Load Case	Shear X tonf	Drift X m	Stiffness X tonf/m	Shear Y tonf	Drift Y m	Stiffness Y tonf/m
Story2	Sy+e	0.0012	0.00007	0	20.9184	0.000601	34806.97
Story1	Sy+e	0.002	0.000038	0	34.3607	0.000679	50625.27

Fuente: Elaboración propia, 2019

61% 60%

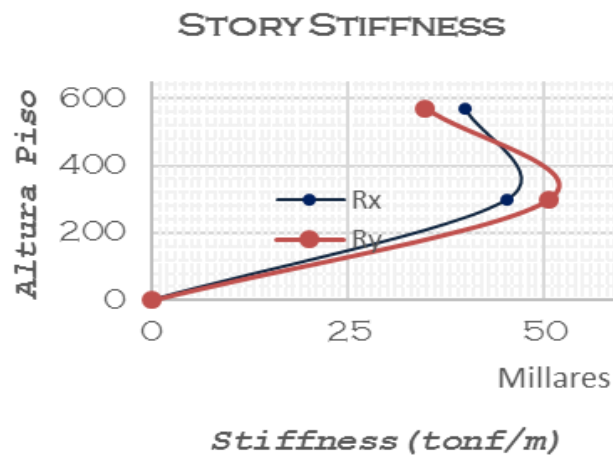


Figura 56. Rigidez. Fuente: Imagen propia, 2019

3.5.3 Control de distorsiones de entrepiso eje “X”.

Tabla 30. *Historia Max / Avg Desplazamientos*

Story	Combo	Altura cm	Δ Max. cm	Δ Relativo cm	Deriva		Deriva 2 ‰	Deriva Límite 2 ‰	
					Elástica	Inelástica			
TECHO2	SX+e	570	0.12740	0.05150	0.000191	0.000429	0.43 ‰	2 ‰	Ok
TECHO1	SX+e	300	0.07590	0.07590	0.000253	0.000569	0.57 ‰	2 ‰	Ok
BASE	SX+e	0	0.0000	0	0	0		2 ‰	

Fuente: Elaboración propia, 2019

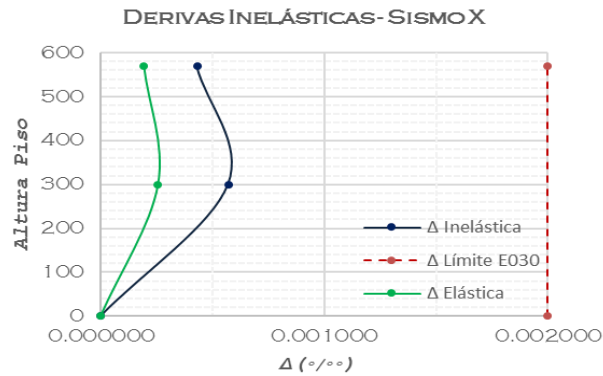


Figura 57. *Derivas inelásticas. Fuente: Imagen propia, 2019.*

3.5.4 Control de distorsiones de entrepiso eje “Y”.

Tabla 31. *Historia Max / Avg Desplazamientos.*

Story	Combo	Altura cm	Δ Max. cm	Δ Relativo cm	Deriva		Deriva 2 ‰	Deriva Límite 2 ‰	
					Elástica	Inelástica			
TECHO2	SY+e	570	0.11600	0.04820	0.0002	0.000402	0.40 ‰	2 ‰	Ok
TECHO1	SY+e	300	0.06780	0.06780	0.0002	0.000509	0.51 ‰	2 ‰	Ok
BASE	SY+e	0	0.0000	0	0	0		2 ‰	

Fuente: Elaboración propia, 2019.

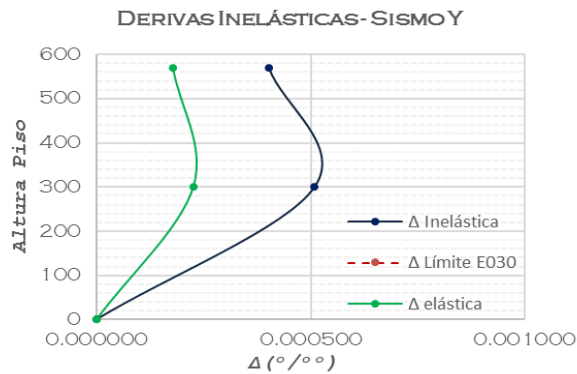


Figura 58. *Derivas inelásticas. Fuente: Imagen propia, 2019*

3.5.5 Cálculo del periodo fundamental del edificio usando el método de Rayleigh.

Tabla 32. Periodo fundamental.

Método de Rayleigh

$V_y = 34.326$

Tabla 01. Cálculo Manual del Período Fundamental del Edificio, según Artículo 4.5.4 de la NTE E.030-2016

Piso	Altura hi(m)	Peso Pi(Tn)	Pixhi (Tn.m)	α_i	f_i (Tn)	d_i (mm)	$\frac{P_i \cdot d_i^2}{g}$ (Tn.mm ²)	$f_i \cdot d_i$ (Tn.mm)
Piso 2	5.7	20.477	116.719	0.570	19.567545	1.16	27.554	22.6984
Piso 1	3	29.345	88.035	0.430	14.758755	0.678	13.489	10.0064
Base	-	49.822	204.754	1.000	34.3263	-	41.043	32.7048

$$T = 0.85 \left(2\pi \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n P_i \cdot d_i^2}{g \sum_{i=1}^n f_i \cdot d_i}} \right)$$

$T = 0.060 \text{ s}$
 $\omega = 104 \text{ rad/s}$
 $f = 16.6 \text{ cyc/s}$
 $PPMM = 0.7413$
 $KL = 40732.99972 \text{ Tn/m}$

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 33. Periodos modales y frecuencias

Case	Mode	Period sec	Frequency cyc/sec	ω rad/sec	Eigenvalue rad ² /sec ²
Modal	1	0.131	7.658	48.1174	2315.285
Modal	2	0.12	8.348	52.453	2751.318
Modal	3	0.086	11.622	73.0261	5332.817
Modal	4	0.049	20.332	127.75	16320.07
Modal	5	0.043	23.213	145.851	21272.52
Modal	6	0.04	25.089	157.6392	24850.12

Fuente: Elaboración propia, 2019

3.5.6 Método Computacional, metodología de Elementos Finitos.

Periodo Fundamental 0.131segundo con el Método Computacional, metodología de Elementos Finitos, en la barra inferior se muestra los valores de desplazamiento (Δ^{-3}) cm

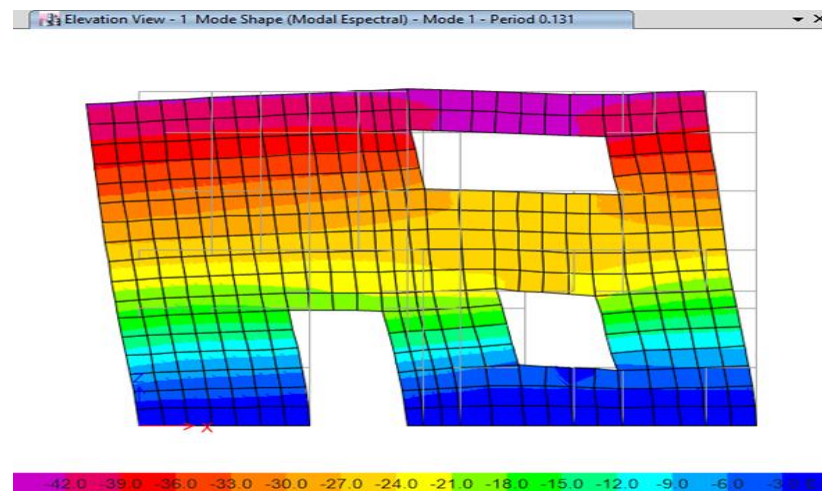


Figura 59. Periodo Fundamental 0.131segundo. Fuente: Imagen propia, 2019

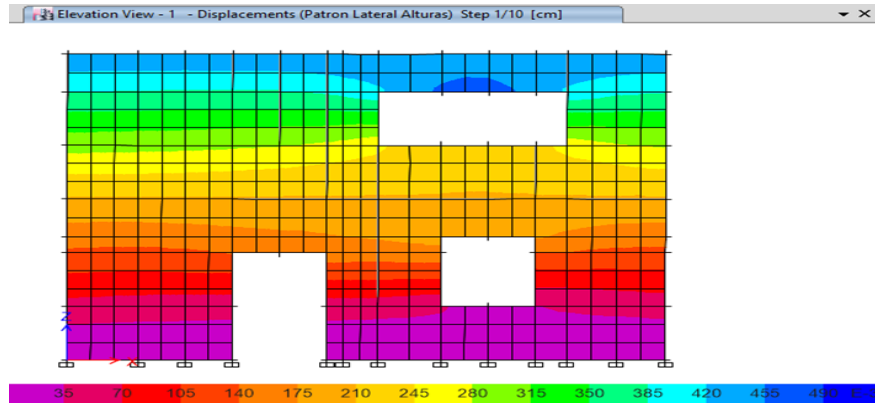


Figura 60. La barra inferior se muestra los valores de desplazamiento, variando de 35 - 490(Δ^{-3}) cm. Fuente: Imagen propia, 2019

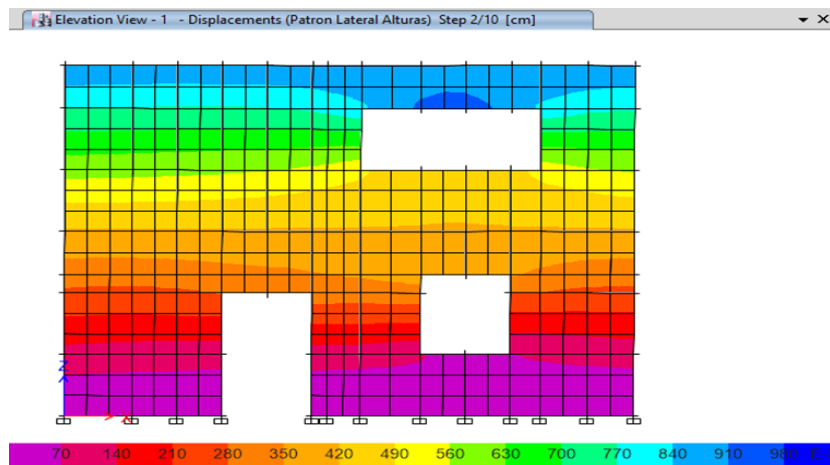


Figura 61. La barra inferior se muestra los valores de desplazamiento, variando de 70 - 980(Δ^{-3}) cm. Fuente: Imagen propia, 2019

3.5.7 Curva de capacidad.

Punto de la Curva de Capacidad 0.8175cm , 13.813Tonf

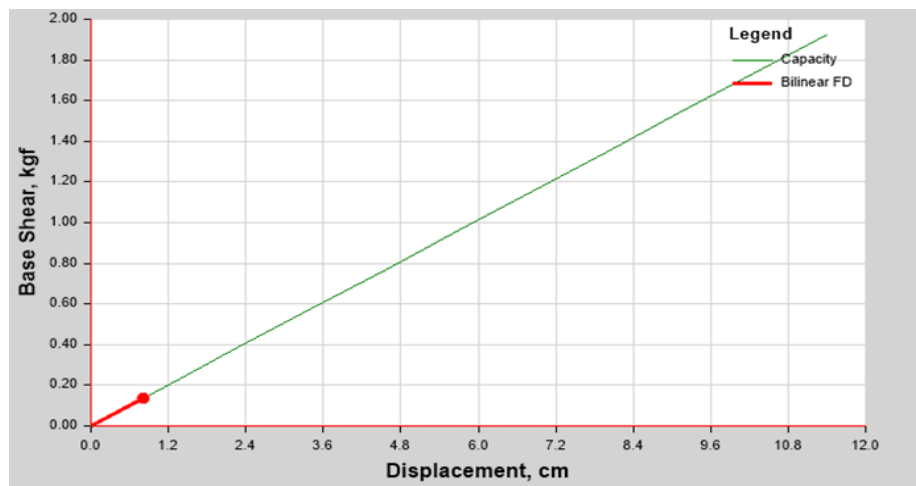


Figura 62. Curva de capacidad. Fuente: Imagen propia, 2019

3.5.8 Espectro de Capacidad - Espectro Demanda.

Punto de desempeño 0.38140cm , 8.134Tonf

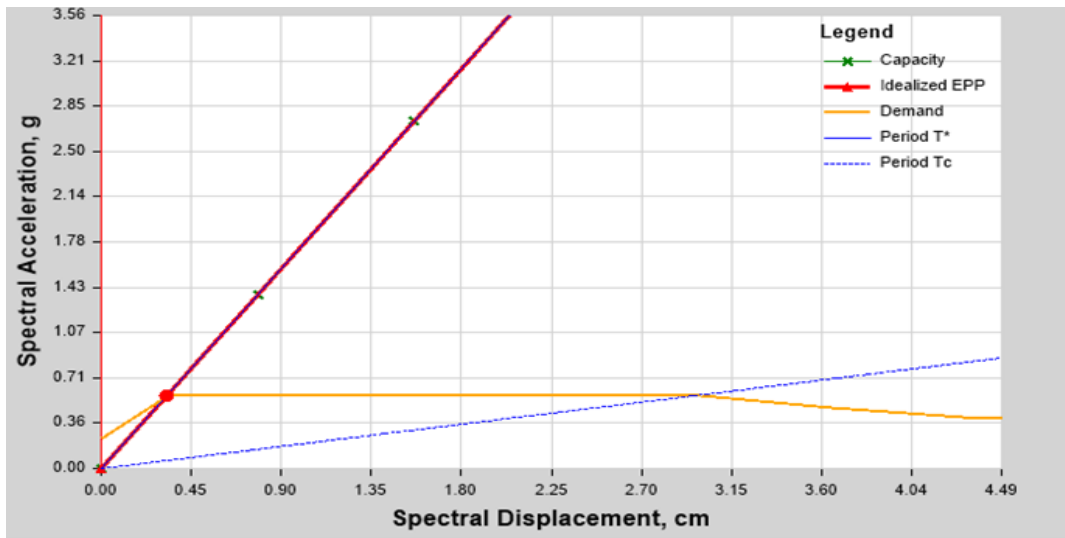


Figura 63. Punto de desempeño. Fuente: Imagen propia, 2019

3.5.9 Seudo aceleraciones, seudo desplazamiento y periodos.

Tabla 34. Periodos modales y frecuencias

Sd cm	Sa g	Period sec
0	0	0
0.7798	1.36616	0.152
1.5597	2.732377	0.152
2.3395	4.098612	0.152
3.1194	5.464877	0.152
3.8992	6.831175	0.152
4.6791	8.197507	0.152
5.4589	9.563873	0.152
6.2387	10.930276	0.152
7.0186	12.296717	0.152
7.7984	13.663196	0.152

Fuente: Elaboración propia, 2019

3.5.10 Espectro de desplazamiento - periodos.

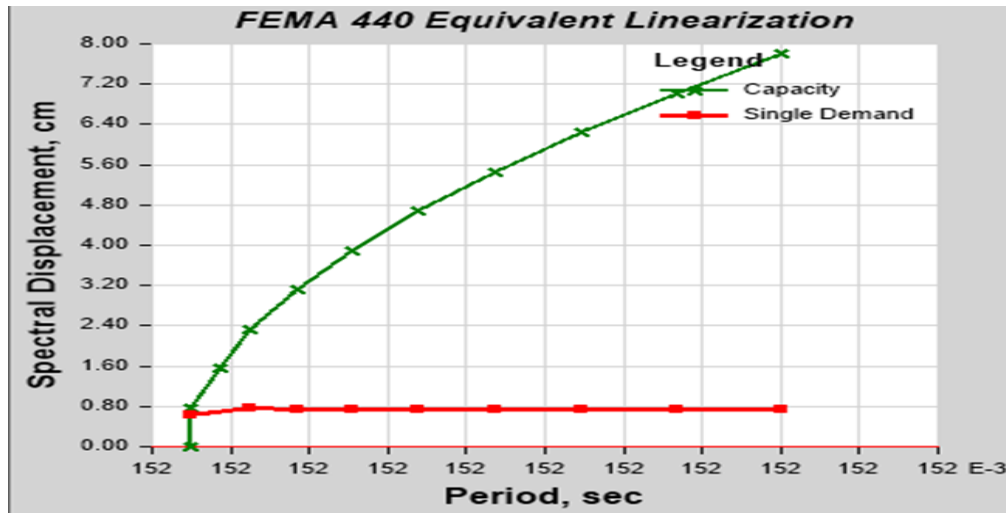


Figura 64. Fuente: Imagen propia, 2019

3.6 ANÁLISIS NO LINEAL CON GEOMALLA DE LA ESTRUCTURA REFORZADA.

3.6.1 Datos geotécnicos.

- Angulo de Fricción: 28.6°
- Cohesión: 0.03kg/cm²
- Densidad Seca: 1.705 kg/cm³
- Humedad (%): 19.0%

3.6.2 Material adobe

- Peso Volumétrico: 1600kg/m³
- Poisson: 0.25
- Modulo Elástico: 6500kg/cm²
- Modulo Corte: 2600kg/cm²
- Resistencia Compresión: 0.5-2MN/m²

3.6.3 Propiedades del refuerzo (geomalla).

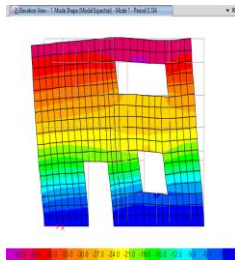
- Densidad: 1390 kg/m³
- Módulo de Young: 1100 MPA
- Coeficiente de poisson: 0.4

- Resistencia ultima a la tracción: 20 KN/m
- Espesor de costilla: 0.4 cm
- Tamaño de abertura: 3.6*3.8 cm
- Espesor de la geomalla: 0.3cm

3.6.4 Calculando el periodo de la estructura con refuerzo.

Tabla 35. *Proporciones de masas de participación modal.*

Case	Mode	Period	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ	RX	RY	RZ	Sum RX	Sum RY	Sum RZ
Modal01	1	0.134	0.6202	0.1724	0	0.6202	0.1724	0	0.0602	0.1952	2.605E-05	0.0602	0.1952	0.00002605
Modal02	2	0.124	0.1815	0.6176	0	0.8017	0.79	0	0.1963	0.0493	0.0005	0.2565	0.2445	0.0005
Modal03	3	0.089	0.0007	0.0002	0	0.8024	0.7902	0	0.0002	6.7E-06	0.8242	0.2567	0.2445	0.8247
Modal04	4	0.05	0.000039	0.0175	0	0.8024	0.8077	0	0.0367	0.0003	0.0016	0.2935	0.2448	0.8263
Modal05	5	0.044	0.09	0.0113	0	0.8924	0.819	0	0.0344	0.4089	0.0005	0.3279	0.6536	0.8268
Modal06	6	0.041	0.0082	0.0818	0	0.9006	0.9008	0	0.3509	0.0457	0.0011	0.6788	0.6993	0.8279



Fuente: Elaboración propia, 2019

3.6.5 Calculando la cortante basal.

Tabla 36. *Cortante basal: historia de fuerzas*

Story	Load Case	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf	T tonf-m	MX tonf-m	MY tonf-m
Story2	Sx+e	Bottom	0	-21.95	0.00	68.14	0.00	-37.58
Story1	Sx+e	Bottom	0	-36.05	0.00	112.16	0.01	-131.67
Story2	Sy+e	Bottom	0	0.00	-21.95	-83.30	37.58	0.00
Story1	Sy+e	Bottom	0	0.00	-36.04	-137.41	131.66	-0.01

Fuente: Elaboración propia, 2019

k= 1 Vx= 36.0028 Vy= 36.0028	Rox= 3 la= 1 lp= 1 Rx= 3 100% Tx= 0.13 seg. C/Rx= 0.8333 >0.125 Sax= 0.20833g
	Roy= 3 la= 1 lp= 1 Ry= 3 100% Ty= 0.13 seg. C/Ry= 0.833333 >0.125 Say= 0.20833g

Tabla 37. Resumen de masas por diafragma - Acomplamiento Cercano

Story	Diaphragm	Mass X tonf-s ² /m	Mass Y tonf-s ² /m	Mass M. II tonf-m-s ²	X CM m	Y CM m	Weight tonf	H m	WxH m	α m	αV_x m	αV_y m
Story2	D2	2.11842	2.11842	19.4752	3.793	2.8692	20.7817	5.7	118.456	0.569	20.488	20.488
Story1	D1	3.04789	3.04789	29.2104	3.7257	2.7779	29.8998	3	89.6994	0.431	15.515	15.515
							50.6815	0	208.155			

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 38. Centros de Masa y Rigidez

Story	Diaphragm	Mass X tonf-s ² /m	Mass Y tonf-s ² /m	XCM m	YCM m	umulative tonf-s ² /m	umulative tonf-s ² /m	XCCM m	YCCM m	XCR m	YCR m
Story1	D1	3.04789	3.04789	3.7257	2.7779	3.04789	3.04789	3.7257	2.7779	3.5935	3.0808
Story2	D2	2.11842	2.11842	3.793	2.8692	2.11842	2.11842	3.793	2.8692	3.7236	2.7735

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 39. Auto sísmica - Coeficientes de usuario

oad Patter	Type	Direction	Eccentricity %	Top Story	Story	C	K	Weight tonf	Base Shear tonf
Sx+e	Seismic	X + Ecc. Y	5	Story2	Base	0.20833	1	172.8134	36.0022
Sx-e	Seismic	X - Ecc. Y	5	Story2	Base	0.20833	1	172.8134	36.0022
Sy+e	Seismic	Y + Ecc. X	5	Story2	Base	0.20833	1	172.8134	36.0022
Sy-e	Seismic	Y - Ecc. X	5	Story2	Base	0.20833	1	172.8134	36.0022

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 40. Centro de diafragma de desplazamientos masivos - Análisis Estático

Story	Diaphragm	Case/Con	UX m	UY m	RZ rad	Point	X m	Y m	Z m
Story2	D2	Sx+e	0.00135	0.000103	-0.000015	17	3.793	2.8692	5.7
Story1	D1	Sx+e	0.000809	0.000041	-0.000004	20	3.7257	2.7779	3

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 41. Cortante Basal Estático

Story	Elevation	Location	X-Dir
	m		tonf
Story2	5.7	Top	21.9309
Story1	3	Top	14.0714
Base	0	Top	0.000

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 42. Centro de diafragma de desplazamientos masivos - Análisis Estático

Story	Diaphragm	Combo	UX	UY	RZ	Point	X	Y	Z
			m	m	rad		m	m	m
Story2	D2	Sy+e	0.000108	0.001237	0.000007	17	3.793	2.8692	5.7
Story1	D1	Sy+e	0.000041	0.000727	0.000007	20	3.7257	2.7779	3

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 43. Cortante Basal Estático

Story	Elevation	Location	Y-Dir
	m		tonf
Story2	5.7	Top	21.9309
Story1	3	Top	14.0714
Base	0	Top	0.000

Fuente: Elaboración propia, 2019

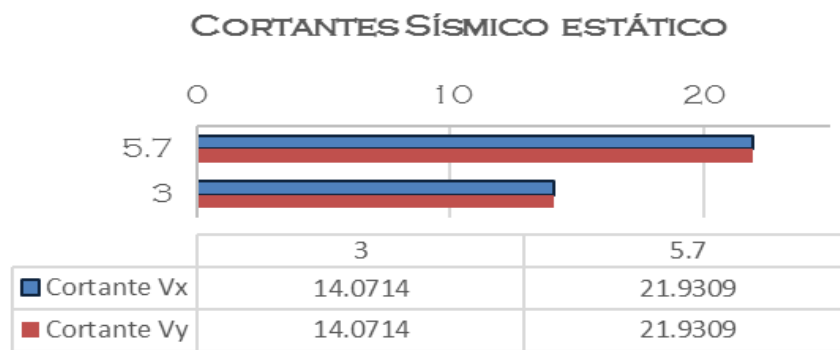


Figura 65. Cortantes sísmico estático. Fuente: Imagen propia, 2019

Tabla 44. Desplazamiento Máx. / Avg. - Análisis Estático Lineal.

Story	id Case/Con	Direction	Maximum	Average	Ratio
			m	m	
Story2	Sx+e	X	0.001398	0.001352	1.034
Story1	Sx+e	X	0.00082	0.00081	1.012

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Tabla 45. Desplazamiento Máx. / Avg. - Análisis Estático Lineal.

Story	Case/Cc	Direction	Maximum m	Average m	Ratio
Story2	Sy+e	Y	0.00126	0.001237	1.022
Story1	Sy+e	Y	0.00075	0.000727	1.036

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Tabla 46. Rigidez de la historia

Story	Load Case	Shear X tonf	Drift X m	Stiffness X tonf/m	Shear Y tonf	Drift Y m	Stiffness Y tonf/m
Story2	Sx+e	21.9505	0.000554	39623.54	0.0013	0.000062	0
Story1	Sx+e	36.0453	0.00081	44513.19	0.0023	0.000041	0

Fuente: Elaboración propia, 2019.

89% 61%

Tabla 47. Rigidez de la historia

Story	Load Case	Shear X tonf	Drift X m	Stiffness X tonf/m	Shear Y tonf	Drift Y m	Stiffness Y tonf/m
Story2	Sy+e	0.0013	0.000073	0	21.9489	0.00064	34277.58
Story1	Sy+e	0.0022	0.000039	0	36.0408	0.000727	49544.97

Fuente: Elaboración propia, 2019.

61% 59%

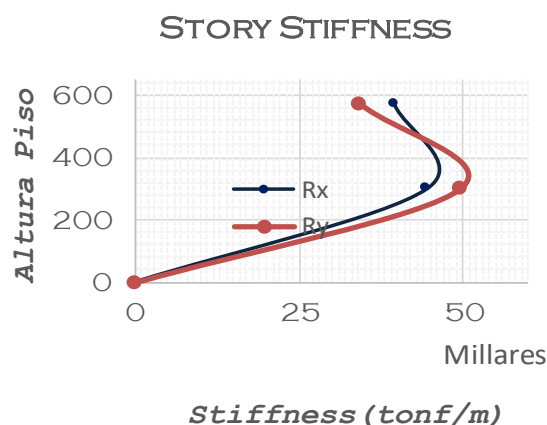


Figura 66. Rigidez. Fuente: Imagen propia, 2019

3.6.6 Control de distorsiones de entrepiso eje "X".

Tabla 48. Historia Max / Avg Desplazamientos

TABLE: Story Max/Avg Displacements									
Story	Combo	Altura	Δ Max.	Δ Relativo	Deriva	Deriva	Deriva	Deriva	
		cm	cm	cm	Elástica	Inelástica		Límite	
TECHO2	SX+e	570	0.13500	0.05410	0.000200	0.000451	0.45 ‰	2 ‰	Ok
TECHO1	SX+e	300	0.08090	0.08090	0.000270	0.000607	0.61 ‰	2 ‰	Ok
BASE	SX+e	0	0.0000	0	0	0		2 ‰	

Fuente: Elaboración propia, 2019.

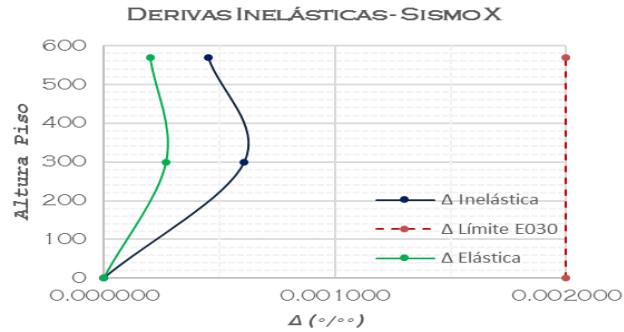


Figura 67. Derivas inelásticas. Fuente: Imagen propia, 2019

3.6.7 Control de distorsiones de entrepiso eje “Y”.

Tabla 49. Historia Max / Avg Desplazamientos.

Story	Combo	Altura	Δ Max.	Δ Relativo	Deriva	Deriva	Deriva	Deriva	
		cm	cm	cm	Elástica	Inelástica		Límite	
TECHO2	SY+e	570	0.12370	0.05100	0.0002	0.000425	0.43 ‰	2 ‰	Ok
TECHO1	SY+e	300	0.07270	0.07270	0.0002	0.000545	0.55 ‰	2 ‰	Ok
BASE	SY+e	0	0.0000	0	0	0		2 ‰	

Fuente: Elaboración propia, 2019.

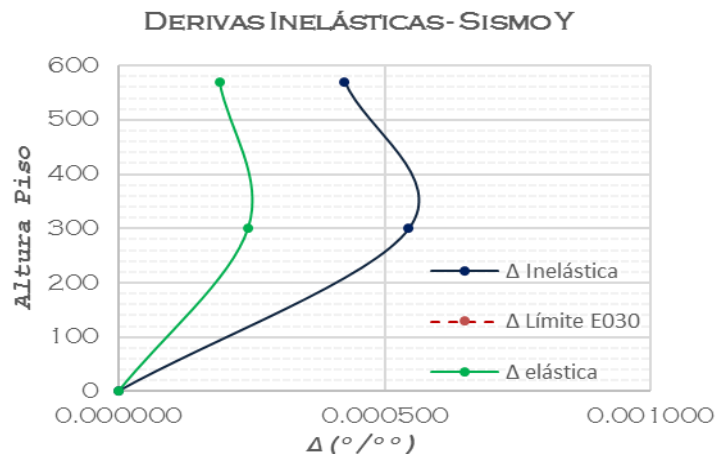


Figura 68. Derivas inelásticas. Fuente: Imagen propia, 2019

3.6.8 Cálculo del periodo fundamental del edificio usando el método de Rayleigh.

Tabla 50. Periodo fundamental

Método de Rayleigh

$V_y = 36.002$

Tabla 01. Cálculo Manual del Periodo Fundamental del Edificio, según Artículo 4.5.4 de la NTE E.030-2016

Piso	Altura h_i (m)	Peso P_i (Tn)	$P_i h_i$ (Tn.m)	α_i	f_i (Tn)	d_i (mm)	$\frac{P_i \cdot d_i^2}{2}$ (Tn.mm ²)	$f_i \cdot d_i$ (Tn.mm)
Piso 2	5.7	20.782	118.456	0.569	20.487923	1.237	31.8	25.3436
Piso 1	3	29.900	89.699	0.431	15.514277	0.727	15.803	11.2789
Base	-	50.682	208.155	1.000	36.0022	-	47.602	36.6224

$$T = 0.85 \left(2\pi \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n P_i \cdot d_i^2}{g \sum_{i=1}^n f_i \cdot d_i}} \right)$$

$T = 0.061 \text{ s}$
 $\omega = 102 \text{ rad/s}$
 $f = 16.3 \text{ cyc/s}$
 $PPMM = 0.7413$
 $KL = 40005.87875 \text{ Tn/m}$

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 51. Periodos modales y frecuencias.

Case	Mode	Period sec	Frequency cyc/sec	ω rad/sec	Eigenvalue rad ² /sec ²
Modal	1	0.134	7.437	46.7275	2183.46
Modal	2	0.124	8.084	50.7951	2580.147
Modal	3	0.089	11.178	70.2335	4932.746
Modal	4	0.05	19.889	124.9686	15617.14
Modal	5	0.044	22.566	141.7885	20103.97
Modal	6	0.041	24.384	153.2091	23473.04

Fuente: Elaboración propia, 2019.

3.6.9 Método Computacional, metodología de Elementos Finitos.

Periodo Fundamental 0.134 segundo con el Método Computacional, metodología de Elementos Finitos, en la barra inferior se muestra los valores de desplazamiento (Δ^{-3}) cm

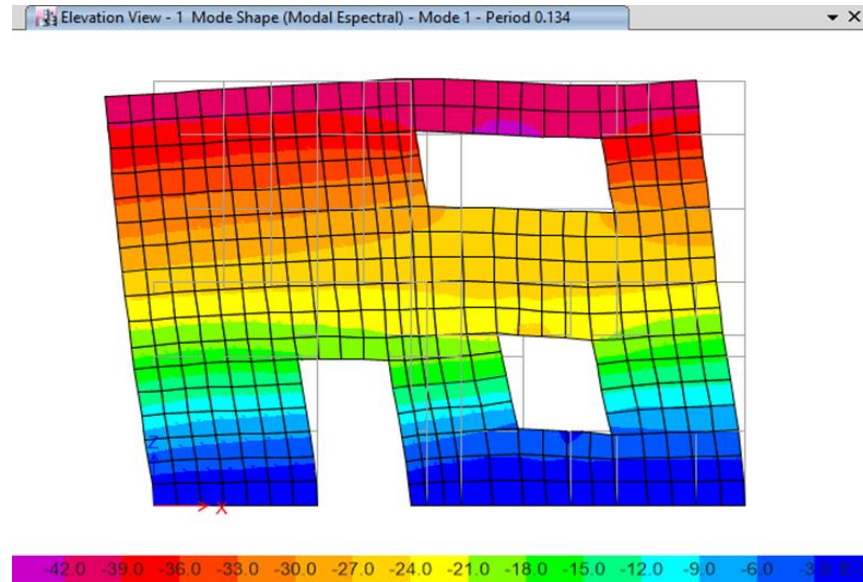


Figura 69. Periodo Fundamental 0.134 segundo. Fuente: Imagen propia,2019

La barra inferior se muestra los valores de desplazamiento, variando de 35 - 490(Δ^{-3}) cm

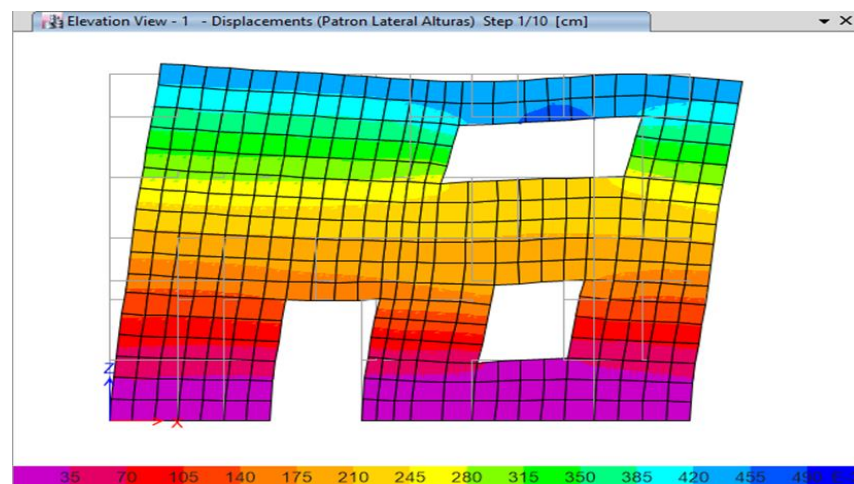


Figura 70. Desplazamiento (patrón lateral alturas. Fuente: Imagen propia,2019

3.6.10 Curva de capacidad.

Punto del Curva de Capacidad 0.9155cm , 15.259Tonf

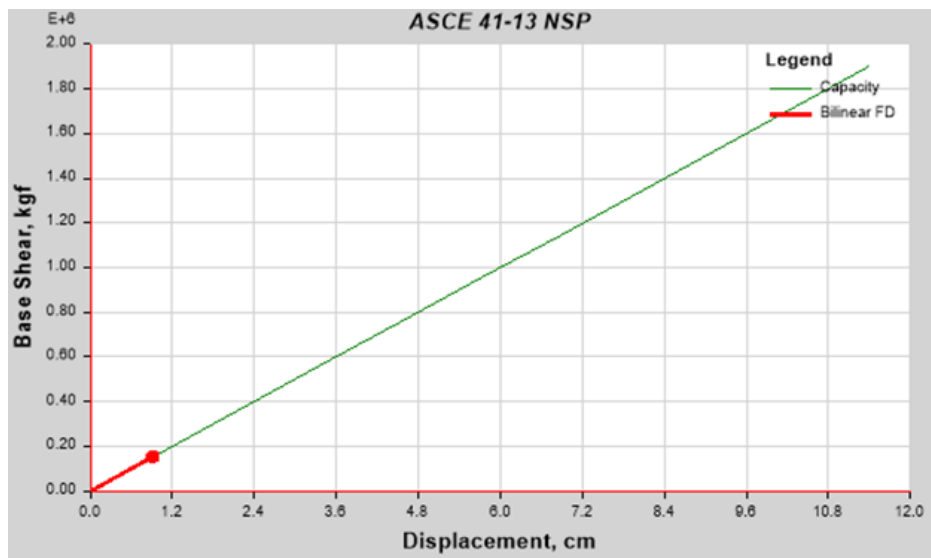


Figura 71. Curva de capacidad. Fuente: Imagen propia, 2019

3.6.11 Espectro de Capacidad - Espectro Demanda.

Punto de desempeño 0.5117cm , 8.530Tonf

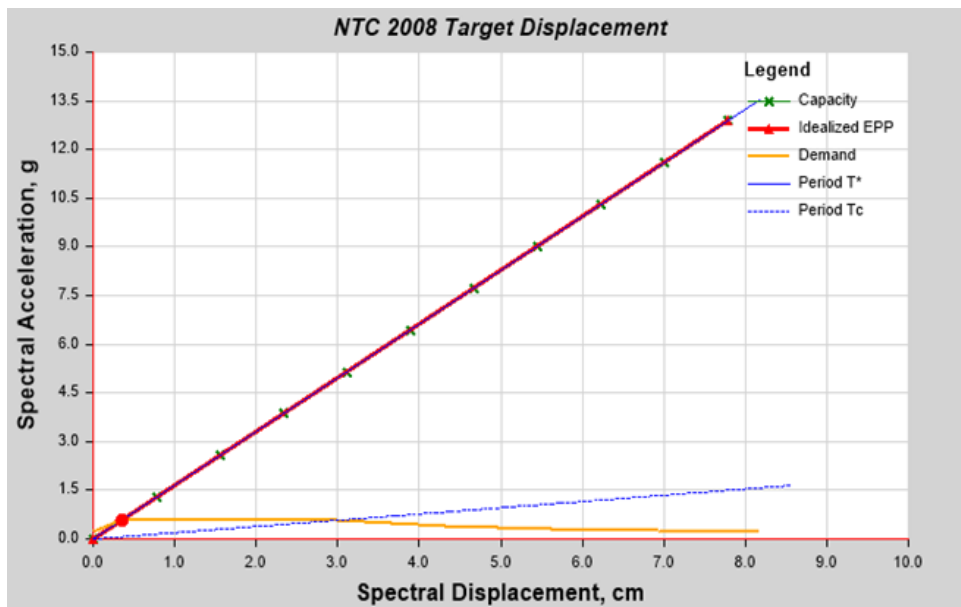


Figura 72. Intersección de Espectro de Capacidad - Espectro de Demanda. Fuente: Imagen propia, 2019

3.6.12 Seudo aceleraciones, seudo desplazamiento y periodos.

Tabla 52. Periodos modales y frecuencias

Sd cm	Sa g	Period sec
0	0	0
0.7788	1.288275	0.156
1.5576	2.576613	0.156
2.3364	3.864969	0.156
3.1152	5.153359	0.156
3.894	6.441783	0.156
4.6728	7.730244	0.156
5.4516	9.018742	0.156
6.2304	10.307279	0.156
7.0092	11.595856	0.156
7.788	12.884474	0.156

Fuente: Elaboración propia, 2019.

3.6.13 Espectro de Capacidad.

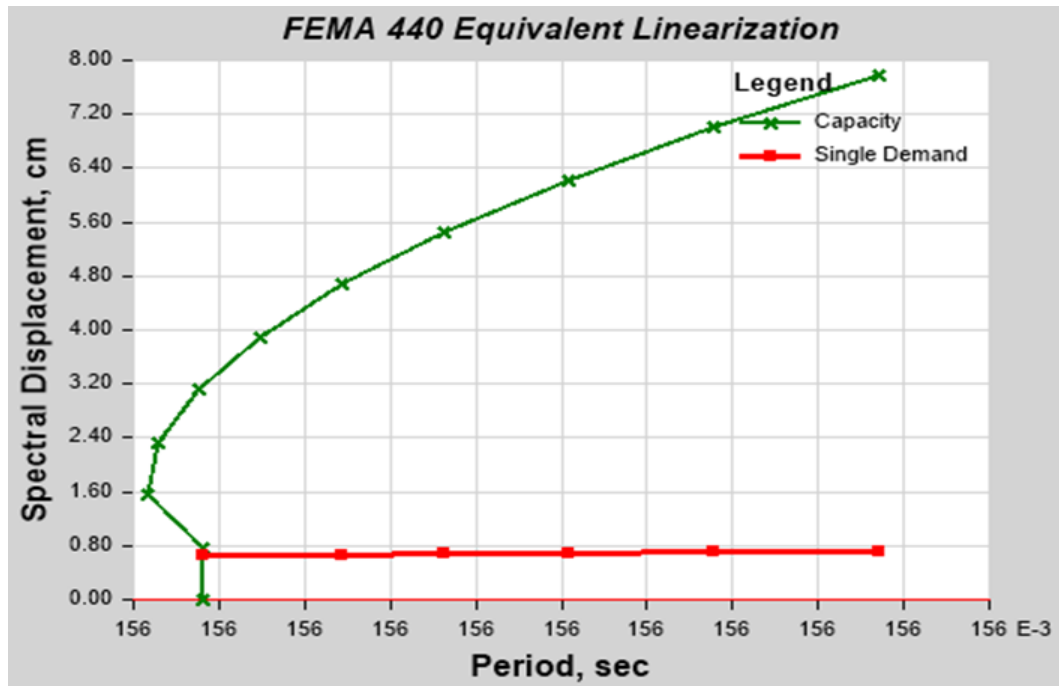


Figura 73. Intersección de Espectro de Capacidad - Espectro de Demanda. Fuente: Imagen propia, 2019

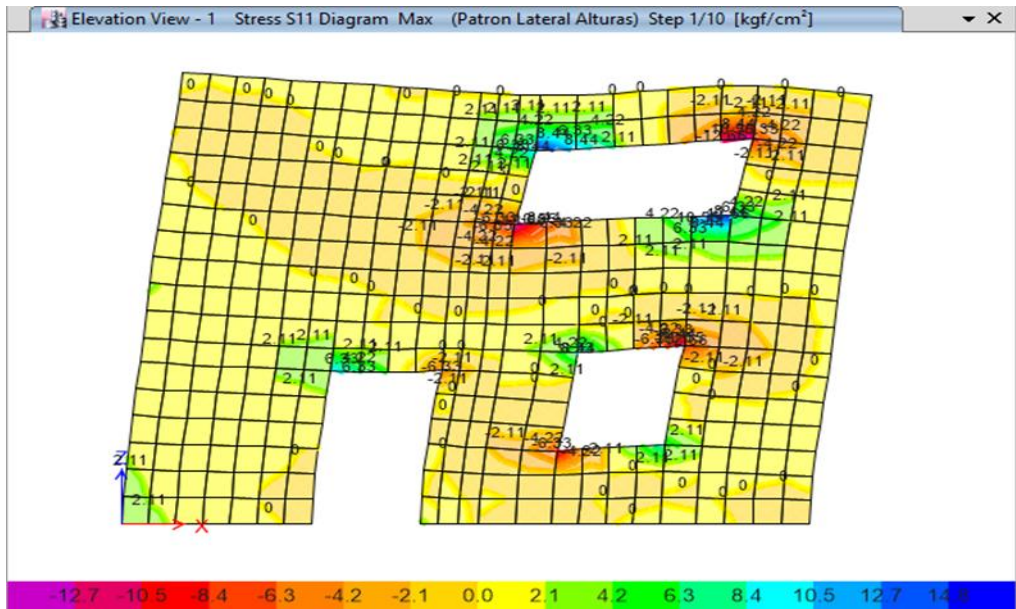


Figura 74. Puntos críticos de la estructura. Fuente: Imagen propia, 2019

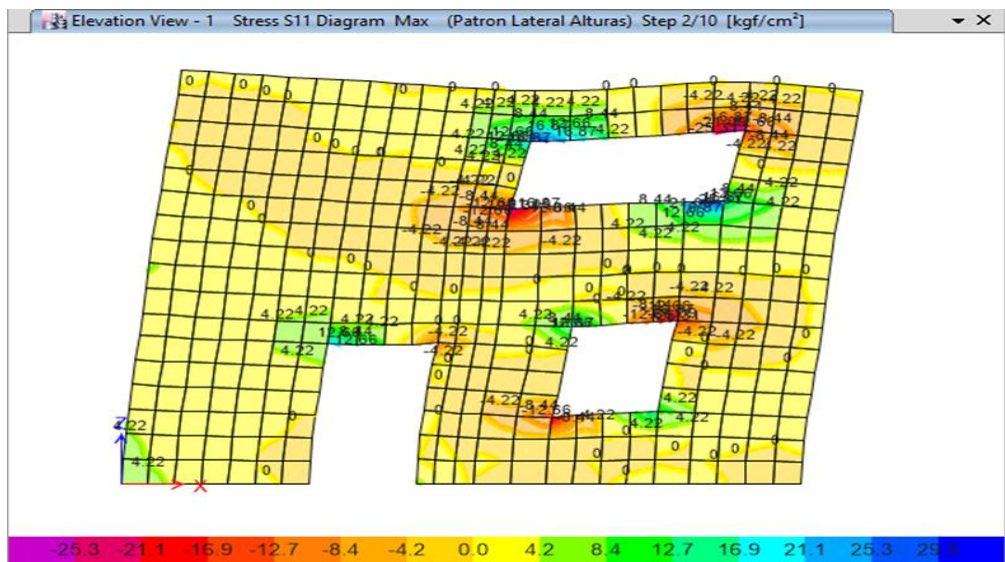


Figura 75. Puntos críticos de la estructura. Fuente: Imagen propia, 2019

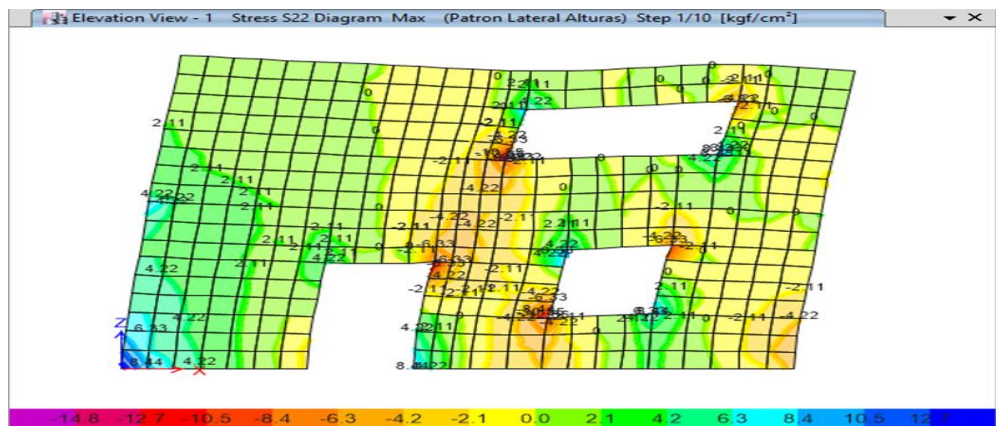


Figura 76. Puntos críticos de la estructura. Fuente: Imagen propia, 2019

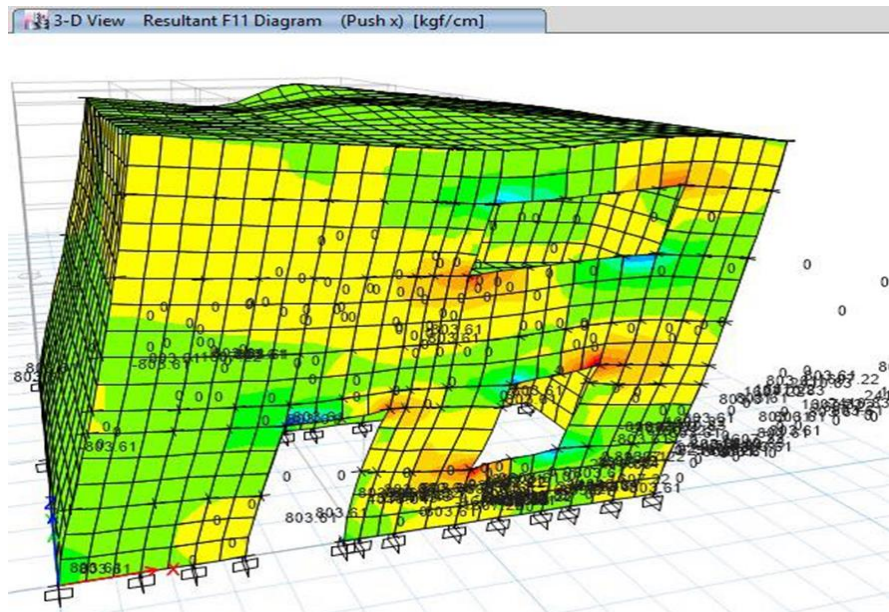


Figura 77. Daños en los vanos. Fuente: Imagen propia, 2019

3.7 Simulación sísmica de las estructuras sin refuerzo en la mesa vibradora (CISMID).

Para realizar la simulación sísmica de los especímenes de adobe con y sin refuerzo se hizo uso de la mesa vibradora del CISMID, esta tiene las medidas de 1.00m x 1.20m, tiene la capacidad de poder soportar hasta 500kg y reproduce movimientos sobre su base llamado tablero. Para que la mesa reciba las señales pende de un generador de vibración este es controlado mediante una consola ubicada al costado de la mesa. Cabe recalcar que aquellos límites de desplazamiento es 80mmp-p, límite de aceleración es 60cm y límite de aceleración es 5G.

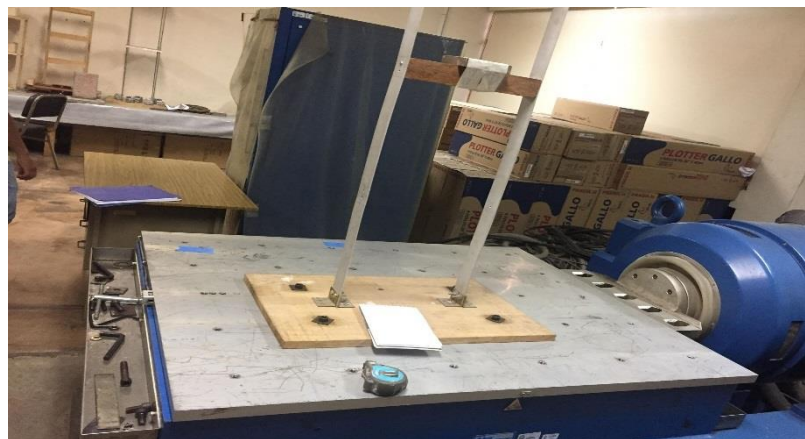


Figura 78. Mesa vibradora. Fuente: Imagen propia, 2019

3.7.1 Colocación del espécimen sin reforzamiento sobre la mesa vibradora.

Se colocó el espécimen de adobe sin refuerzo sobre la mesa vibradora, se prosiguió ajustarla con los respectivos pernos para que pueda quedar sujeta a la mesa. Luego se colocó los acelerómetros, -láseres (mide los desplazamientos del espécimen) y los sensores (aceleraciones en el techo del segundo piso del espécimen).



Figura 79. Especimen sin reforzamiento. Fuente: Imagen propia, 2019

3.7.2 Colocación del láser sobre el espécimen sin reforzamiento.

El laser que proviene de un controlador Se utiliza para poder registrar los desplazamiento en la mesa vibradora y en el espécimen de adobe, un laser apunta a la base y el otro apunta en la parte superior de la estructura como se puede apreciar en la siguiente imagen.

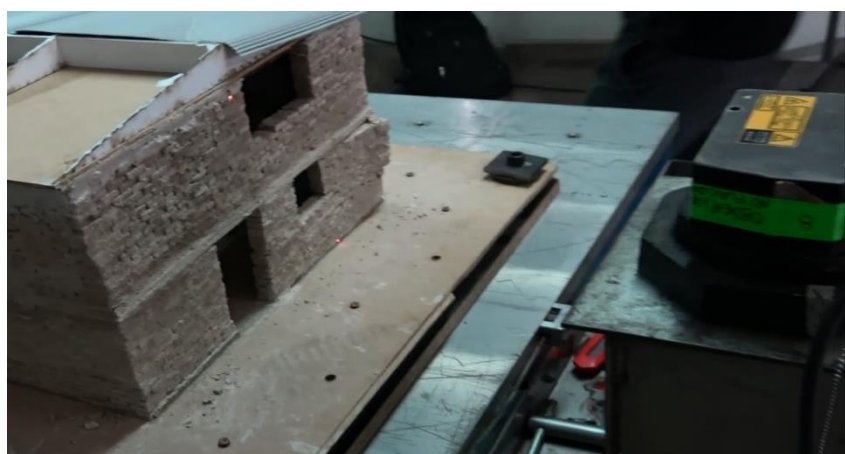


Figura 80. Conexión del láser al espécimen. Fuente: Imagen propia, 2019

3.7.3 Colocación de los sensores sobre el espécimen y sobre la mesa vibradora.

El acelerómetro es un dispositivo que cumple el trabajo de medir la vibración o la aceleración del movimiento de una estructura. Los acelerómetros ya vienen calibrados desde la fábrica

con una constante y un rango de salida, los acelerómetros trabajan mediante unos sensores que son colocados sobre la mesa vibradora y sobre la estructura como se puede observar en la siguiente imagen.

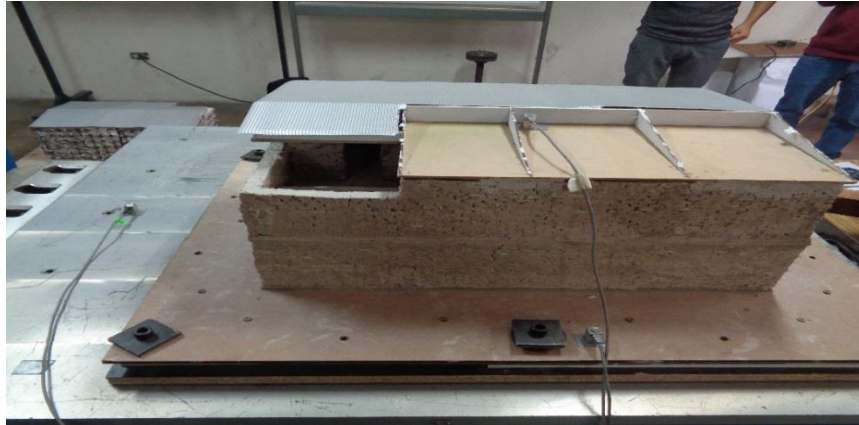


Figura 81. Conexión de los sensores sobre la mesa y sobre el espécimen. Fuente: Imagen propia, 2019

3.7.4 Simulación de vivienda de adobe de dos pisos sin reforzamiento, ensayo de vibración libre.

Se realizó un ensayo de vibración libre al espécimen de adobe de dos pisos induciéndole una serie de impulsos iniciales en su dirección longitudinal. El registro de aceleraciones, desplazamientos tomados del techo del segundo piso, así como sus respectivos espectros de Fourier se muestran en la Figura 79 y Figura 80. Del análisis de los datos anteriores se obtiene que el periodo de vibración fundamental en la dirección longitudinal es de 0.017s, resultado que se obtiene tanto con los registros de aceleraciones como con los de desplazamientos.



Figura 82. Impulso sobre el Especimen. Fuente: Imagen propia, 2019

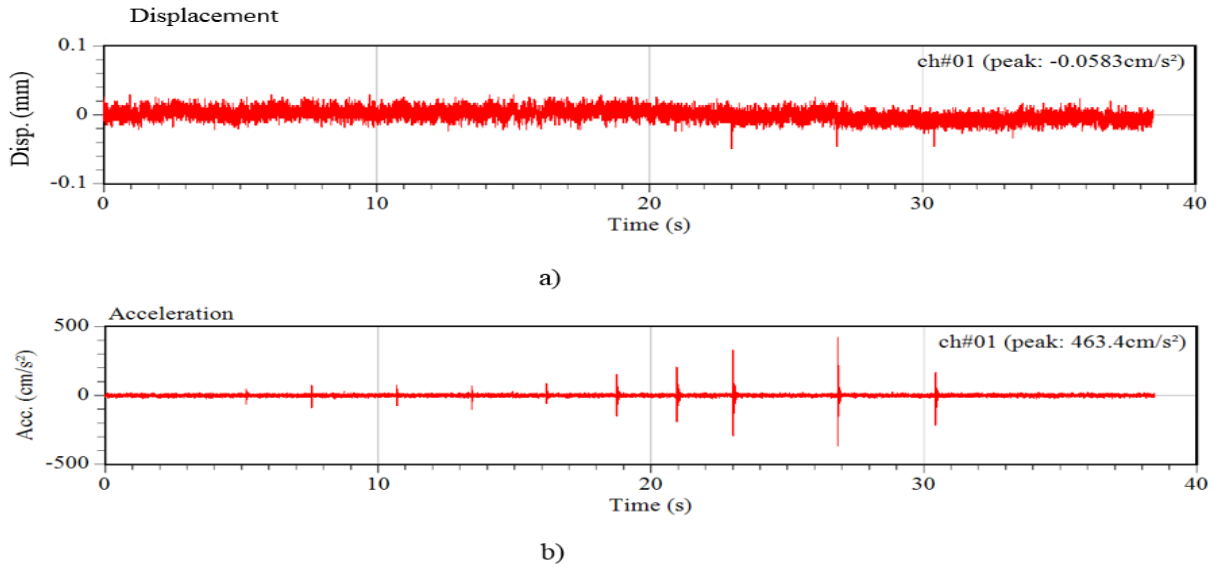


Figura 83. Registro de a) desplazamientos y b) aceleraciones en el techo del segundo piso del espécimen de adobe. Fuente: Imagen propia, 2019

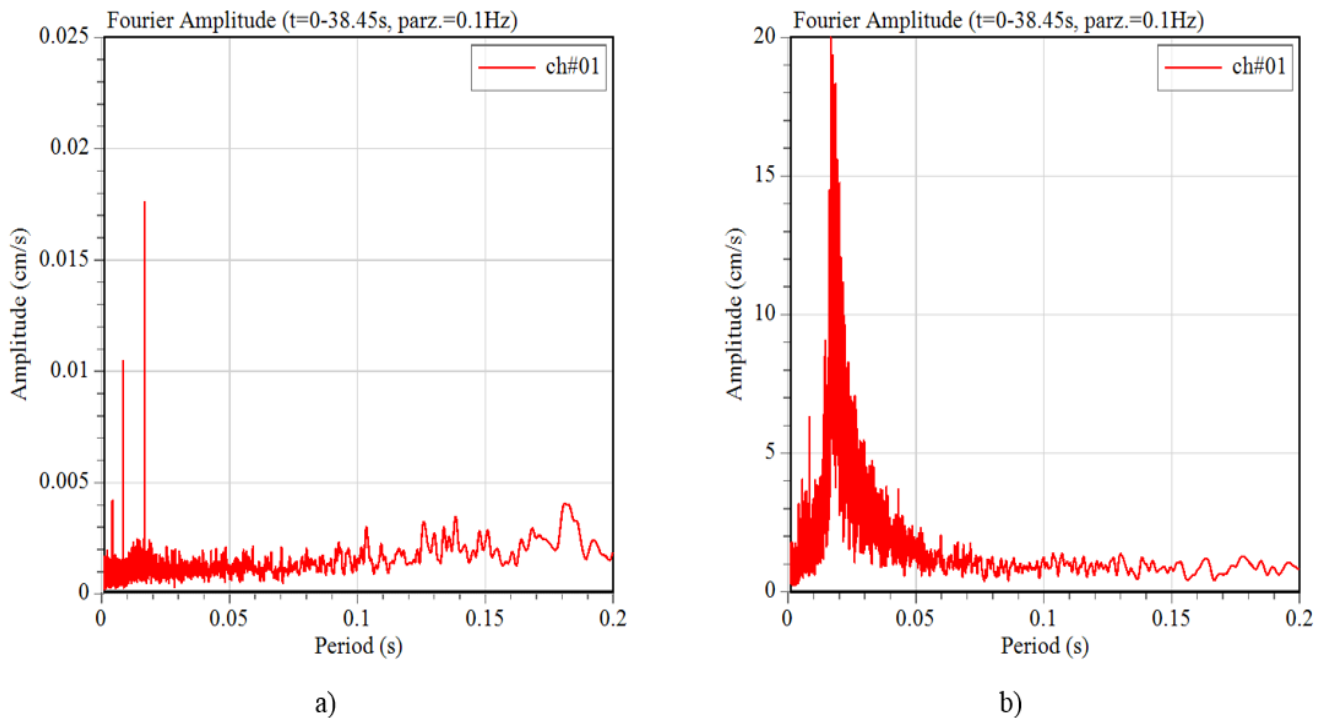


Figura 84. Espectro de Fourier de a) desplazamientos y b) aceleraciones en el techo del segundo piso del espécimen de adobe. Fuente: Imagen propia, 2019

3.7.5 Patrón de ensayos con sus respectivos PGA y máximas aceleraciones del techo.

Se realizó un ensayo dinámico aplicando el sismo de Pisco de 2007 con un escalamiento del tiempo de 1/20 al espécimen de adobe de dos pisos en su dirección longitudinal. Los registros

aplicados son amplificados de acuerdo a las aceleraciones máximas (PGA) mostradas en la Tabla 1, obteniendo como respuesta las máximas aceleraciones en el techo mostradas en la misma tabla. El registro de aceleraciones, desplazamientos tomados del techo del segundo piso, así como sus respectivos espectros de Fourier se muestran en la Figura 83 a Figura 84.

Tabla 53. Patrón de ensayos con sus respectivos PGA y máximas aceleraciones del techo.

Test N°	PGA (cm/s ²)	Máx Acc. (cm/s ²)
1	321	483
2	504	771
3	637	1111
4	1154	1687
5	1614	2745
6	2422	3041

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Primera prueba: El máximo desplazamiento relativo alcanzado fue de 0.83mm, mientras que la máxima aceleración en el techo fue de 483 cm/s² para un PGA de 321 cm/s².

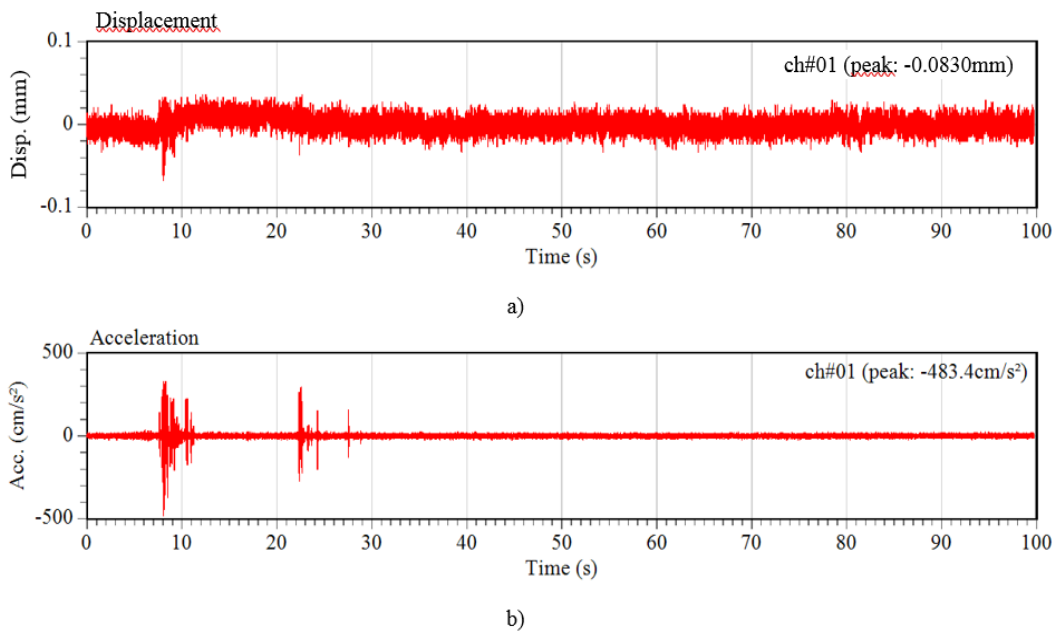


Figura 85. Registro de a) desplazamientos y b) aceleraciones en el techo del segundo piso del espécimen de adobe. Fuente: Imagen propia, 2019

Segunda Prueba: El máximo desplazamiento relativo alcanzado fue de 0.20mm, mientras que la máxima aceleración en el techo fue de 771 cm/s² para un PGA de 504 cm/s².

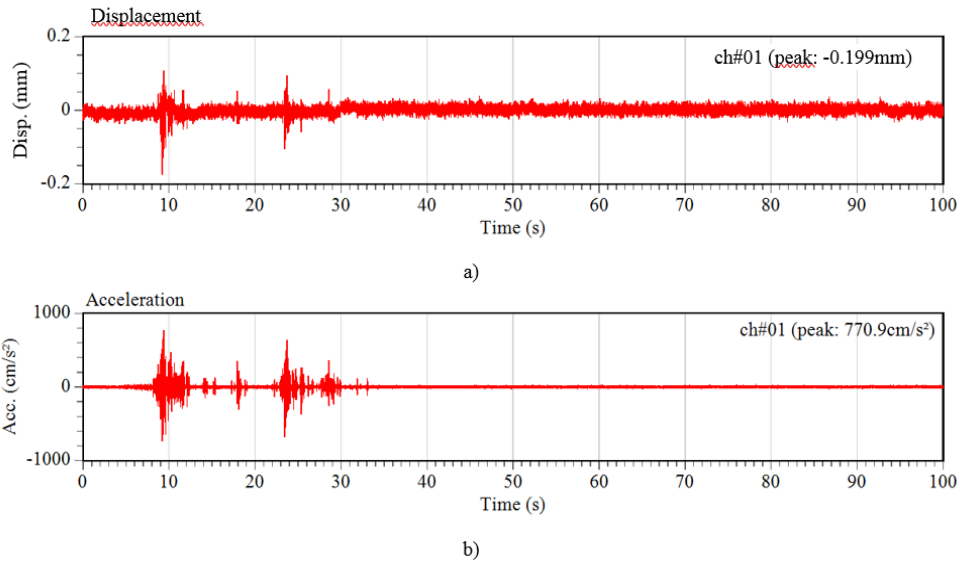


Figura 86. Registro de a) desplazamientos y b) aceleraciones en el techo del segundo piso del espécimen de adobe. Fuente: Imagen propia, 2019

Tercera prueba: El máximo desplazamiento relativo alcanzado fue de 0.31mm, mientras que la máxima aceleración en el techo fue de 1111 cm/s² para un PGA de 637 cm/s².

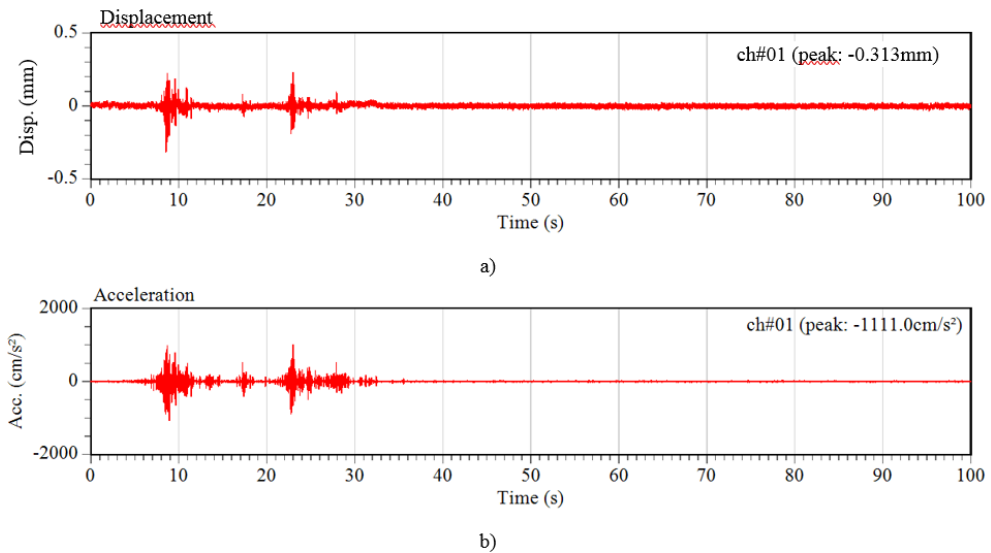
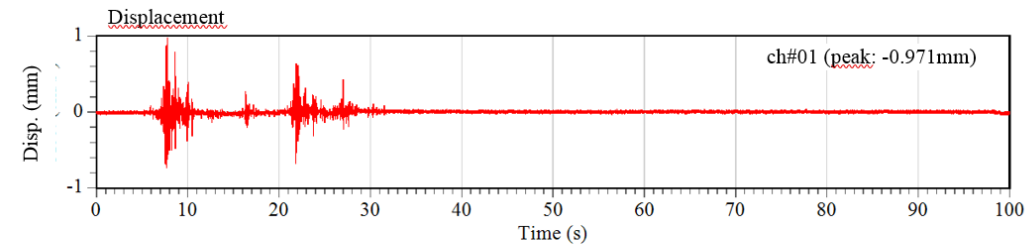
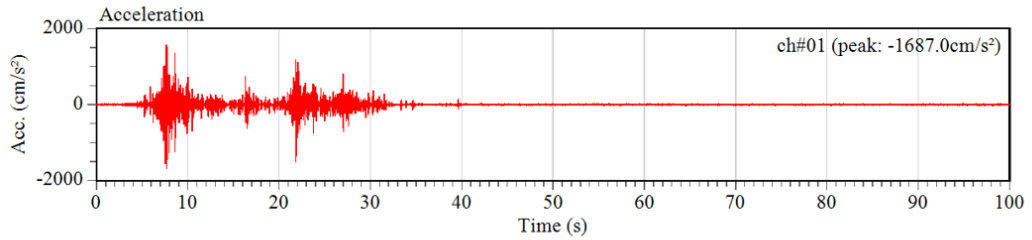


Figura 87. Registro de a) desplazamientos y b) aceleraciones en el techo del segundo piso del espécimen de adobe. Fuente: Imagen propia, 2019

Cuarta prueba: El máximo desplazamiento relativo alcanzado fue de 0.97mm, mientras que la máxima aceleración en el techo fue de 1687 cm/s² para un PGA de 1154 cm/s².



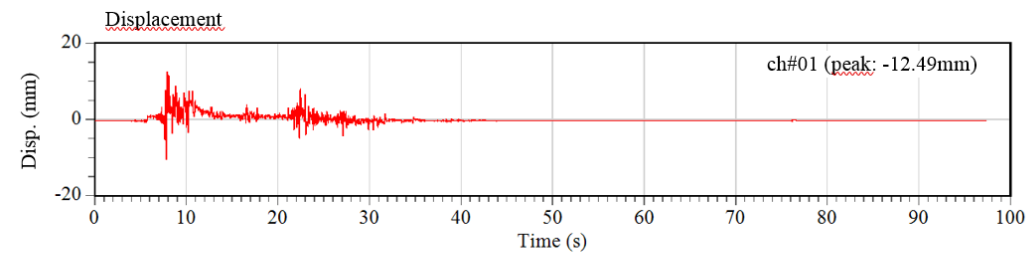
a)



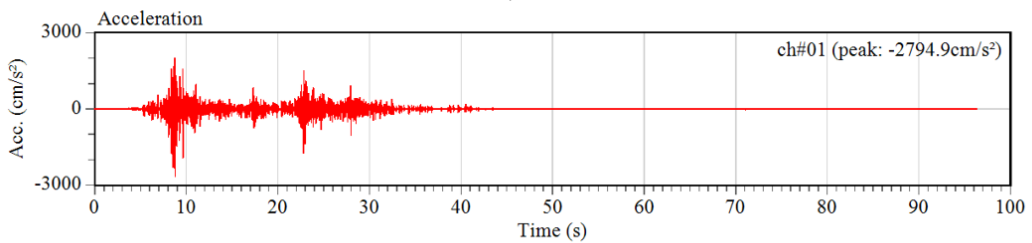
b)

Figura 88. Registro de a) desplazamientos y b) aceleraciones en el techo del segundo piso del espécimen de adobe. Fuente: Imagen propia, 2019

Quinta prueba: El máximo desplazamiento relativo alcanzado fue de 2.75mm, mientras que la máxima aceleración en el techo fue de 2745 cm/s² para un PGA de 1614 cm/s².



a)



b)

Figura 89. Registro de a) desplazamientos y b) aceleraciones en el techo del segundo piso del espécimen de adobe. Fuente: Imagen propia, 2019

Sexta prueba: El máximo desplazamiento relativo alcanzado fue de 2.75mm, mientras que la máxima aceleración en el techo fue de 3041 cm/s² para un PGA de 2422 cm/s².

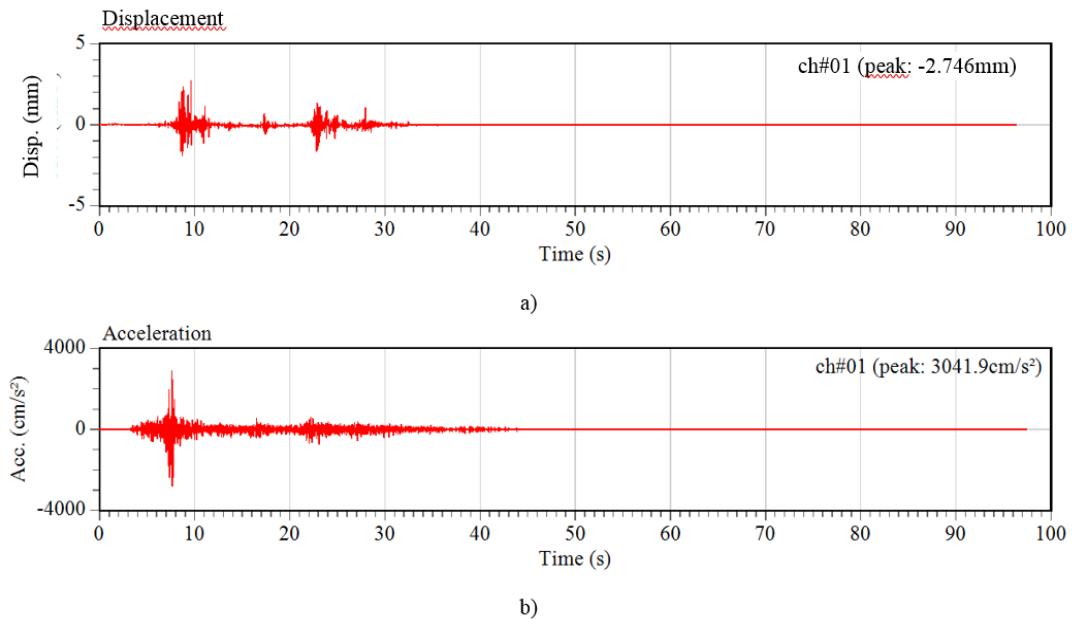


Figura 90. Registro de a) desplazamientos y b) aceleraciones en el techo del segundo piso del espécimen de adobe. Fuente: Imagen propia, 2019

3.7.6 Resultados del ensayo.

Recolección de los ensayos realizados secuencialmente realizados al espécimen de adobe sin refuerzo, datos adquiridos como aceleración máxima en el techo del espécimen y su desplazamiento.

Tabla 54. datos del espécimen sin refuerzo

ESTRUCTURA SIN REFUERZO			
Test N°	PGA (cm/s ²)	Máx Acc. (cm/s ²)	desp.(mm)
1	321	483	0.083
2	504	771	0.199
3	637	1111	0.313
4	1154	1687	0.971
5	1614	2745	12.49
6	2422	3041	2.746

Fuente: Elaboración propia, 2019.

3.7.7 Curva de capacidad.

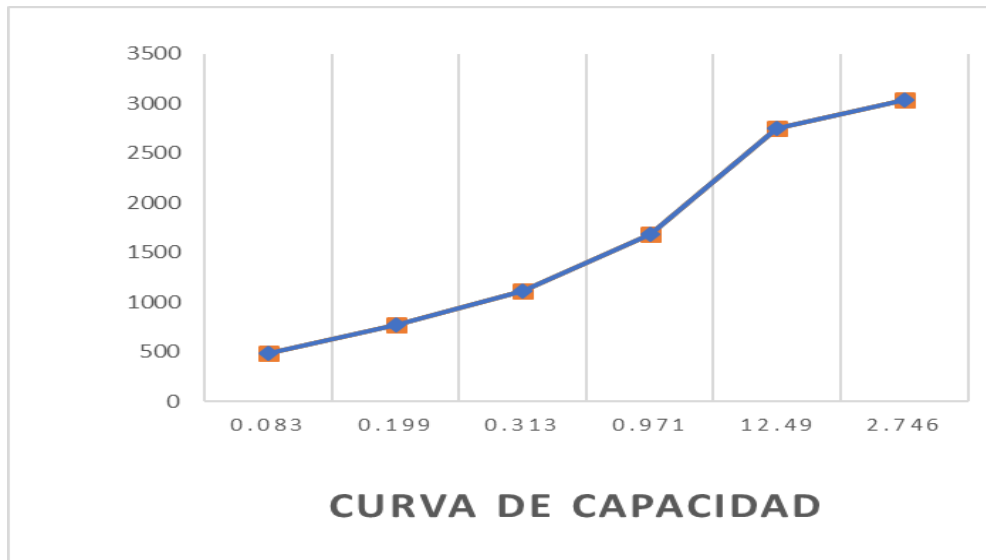


Figura 91. Curva de capacidad. Fuente: Imagen propia, 2019

3.7.8 Panel fotográfico.

Mediante el ensayo de la estructura de adobe se pudo apreciar diversas fallas sufridas como grietas de forma diagonal en los muros, desprendimientos de ladrillos de adobe, colapso de muros interiores como exteriores en ambos niveles, falla de torsión en toda la estructura, etc. A continuación, se presentan diversas fotografías exponiendo las fallas.



Figura 92. Rotura y desprendimiento de la esquina inferior trasera del espécimen de adobe sin refuerzo. Fuente: Imagen propia, 2019



Figura 93. Desprendimiento de ladrillos en la esquina inferior trasera del espécimen de adobe sin refuerzo. Fuente: Imagen propia, 2019



Figura 94. Rotura de la esquina derecha de la fachada del modelo, desprendimiento de ladrillos del espécimen de adobe sin refuerzo. Fuente: Imagen propia, 2019



Figura 95. Rotura y colapso de los muros interiores del primer nivel del espécimen de adobe sin refuerzo. Fuente: Imagen propia, 2019



Figura 96. Rotura en diagonal del muro trasero del nivel 2 y colapso de los muros exteriores traseros del primer nivel del espécimen de adobe sin refuerzo. Fuente: Imagen propia, 2019



Figura 97. Rotura en diagonal del muro del nivel 2, colapso y destrucción de muros laterales en el primer piso. El modelo se inclina hacia un lado por falta de apoyos. Fuente: Imagen propia, 2019



Figura 98. Colapso y destrucción de muros interiores y de la fachada en el primer piso. Fuente: Imagen propia, 2019



Figura 99. Efecto de torsión, la estructura se desprende de su plano. Fuente: Imagen propia, 2019

3.8 Simulación sísmica de las estructuras con reforzamiento de geomalla biaxial.

3.8.1 Colocación del espécimen con reforzamiento sobre la mesa vibradora.

Se colocó el espécimen de adobe con refuerzo de geomalla biaxial sobre la mesa vibradora, se prosiguió ajustarla con los respectivos pernos para que pueda quedar sujeta a la mesa. Luego se colocó los acelerómetros, láseres (mide los desplazamientos del espécimen) y los sensores (aceleraciones en el techo del segundo piso del espécimen).



Figura 100. Estructura reforzada con geomalla. Fuente: Imagen propia, 2019

3.8.2 Colocación del láser sobre el espécimen con reforzamiento.

Se colocó el láser que proviene de un controlador, se utiliza para poder registrar los desplazamientos en la mesa vibradora y en el espécimen de adobe, un láser apunta a la base y el otro apunta en la parte superior de la estructura como se puede apreciar en la siguiente imagen.

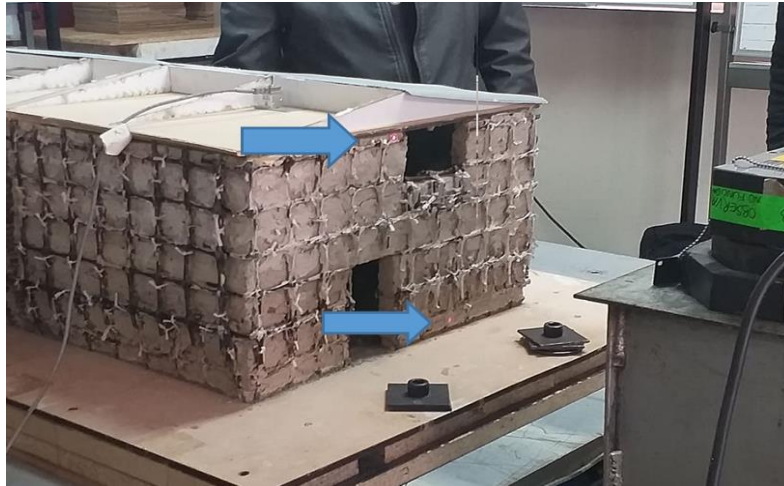


Figura 101. Laser en la estructura para medir el desplazamiento. Fuente: Imagen propia, 2019

3.8.3 Colocación de los sensores sobre el espécimen y sobre la mesa vibradora.

El acelerómetro es un dispositivo que cumple el trabajo de medir la vibración o la aceleración del movimiento de una estructura. Los acelerómetros ya vienen calibrados desde la fábrica con una constante y un rango de salida, los acelerómetros trabajan mediante unos sensores que son colocados sobre la mesa vibradora y sobre la estructura como se puede observar en la siguiente imagen.

Se colocó los acelerómetros en el techo, uno en cada techo ya que la estructura tiene junta sísmica y uno en la base del espécimen de adobe.



Figura 102. Conexión de los sensores sobre la base del espécimen y el techo. Fuente: Imagen propia, 2019

3.8.4 Simulación de vivienda de adobe de dos pisos con reforzamiento, ensayo de vibración libre.

Se realizó un ensayo de vibración libre al espécimen de adobe de dos pisos induciéndole una serie de impulsos iniciales en su dirección longitudinal. El registro de aceleraciones, desplazamientos tomados del techo del segundo piso, así como sus respectivos espectros de Fourier se muestran en la Figura 102 y Figura 103. Del análisis de los datos anteriores se obtiene que el periodo de vibración fundamental en la dirección longitudinal es de 0.017s, resultado que se obtiene tanto con los registros de aceleraciones como con los de desplazamientos.



Figura 103. Impulso inicial sobre el Especimen. Fuente: Imagen propia, 2019

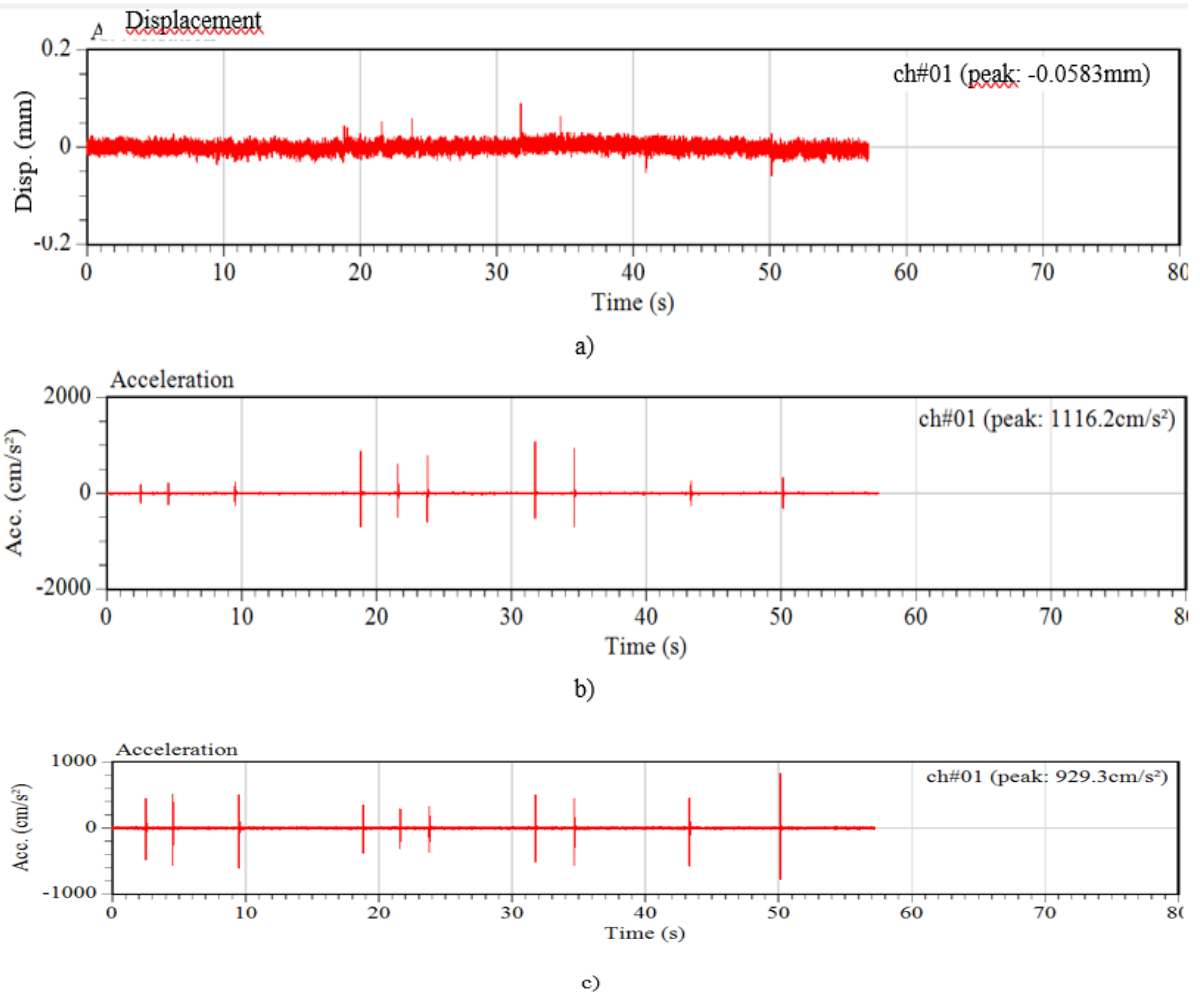


Figura 104. Registro de a) desplazamientos, b) aceleraciones en el techo del segundo piso del espécimen de adobe-Dirección Sur y c) aceleraciones en el techo del segundo piso del espécimen de adobe-Dirección Norte. Fuente: Imagen propia, 2019

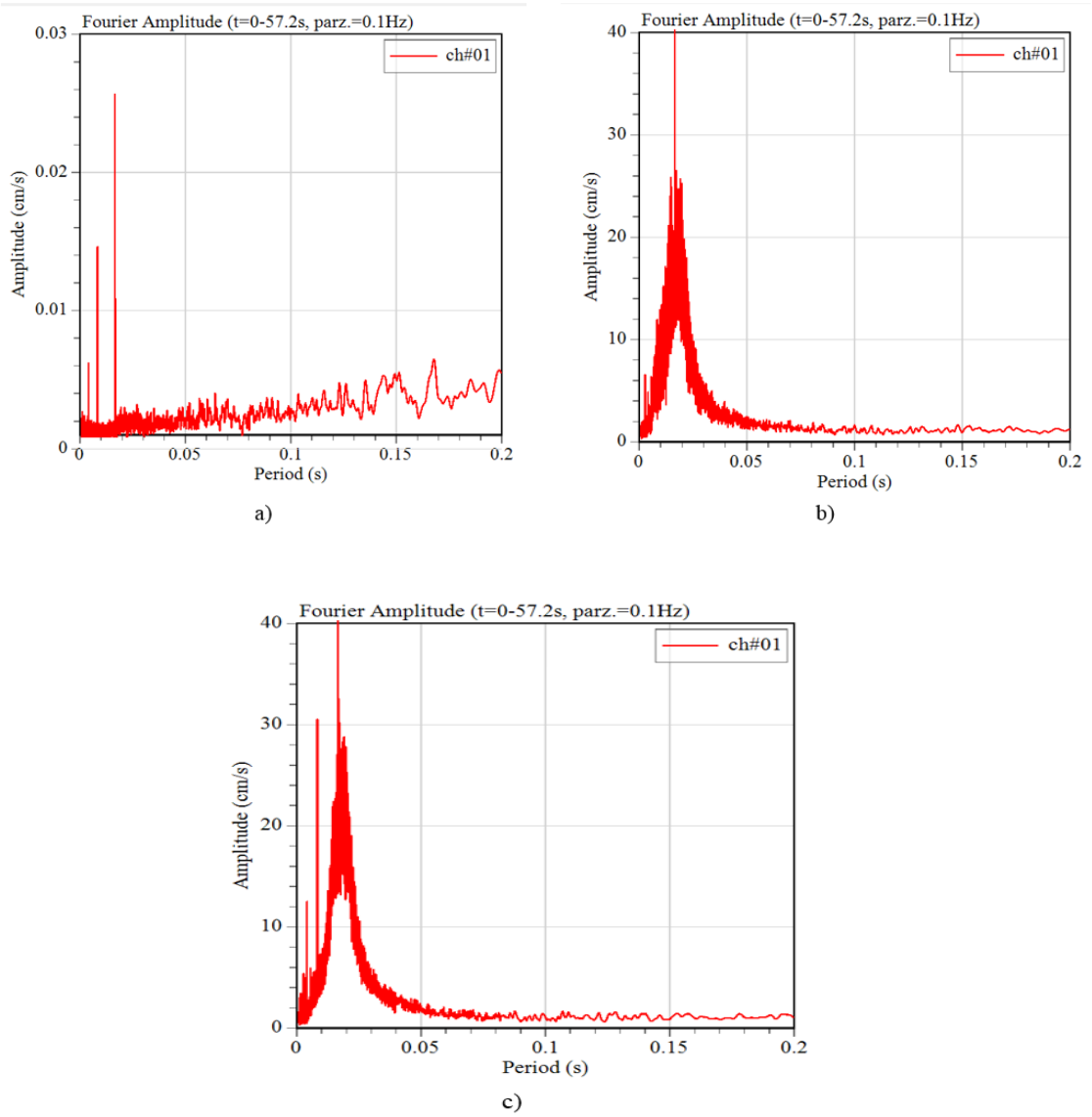


Figura 105. Espectro de Fourier de a) desplazamientos, b) aceleraciones en el techo del segundo piso del espécimen de adobe-Dirección Sur y c) aceleraciones en el techo del segundo piso del espécimen de adobe-Dirección Norte. Fuente: Imagen propia, 2019

3.8.5 Patrón de ensayos con sus respectivos PGA y máximas aceleraciones del techo.

Se realizó un ensayo dinámico aplicando el sismo de Pisco de 2007 con un escalamiento del tiempo de 1/20 al espécimen de adobe de dos pisos en su dirección longitudinal. Los registros aplicados son amplificados de acuerdo a las aceleraciones máximas (PGA) mostradas en la tabla 49 (Dirección Sur) y tabla 50 (Dirección Norte), obteniendo como respuesta las máximas aceleraciones en el techo mostradas en la misma tabla. El registro de aceleraciones y desplazamientos tomados del techo del segundo piso, se muestran en la Figura a.

Tabla 55. Patrón de ensayos con sus respectivos PGAs y máximas aceleraciones en el techo – Dirección Sur

Test N°	PGA (cm/s ²)	Máx Acc. (cm/s ²)
1	559.4	1121.9
2	875.3	2040.9
3	1241.4	3359.9
4	1710.7	4558.5
5	2674.1	7381.8
6	2977.4	11279.3
7	2787.4	5766.1
8	3030.1	6253.5

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Tabla 56. Patrón de ensayos con sus respectivos PGAs y máximas aceleraciones en el techo – Dirección norte.

Test N°	PGA (cm/s ²)	Máx Acc. (cm/s ²)
1	559.4	1341.8
2	875.3	2611.1
3	1241.4	3517.2
4	1710.7	5173.4
5	2674.1	7673.6
6	2977.4	8556.5
7	2787.4	5640.3
8	3030.1	9053.4

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Primera prueba: El máximo desplazamiento relativo alcanzado fue de 0.24mm, mientras que la máxima aceleración en el techo fue de 1121.9 cm/s^2 y 1341.8 cm/s^2 para un PGA de 0.89 cm/s^2 , en dirección Sur y Norte respectivamente.

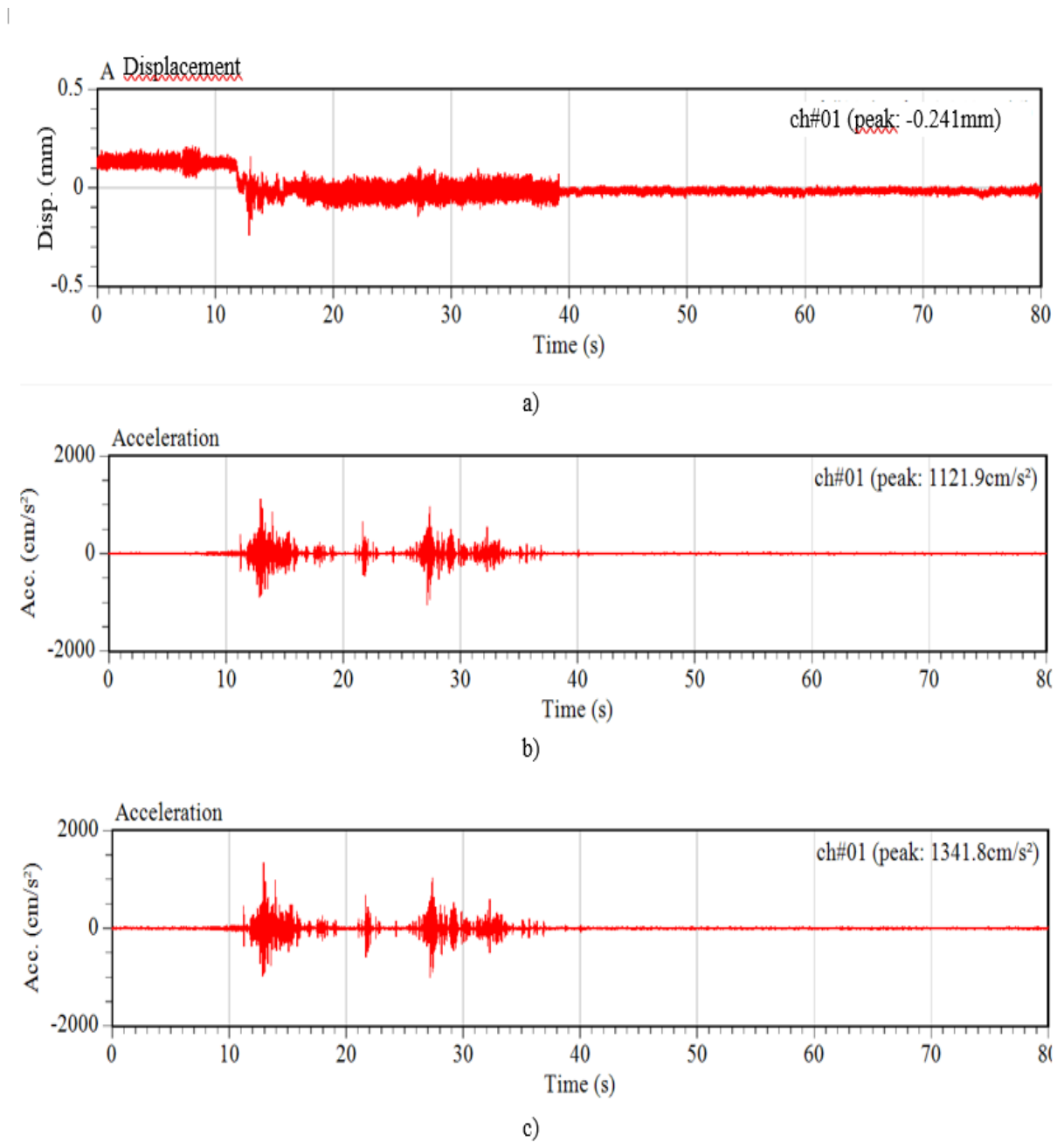


Figura 106. Registro de a) desplazamientos, b) aceleraciones en el techo del segundo piso del espécimen de adobe-Dirección Sur y c) aceleraciones en el techo del segundo piso del espécimen de adobe-Dirección Norte. Fuente: Imagen propia, 2019

Segunda prueba: El máximo desplazamiento relativo alcanzado fue de 0.35mm, mientras que la máxima aceleración en el techo fue de 2040.9 cm/s^2 y 2611.1 cm/s^2 para un PGA de 875.3 cm/s^2 , en dirección Sur y Norte respectivamente.

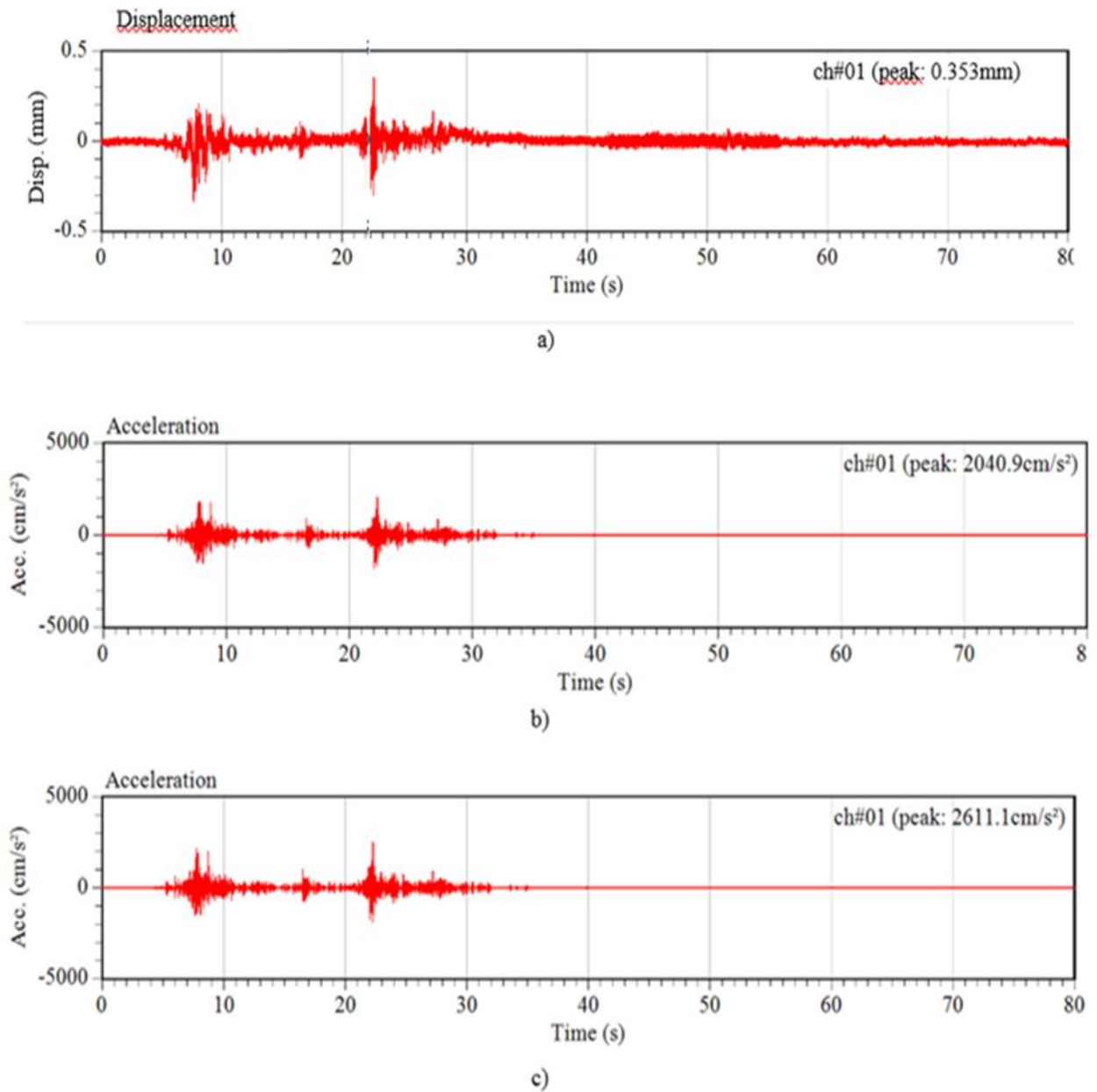


Figura 107. Registro de a) desplazamientos, b) aceleraciones en el techo del segundo piso del espécimen de adobe-Dirección Sur y c) aceleraciones en el techo del segundo piso del espécimen de adobe-Dirección Norte. Fuente: Imagen propia, 2019

Tercera prueba: El máximo desplazamiento relativo alcanzado fue de 0.72mm, mientras que la máxima aceleración en el techo fue de 3359.9 cm/s^2 y 3517.2 cm/s^2 para un PGA de 1241.4 cm/s^2 , en dirección Sur y Norte respectivamente.

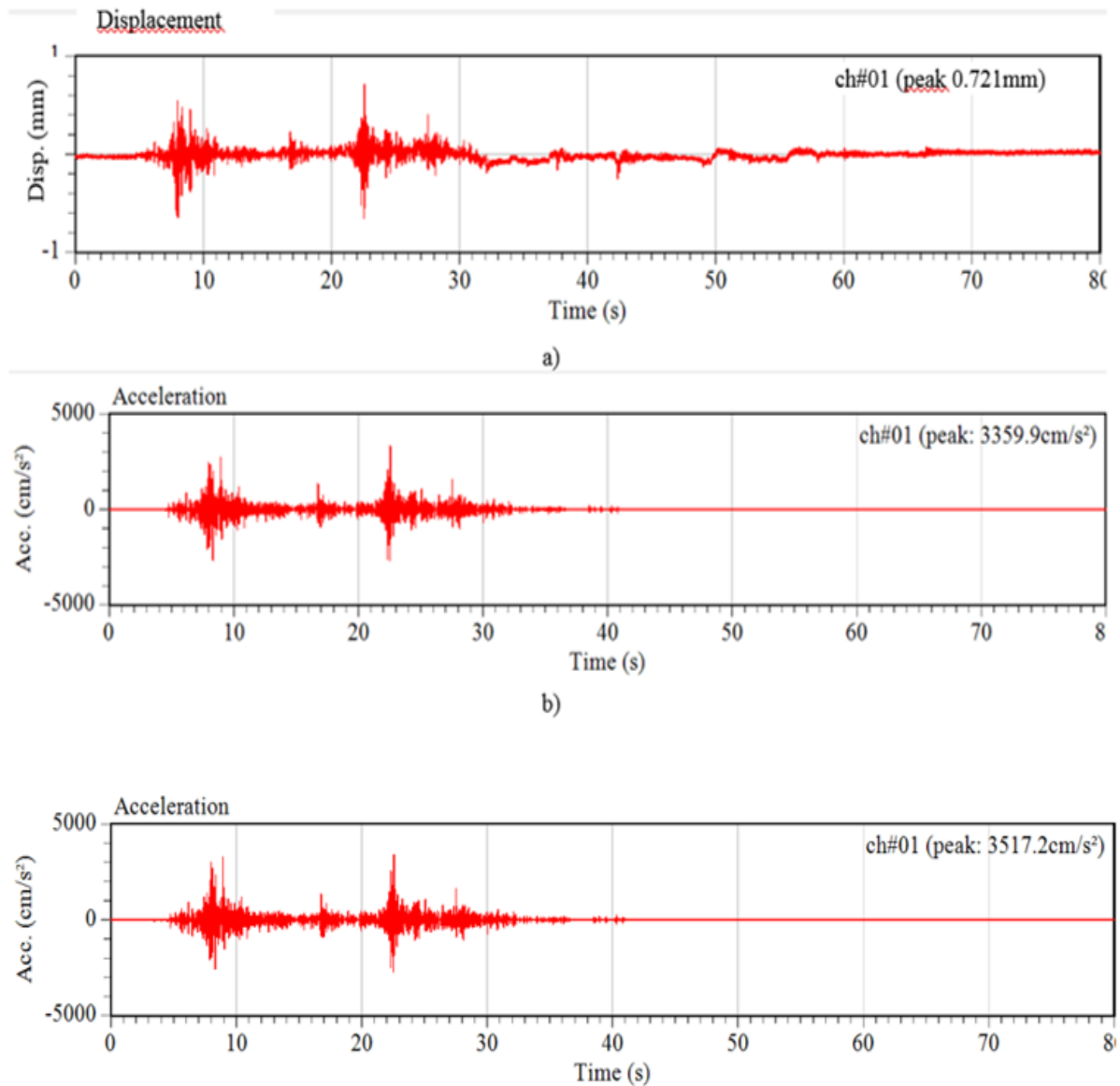


Figura 108. Registro de a) desplazamientos, b) aceleraciones en el techo del segundo piso del espécimen de adobe-Dirección Sur y c) aceleraciones en el techo del segundo piso del espécimen de adobe-Dirección Norte. Fuente: Imagen propia, 2019

Cuarta prueba: El máximo desplazamiento relativo alcanzado fue de 1.48mm, mientras que la máxima aceleración en el techo fue de 4558.5 cm/s^2 y 5173.4 cm/s^2 para un PGA de 1710.7 cm/s^2 , en dirección Sur y Norte respectivamente.

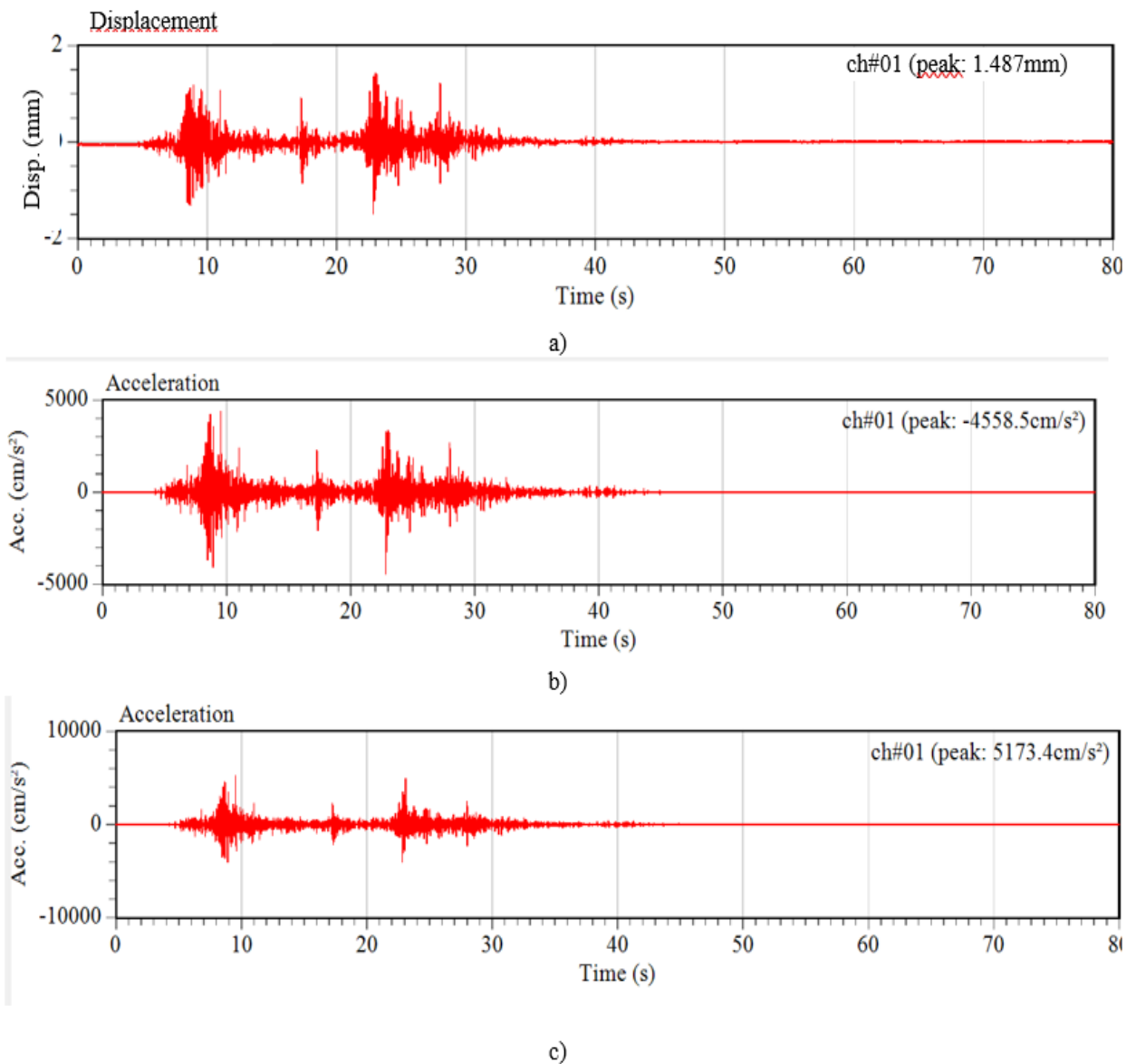


Figura 109. Registro de a) desplazamientos, b) aceleraciones en el techo del segundo piso del espécimen de adobe-Dirección Sur y c) aceleraciones en el techo del segundo piso del espécimen de adobe-Dirección Norte. Fuente: Imagen propia, 2019

Quinta prueba: El máximo desplazamiento alcanzado fue de 5.755mm, mientras que la máxima aceleración en el techo fue de 7381.8 cm/s² y 7673.6 cm/s² para un PGA de 2674.1 cm/s², en dirección Sur y Norte respectivamente.

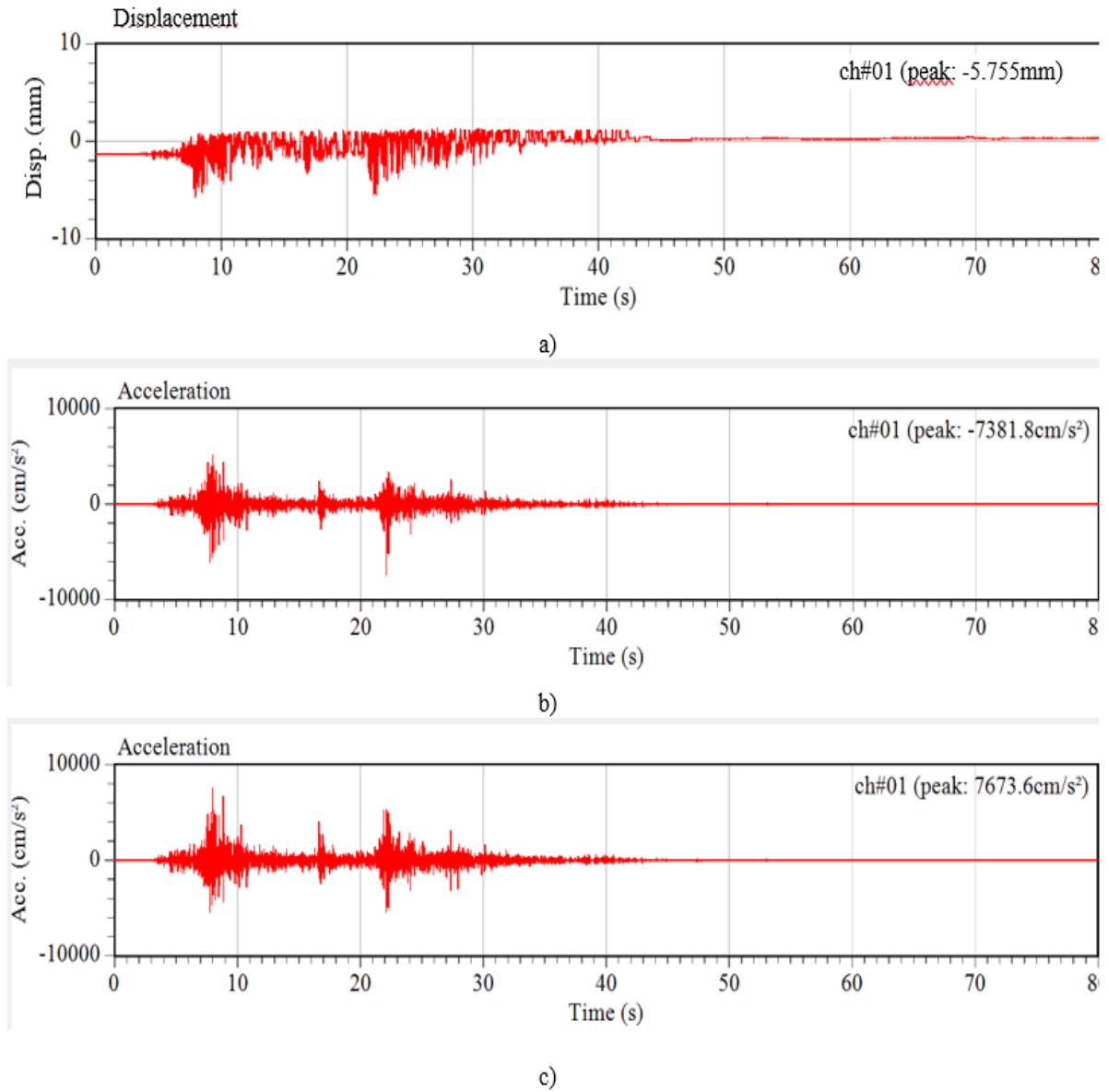


Figura 110. Registro de a) desplazamientos, b) aceleraciones en el techo del segundo piso del espécimen de adobe-Dirección Sur y c) aceleraciones en el techo del segundo piso del espécimen de adobe-Dirección Norte. Fuente: Imagen propia, 2019

Sexta prueba: El máximo desplazamiento relativo alcanzado fue de 29.41mm, mientras que la máxima aceleración en el techo fue de 11279.3 cm/s^2 y 8556.5 cm/s^2 para un PGA de 2977.4 cm/s^2 , en dirección Sur y Norte respectivamente.

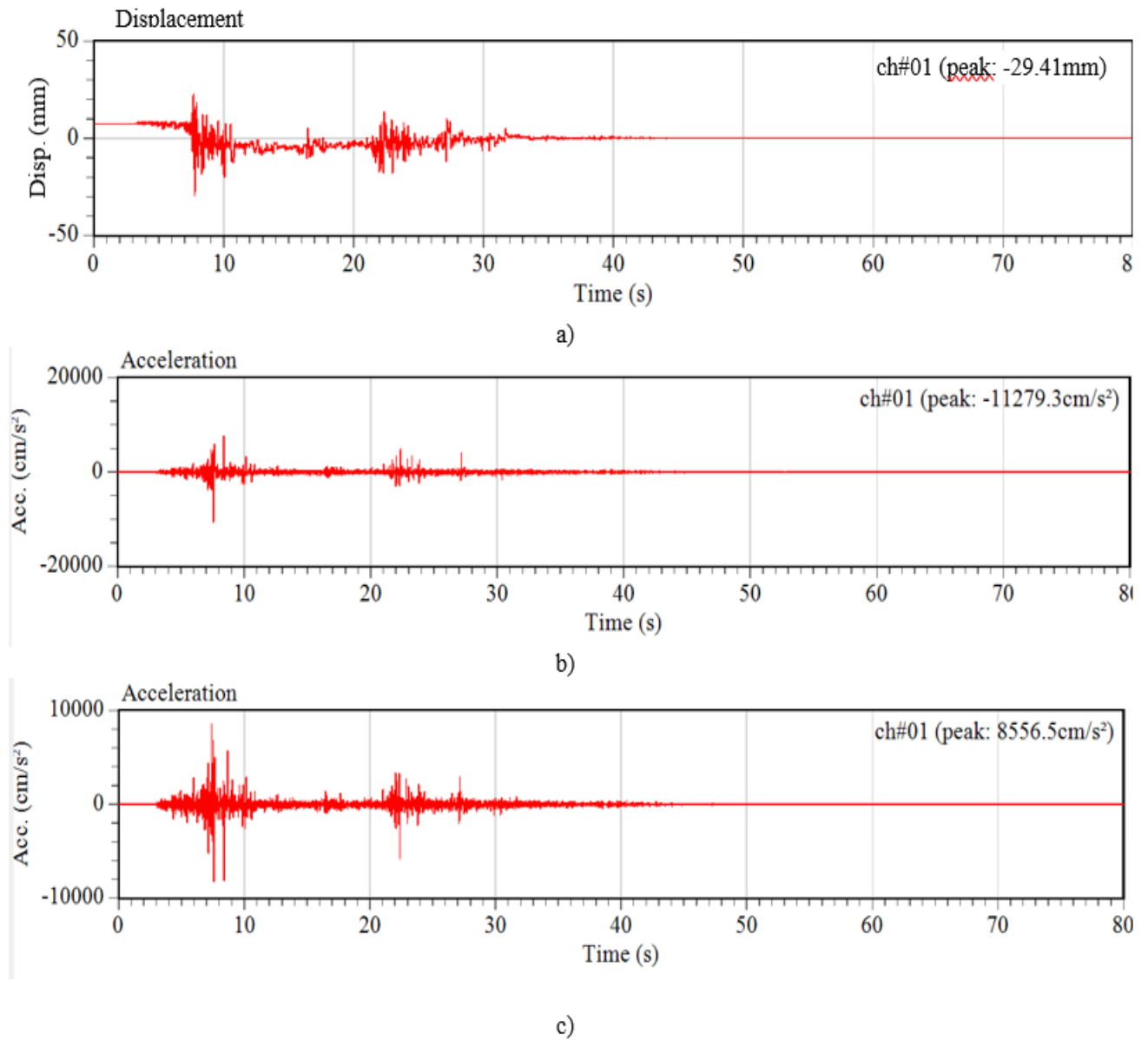


Figura 111. Registro de a) desplazamientos, b) aceleraciones en el techo del segundo piso del espécimen de adobe-Dirección Sur y c) aceleraciones en el techo del segundo piso del espécimen de adobe-Dirección Norte. Fuente: Imagen propia, 2019

Séptima prueba: El máximo desplazamiento relativo alcanzado fue de 20.53mm, mientras que la máxima aceleración en el techo fue de 5766.1 cm/s^2 y 5640.3 cm/s^2 para un PGA de 2787.4 cm/s^2 , en dirección Sur y Norte respectivamente.

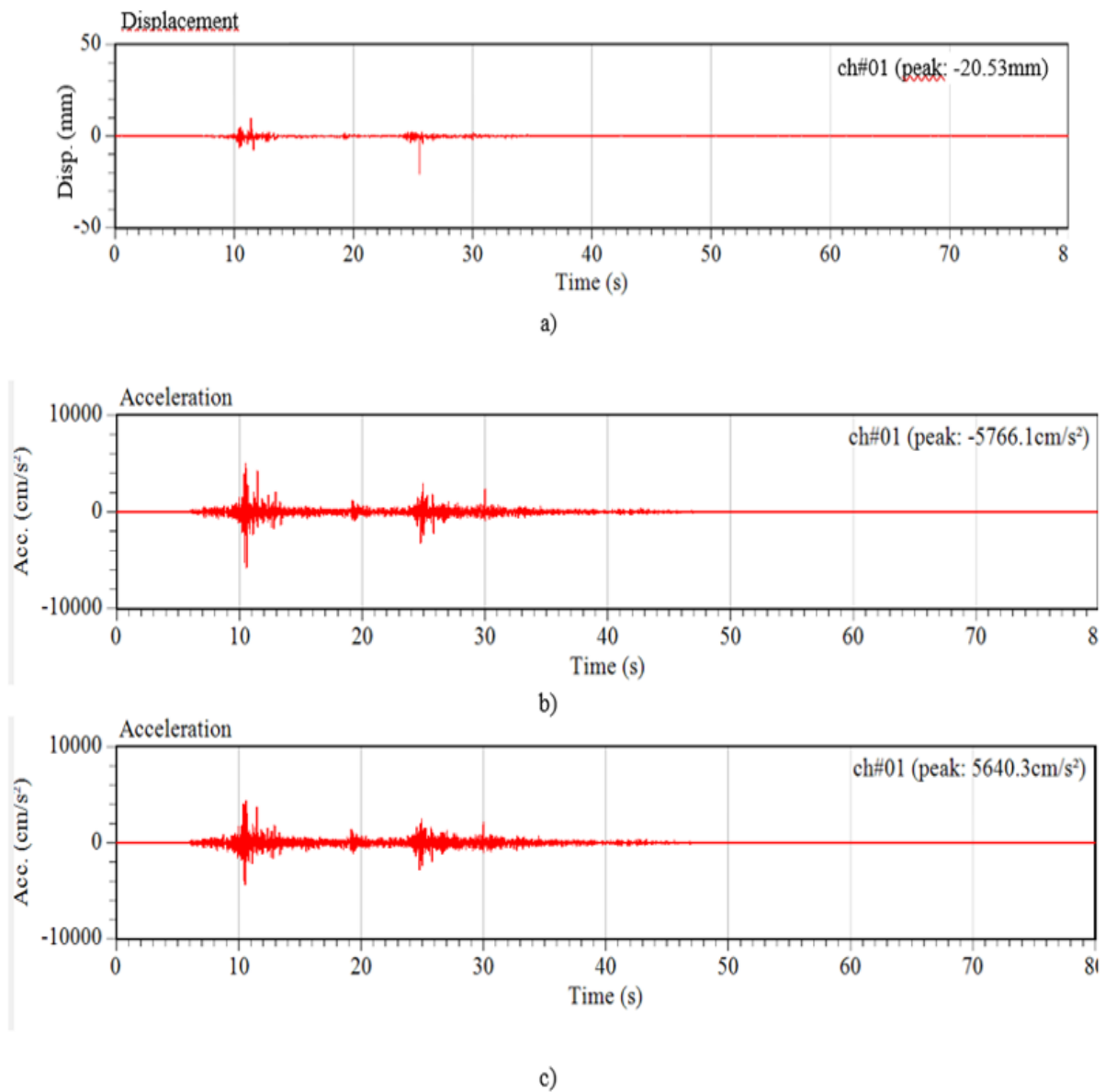


Figura 112. Registro de a) desplazamientos, b) aceleraciones en el techo del segundo piso del espécimen de adobe-Dirección Sur y c) aceleraciones en el techo del segundo piso del espécimen de adobe-Dirección Norte. Fuente: Imagen propia, 2019

Octava prueba: El máximo desplazamiento relativo alcanzado fue de 70.24mm, mientras que la máxima aceleración en el techo fue de 6253.5 cm/s^2 y 9053.4 cm/s^2 para un PGA de 3030.1 cm/s^2 , en dirección Sur y Norte respectivamente.

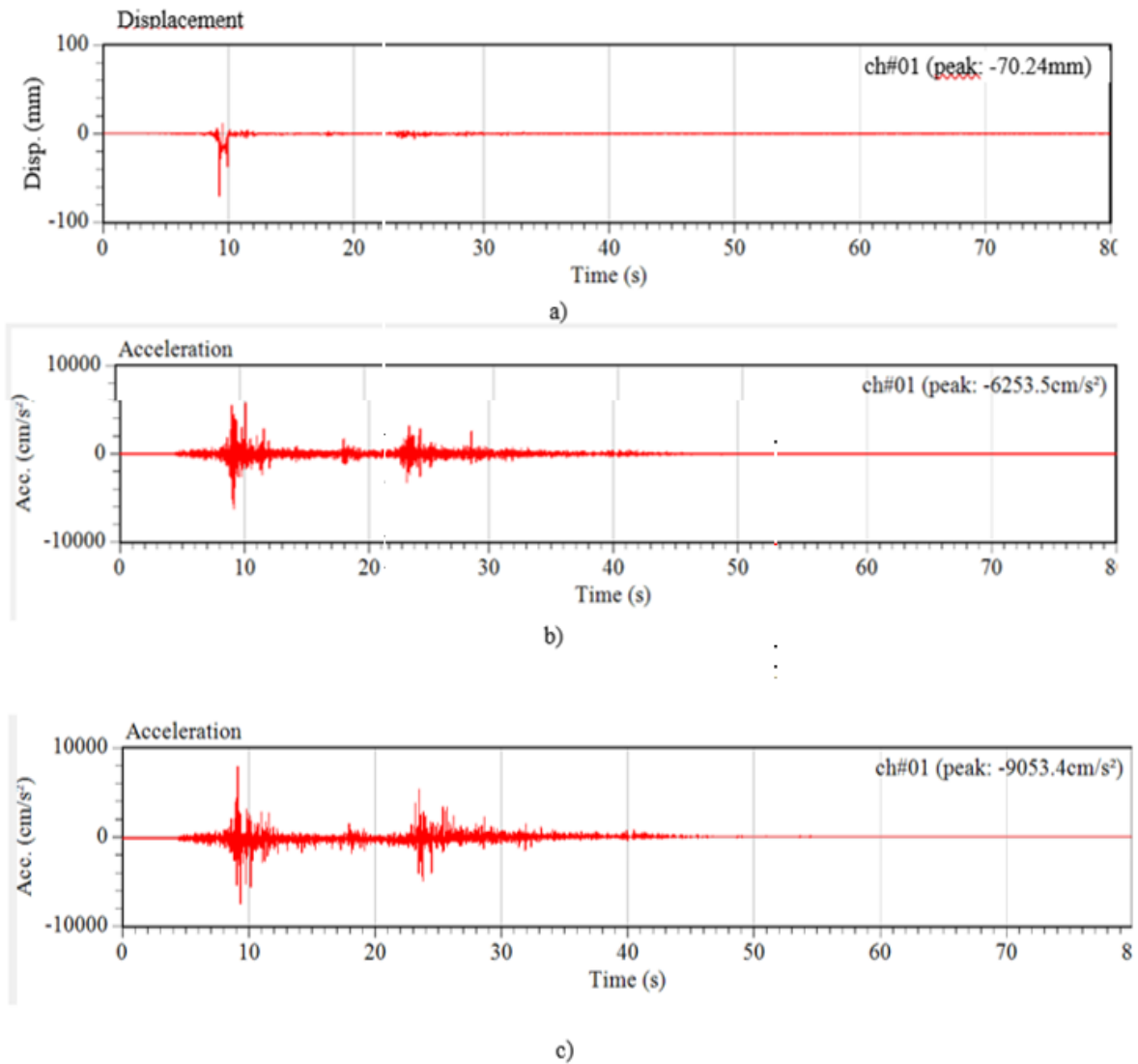


Figura 113. Registro de a) desplazamientos, b) aceleraciones en el techo del segundo piso del espécimen de adobe-Dirección Sur y c) aceleraciones en el techo del segundo piso del espécimen de adobe-Dirección Norte. Fuente: Imagen propia, 2019

3.8.6 Resultados del ensayo.

Recolección de los ensayos realizados secuencialmente realizados al espécimen de adobe refuerzo, datos adquiridos como aceleración máxima en el techo del espécimen y su desplazamiento respectivamente.

Tabla 57. Datos del espécimen con refuerzo

ESTRUCTURA REFORZADA			
Test N°	PGA (cm/s ²)	Máx Acc. (cm/s ²)	desp.(mm)
1	559.4	1121.9	0.241
2	875.3	2040.9	0.353
3	1241.4	3359.9	0.721
4	1710.7	4558.5	1.487
5	2674.1	7381.8	5.755
6	2977.4	11279.3	29.41
7	2787.4	5766.1	20.53
8	3030.1	6253.5	70.24

Fuente: Elaboración propia, 2019.

3.8.7 Curva de capacidad.

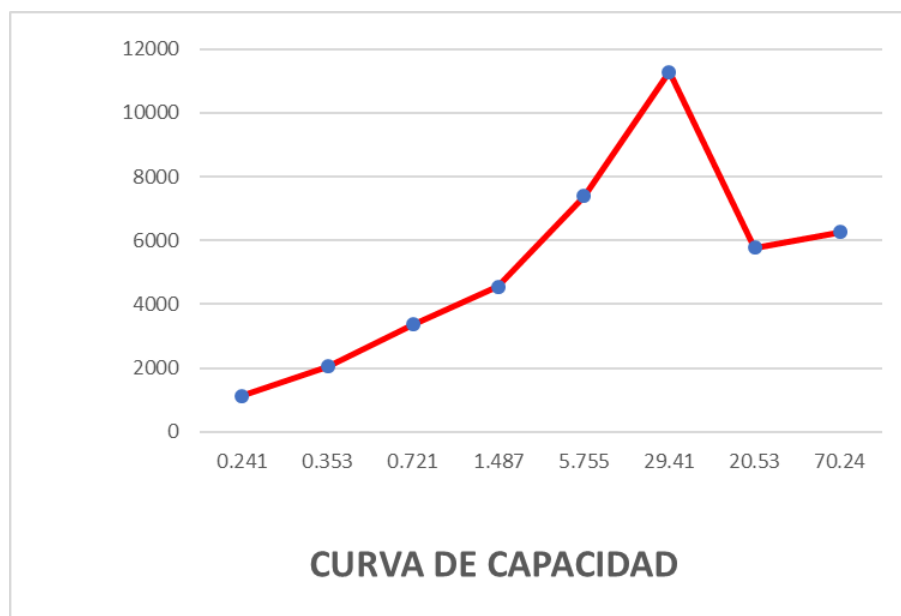


Figura 114. curva de capacidad del espécimen reforzado con geomalla. Fuente: Imagen propia, 2019

3.8.8 Panel fotográfico.

Mediante el ensayo de la estructura de adobe reforzada se pudo apreciar diversas fallas sufridas como grietas en los muros, desprendimientos de ladrillos de adobe, colapso de muros interiores en el primer nivel, no se apreciaba la falla de torsión en la estructura reforzada, etc. A continuación, se presentan diversas fotografías exponiendo las fallas.



Figura 115. se aprecia el desprendimiento del techo espécimen reforzado con geomalla.

Fuente: Imagen propia, 2019

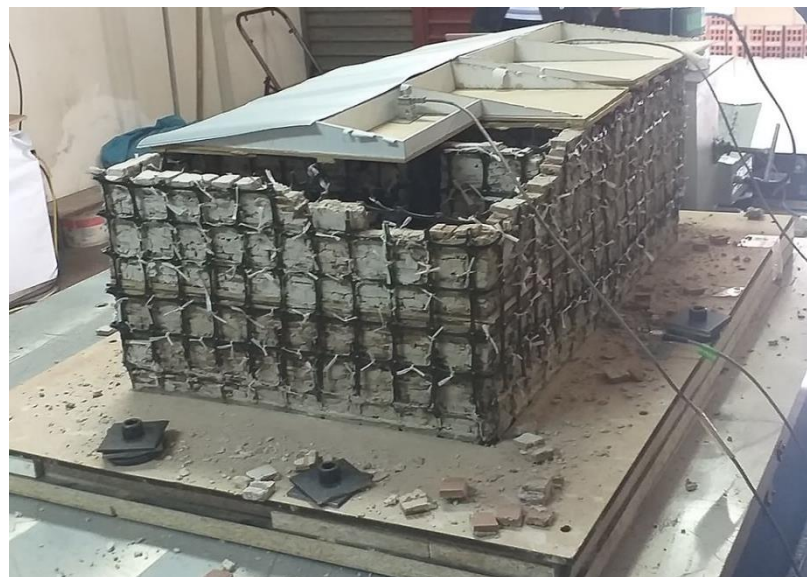


Figura 116. se aprecia el desprendimiento de bloques de adobe en los muros traseros del segundo nivel del espécimen reforzado con geomalla. Fuente: Imagen propia, 2019



Figura 117. se aprecia el desprendimiento de bloques de adobe, algunos muros interiores colapsados en el segundo nivel del espécimen reforzado con geomalla. Fuente: Imagen propia, 2019



Figura 118. se aprecia el desprendimiento de bloques de adobe, algunos muros interiores colapsados en el segundo nivel, se sigue apreciando daños mínimos del espécimen reforzado con geomalla. (Fuente: Imagen propia, 2019)



Figura 119. se aprecia muro apuntado del colapso-segundo nivel del espécimen reforzado con geomalla. Fuente: Imagen propia, 2019



Figura 120. se aprecia grietas en los muros delanteros del segundo nivel como fallas en los vanos del segundo nivel del espécimen reforzado con geomalla. Fuente: Imagen propia, 2019



Figura 121. se aprecia desprendimientos de estratos de muros delanteros en el segundo nivel del espécimen reforzado con geomalla. Fuente: Imagen propia, 2019



Figura 122. se aprecia muros laterales delanteros colapsados en el segundo nivel del espécimen reforzado con geomalla. Fuente: Imagen propia, 2019



Figura 123. se aprecia muros traseros colapsados en el segundo nivel del espécimen reforzado con geomalla. Fuente: Imagen propia, 2019



Figura 124. se aprecia muros laterales colapsados en el segundo nivel como también la falla de la junta sísmica del espécimen reforzado con geomalla. Fuente: Imagen propia, 2019



Figura 125. se aprecia falla en los muros esquineros en el segundo nivel del espécimen reforzado con geomalla. Fuente: Imagen propia, 2019



Figura 126. se aprecia muros interiores colapsados en el segundo nivel del espécimen reforzado con geomalla. Fuente: Imagen propia, 2019

3.8.9 Espectro de capacidad.

Mediante el espectro de capacidad se aprecia el límite máximo alcanzado por el espécimen sin refuerzo cuando es sometido a un sismo, mientras que la curva de capacidad de espécimen reforzado sobrepasa el límite del otro dándole un mayor desplazamiento, rigidez y ductilidad a la estructura.

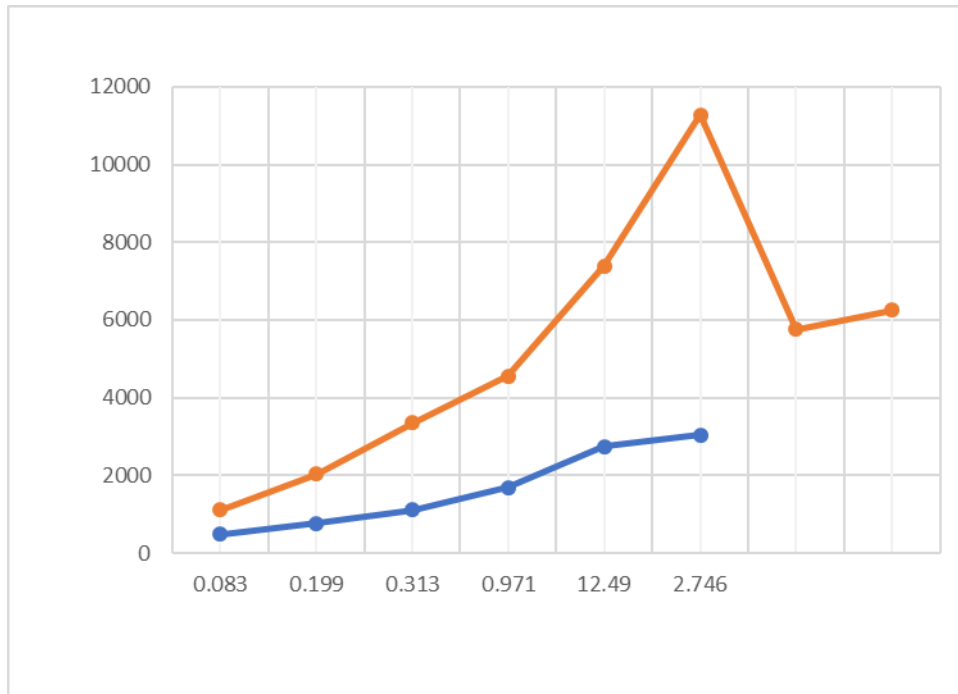


Figura 127. espectro de capacidad del espécimen. Fuente: Imagen propia, 2019

IV. DISCUSIÓN

- De acuerdo a los resultados recopilados por la simulación y por el modelamiento, se logra aceptar la hipótesis general que se establece que una estructura de adobe con y sin reforzamiento de geomalla influye significativamente al ser evaluada mediante un análisis estático no lineal en el distrito de puente piedra.
- El resultado guarda relación con lo que explican (Arce y Rodríguez, 2014) donde expresan que la aplicación de la geomalla en el adobe como refuerzo reduce la vulnerabilidad en un sismo ya que trabaja muy bien a tracción y ayuda a controlar positivamente los desplazamientos de los muros, entonces esto guarda relación con la investigación ya que una de las propiedades mecánicas que presenta la estructura de adobe reforzada con geomalla es que tiende a comportarse muy bien a tracción, ya que mediante el modelamiento la estructura reforzada tiende a tener un desplazamiento de 0.5117cm pero no llega al colapso, mientras que en la simulación sobre la mesa vibradora a escala reducida se logra apreciar que la estructura trabaja bien a tracción ya que los muros tienen mínimo desplazamientos evitando el colapso de la estructura.
- (Catalán, 2013) sostiene que crear, simular y analizar el comportamiento sísmico de un prototipo de estructura hecho a base de adobe convencional y otro reforzado se puede apreciar que hubo reducciones en las aceleraciones, desplazamientos, vibraciones y distorsiones de la estructura con refuerzo. es por ello que mediante la investigación se llega a analizar que el realizar un modelamiento basado en el estático no lineal ayuda a entender el comportamiento de la estructura de adobe reforzada como la estructura sin refuerzo ya que nos brinda resultados exactos, ayuda a visualizar los puntos críticos de la vivienda, nos permite saber la curva de capacidad para poder saber el desempeño sísmico de la estructura y mediante ello nos permite hacer un predimensionamiento.
- (Saldivar y otros, 2016) sostienen que desarrollar soluciones constructivas para sistemas hechos a base de adobe con mallas de acero y geomallas analizando su comportamiento sísmico, tuvo como resultado que al aplicarle aceleraciones en la base tratando que llego a la rotura pero si llego a tener daños mínimos, está acorde a la investigación porque una de las diferencias sismorresistente que se emplea en el

adobe es la inclusión de la geomalla pues esta hace dúctil a la estructura, también una diferencia sismorresistente es la inclusión de una junta sísmica menorando el peso de la estructura y brindándole mayor resistencia ante el sismo.

V. CONCLUSIONES

- Para el diseño de la vivienda se utilizó un sistema de tierra reforzada, lo cual influye de una manera óptima frente a los eventos sísmicos que al ser modelado en el programa etabs en un análisis estático y en una simulación dinámico sobre la mesa vibradora a escala reducida, se observó que la vivienda reforzada con geomalla si cumple con los requisitos de seguridad estructural de acuerdo a la norma sismo resistente E.30.
- el realizar una construcción de adobe incorporándole junta sísmica hace que la vivienda tenga un mejor comportamiento frente a un evento sísmico, ya que ayuda a reducir la masa de la estructura así también hace que la estructura sea más rígida.
- La incorporación de la geomalla en la construcción de la vivienda de adobe apporto positivamente en cuanto a la reducción del volteo de muros, volvió la estructura más dúctil, ayudo a retener los escombros y ayudo a la estructura a trabajar muy bien a tracción.
- los pasos que se tomó en cuenta para el diseño de las estructuras de adobe ya están definidos en la norma de tierra reforzada- E.080 y E.030 ambas fueron utilizadas para esta tesis por lo tanto cumple las estructuras cumplen con los requisitos anti sísmicos.
- El terreno en el que se realiza el presente proyecto de investigación se encuentra ubicado en la ciudad de Lima, es el suelo es limo – arcilloso porque según su estudio pertenece al grupo “ML” por lo tanto se puede hacer uso de este suelo para la realización de los bloques de adobe.
- el comportamiento sísmico de la estructura de adobe sin refuerzo mediante la simulación en la mesa vibradora fue negativo ya que presento fallas y llego al colapso rápidamente mientras que la estructura reforzada con geomalla resistió más el sismo, aunque presento daños mínimos.
- La estructura sin refuerzo llego a sufrir efectos de torsión saliéndose de su plano.
- El análisis estático no lineal nos ayudó a encontrar los puntos críticos como también los desplazamientos de las estructuras ayudando a poder realizar un predimensionamiento.

VI. RECOMENDACIONES

Mediante la realización de este trabajo se hace saber que es recomendable el uso de estructuras hechas a base de adobe reforzado con geomalla en lugares como la costa donde se facilite su construcción y se debe tener personal que este capacitado para la realización de estas viviendas reforzadas, se demuestra que es el adobe es un material muy fácil de hacer y construir.

- Debido a los resultados positivos es recomendable el uso de viviendas de adobe reforzadas con geomallas de dos niveles, ya que sus materiales se adquieren fácilmente.
- Es recomendable que la construcción de viviendas de adobe reforzada con geomalla sea construida por personas calificadas que sepan del proceso constructivo con el fin de garantizar un buen un buen proceso constructivo y acabado.
- Se recomienda que los amarres de la geomalla biaxial se lleven a cabo como lo especifica la norma para que trabaje como se espera.
- Se recomienda que para realizar construcciones de tierra reforzada unas juntas sísmicas para el buen trabajo sísmico de la estructura, reduciendo la cortante basal y volviéndolo más rígido.
- Se recomienda que antes de realizar la construcción hacer un análisis a la estructura para poder saber los puntos críticos y volver a predimensionar para que la estructura tenga un buen comportamiento frente a eventos sísmicos.
- Los bloques de adobe y la geomalla que se empleara deben encontrarse en buen estado, esto permitirá asegurar un buen comportamiento estructural.
- Se recomienda respetar los traslapes de la geomalla para evitar desprendimientos de los bloques como también el voleo de muros.
- Se recomienda hacer un estudio de suelo para poder determinar sus características y hacer sus respectivas evaluaciones para la edificación.

REFERENCIAS

1. ALBARRACÍN, Osvaldo; SALDIVAR, Mary; GARINDO, Lucas y NAVARTA, Gustavo. Reforzamiento de estructuras de adobe con mallas metálicas. Conference: Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra SIACOT. San Juan, Argentina: Universidad Nacional de San Juan, 2014.
2. ÁLVAREZ GUEVARA, Daniel Alejandro. Vulnerabilidad sísmica de viviendas de adobe del C.P. La Huaraclla, Jesús, Cajamarca 2015. Tesis (Ingeniero Civil). Cajamarca, Perú: Universidad Privada del Norte, 2015.
3. ARCE CÁRDENAS, Rubén y RODRÍGUEZ YUPANQUI, Víctor Raúl. Propuesta del empleo del adobe reforzado con geomalla en la construcción de viviendas unifamiliares de un piso en el pueblo joven Yanama - Ayacucho. Tesis (Ingeniero Civil). Huancavelica, Perú: Universidad Nacional de Huancavelica, 2014.
4. ARIAS, Fidias G. El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica. 6a ed. Caracas: Editorial Episteme, 2012. 144 pp. ISBN: 980-07-8529-9
5. BALESTRINI ACUÑA, Mirian. Como se elabora el proyecto de investigación. 7ma ed. Caracas: Editorial BL Consultores Asociados, 2006. 249 pp. ISBN: 980-6293-03-7
6. BEHAR RIVERO, Daniel Salomón. Metodología de la investigación. 1era ed. México D.F: Editorial Shalom, 2008. 94 pp. ISBN: 978-959-212-783-7
7. BLONDET, Marcial y VARGAS, Julio. Casas sismorresistentes y saludables de adobe reforzado con cuerdas. s/n ed. Perú: Fondo editorial de la Pontifica Universidad Católica del Perú y SENCICO, 2015. 64 pp.
8. BLONDET, Marcial; VARGAS, Julio; TARQUE, Nicola; SOTO, Jonathan; SOSA, Carlos y SARMIENTO, Javier. Refuerzo sísmico de mallas de sogas sintéticas para construcciones de adobe. 15° Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra SIACOT. Cuenca, Ecuador: Universidad del Cuenca, 2015.

9. BLONDET, Marcial; VARGAS, Julio; TORREALVA, Daniel y RUBIÑOS, Álvaro. Manual de construcción con adobe reforzado con geomallas de viviendas de bajo costo saludables y seguras. 1era ed. Perú: Fondo editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, 2010. 96 pp. ISBN: 978-9972-42-940-8
10. BONILLA SÁNCHEZ, David jahel y MERINO CABEZAS, José Gabriel. Estudio de las propiedades físicas de la caña guadúa y su aplicación como refuerzo en la construcción de estructuras de adobe. Tesis (Ingeniero Civil con mención en estructuras). Quito, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional, 2017.
11. BORJA SUÁREZ, Manuel. Metodología de la investigación científica para ingenieros [En línea]. Perú, 2016. Disponible en: <https://unprg.academia.edu/ManuelBorjaSu%C3%A1rez>
12. BOSSIO IBÁÑEZ, Stefano Eduardo. Evaluación del comportamiento sísmico e influencia de la dirección del movimiento en módulos de adobe reforzado con geomalla. Tesis (Ingeniero Civil). Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2010.
13. BOSSIO, S. E.; BLONDET, J. M.; Rihal, S. (2013). Seismic behavior and shaking direction influence on adobe wall structures reinforced with geogrid. Earthquake Spectra. Volumen: 29. (pp. 59 - 84).
14. CAMPOVERDE MUÑOZ, Ronald Alexander. Rigidización de un muro portante de suelo mediante malla geotextil. Tesis (Ingeniero Civil). Loja, Ecuador: Universidad Técnica Particular de Loja, 2017.
15. CÁRDENAS LINARES, Renato Armando y LUNA CORAL, Jimmy Jorge. Estudio experimental de la influencia de los diferentes tipos de mortero y substratos de albañilería en la adherencia con geomallas. Tesis (Ingeniero Civil). Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2017.
16. CATALÁN QUIROZ, Policarpo. Comportamiento sísmico de la vivienda de adobe basado en pruebas en mesa vibradora de dos modelos a escala. Tesis (Maestro en Ingeniería Civil - Estructuras). México D.F., México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2013.
17. CUSCO: vivienda colapsa en Espinar a causa del fuerte sismo en Puno [en línea]. Agencia Peruana de Noticias Andina.pe. 2 de diciembre de 2016. [Fecha de consulta: 22 de febrero

de 2019]. Disponible en: <https://andina.pe/agencia/noticia-cusco-vivienda-colapsa-espinar-a-causa-del-fuerte-sismo-puno-643239.aspx>

18. DEL CID, Alma; MÉNDEZ, Rosemary y SANDOVAL, Franco. Investigación: Fundamentos y Metodología. 2da ed. México: Editorial Pearson Educación, 2011. 232 pp. ISBN: 978-607-442-705-9
19. FARAHBAKHS, S and HEYDARI, D:” A Survey on Seismic Reinforcement Systems of Adobe Buildings in Iran “, International Journal of Engineering and Technology, Vol. 10, No. 4, 2018.
20. GIZ, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. Reconstruyendo Hogares: Modelos de vivienda rural del proceso de reconstrucción de la zona afectada por el sismo del 2007 en el Perú. s/n ed. Perú: Cooperación Alemana para el Desarrollo, 2011. 106 pp. ISBN: 978-9972-854-61-3
21. GÓMEZ LLACCCHO, Héctor. Evaluación técnica de las construcciones de adobe, según la norma E.080 del R.N.E.; en la localidad de Ranca, Ayacucho – 2013. Tesis (Ingeniero Agrícola). Ayacucho, Perú: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, 2015.
22. GTZ, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit. Manual de construcciones sismorresistentes en adobe tecnología de geomalla. 1era ed. Perú: Cooperación Alemana para el Desarrollo, 2009. 66 pp
23. HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto; FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos y BAPTISTA LUCIO, María del Pilar. Metodología de la investigación. 5a ed. México D.F: McGraw-Hill, 2010. 655 pp. ISBN: 978-607-15-0291-9
24. HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto; FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos y BAPTISTA LUCIO, María del Pilar. Metodología de la investigación. 6a ed. México D.F: McGraw-Hill, 2014. 632 pp. ISBN: 978-1-4562-2396-0
25. ILLAMPAS, R.D. CHAMPIS, C y IOANNOU, I. Laboratory testing and finite element simulation of the structural response of an adobe masonry building under horizontal loading, Engineering Structures, 80, 362–376, 2014.

26. INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ. El sismo de Pisco del 15 de agosto, 2007 (7.9Mw) departamento de Ica - Perú. Informe preliminar. Lima, Perú: Dirección de Sismología - CNDG, 2007.

27. LLUMITASIG CHICAIZA, SANDRA MERCEDES y SIZA SALAZAR, Ana Lissette. Estudio de la resistencia a compresión del adobe artesanal estabilizado con paja, estiércol, savia de penca de tuna, sangre de toro y análisis de su comportamiento sísmico usando un modelo a escala. Tesis (Ingeniero Civil). Ambato, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, 2017.

28. LOPEZ GALVEZ, José Arturo y BERNILLA CARLOS, Pedro Jacinto. Evaluación funcional y constructiva de viviendas con adobe estabilizado en Cayalti. Programa Cobe - 1976. Tesis (Maestro en tecnología de la construcción). Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 2012.

29. LUI, Eric. NONLINEAR FINITE ELEMENT ANALYSIS OF ADOBE STRUCTURES STRENGTHENED BY SYNTHETIC NYLONS: Conference: 24th International Congress of Theoretical and Applied Mechanics, ICTAM 2016, At Palais des congrès; montreal 21-26 de agosto del 2016.
Canada: Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Syracuse University, Syracuse, NY, EE. UU.

30. MAMANI CONDORI, Roel Edison. Prototipo de vivienda con adobe mejorado en el distrito de Chupa - Azángaro. Tesis (Arquitecto). Huancayo, Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2017.

31. MANTILLA CALDERÓN, Jhon Cristian. Variación de las propiedades físico mecánicas del adobe al incorporar viruta y caucho. Tesis (Ingeniero Civil). Cajamarca, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca, 2018.

32. MATTSSON, ELIN. Improved seismic-resistant design of adobe houses in vulnerable areas in Peru.1ª ed. Suecia: Raising seismic awareness in an Andean community, 2015. 8pp.ISRN UTH-INGUTB-EX-B-2015/31-SE.

33. MENDEZ, María Teresa, et. al. “Construcción de un módulo de adobe reforzado con mallas de junco en cañete, Lima, Perú”. En: Construcción con tierra. Patrimonio y Vivienda. X CIATTI. Congreso de arquitectura de tierra en Cuenca de Campos 2013. [online]. Valladolid: Cátedra Juan de Villanueva. Universidad de Valladolid. 2013. P. 344-347. Disponible en internet:
<http://www5.uva.es/grupotierra/publicaciones/digital/libro2014/341-349-mendez.pdf>
34. MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. Manual de construcción: Edificaciones Antisísmicas de adobe. s/n ed. Perú: Dirección Nacional de Construcción, 2010. 36 pp.
35. MUENTES ALVARADO, José Luis. Optimización en el uso de adobe sismo resistente, como material constructivo para viviendas familiares de bajo costo. Trabajo de titulación (Ingeniero Civil). Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil, 2016.
36. MUÑOZ RASO, Carlos. Cómo elaborar y asesorar una investigación de tesis. 2da ed. México: Pearson educación. 320 pp. ISBN: 978-607-32-0456-9
37. NIÑO ROJAS, Víctor Miguel. Metodología de la investigación: Diseño y ejecución. 1era ed. Bogotá: Ediciones de la U, 2011. 156 pp. ISBN: 978-958-8675-94-7
38. PALELLA STRACUZZI, Santa y MARTINS PESTANA, Feliberto. Metodología de la investigación. 3era ed. Caracas: Editorial Fedupel, 2012. 285 pp. ISBN: 980-273-445-4
39. PORTUGAL QUEVEDO, Victor Hugo. NON-LINEAR MODELLING OF A GEOMESH -REINFORCED EARTHEN WALL SUBJECTED TO DYNAMIC LOADING. THESIS FOR MASTERY. Sheffield, Orkshire: The University of Sheffield, 2017.
40. QUISPE ACOSTA, José Alberto y RONDÓN DURAND, Silvana Marilia. Propuesta integral de reforzamiento para edificaciones de adobe. aplicación al caso de un local escolar de adobe en la provincia de Yauyos. Tesis (Ingeniero Civil). Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2012.
41. REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (Perú). Norma E.080: Diseño y Construcción con Tierra Reforzada. Lima: RNE, 2017. 24 pp.

42. REYES ORDOÑEZ, Murray Olaf y ALEGRE ARGOMEDO, Yuliana. Análisis estructural de la iglesia de San Pedro de Carabayllo - Lima / Perú. Tesis (Ingeniero Civil). Lima, Perú: Universidad Ricardo Palma, 2015
43. RUBIO MELENDEZ, Abner Gabriel. Análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de adobe del sector de San Isidro - Jaén - 2016. Tesis (Ingeniero Civil). Cajamarca, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca, 2017.
44. SALDIVAR, Mary Lucinda; ALBARRACÍN, Osvaldo Roberto; GARINO LIBARDI, Lucas y NAVARTA NAVARRO, Gustavo. Mejoramiento de la respuesta sísmica de construcciones de adobe. 1era ed. Argentina: Editorial Universidad Nacional de San Juan, 2016. 125 pp. ISBN: 978-950-605-843-2
45. SALINAS VALDÉZ, Erick Javier. Vivienda económica en adobe de 02 pisos. Tesis (Ingeniero Civil). Lima, Perú: Universidad Nacional Federico Villareal, 2017.
46. SAN BARTOLOMÉ, Ángel y QUIUN, Daniel. Diseño de mallas electrosoldadas para el reforzamiento sísmico de viviendas de adobe típicas del Perú. Revista de la Facultad de Ingeniería U.C.V. [en línea]. Marzo 2015, Vol. 30, n°1. [Fecha de consulta: 23 de febrero de 2019]. Disponible en: <http://revistadelaacademiadeingenieria.com/index.php/ingenieria/article/view/113/113>
ISSN: 0798-4065
47. SÁNCHEZ SOTOMAYOR, Segundo. La cuarta vía: Paradigmas y contrastes de hipótesis. 1 era ed. Lima: CEDEPRIM - Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2011.
48. SARMIENTO HUAMAN, Javier Carlos. Propuesta de método de diseño para reforzamiento sísmico de muros de adobe con malla de cuerdas. Tesis (Magister en Ingeniería Civil). Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2016.
49. SERRANO LAZO, Malena Alessandra. Herramientas para la capacitación en reforzamiento con malla de cuerdas de viviendas de adobe autoconstruidas en áreas sísmicas. Tesis (Magister en Ingeniería Civil). Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2016.

50. SERRANO, M. A.; BLONDET, J. M.; RUBIÑOS, Á. C.; Mattson, E.(2016). Sustainable dissemination of earthquake resistant construction in the Peruvian Andes. Sustainability: Science, Practice & Policy. Volumen: 12. (pp. 22 - 33).
51. SOLÍS, M.; TORREALVA, D.; SANTILLÁN, P. y MONTOYA, G. Análisis del comportamiento a flexión de muros de adobe reforzados con geomallas. Informes de la Construcción [en línea]. Julio-septiembre 2015, Vol. 67, n°539. [Fecha de consulta: 22 de febrero de 2019]. Disponible en: <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/4406/5076>. ISSN-L: 0020-0883.
52. TARQUE, S. N.; Camata, G.; Spacone, E.; Varum, H.; BLONDET, J. M (2014). Non-linear dynamic analysis of a full-sácale unreinforced adobe model. Earthquake Spectra. Volumen: 30. (pp. 1643 - 1661).
53. TORREALVA DÁVILA, Daniel. Caracterización de daños en construcciones de adobe. Serie cuadernos de adobe. Lima, Perú: Pontifica Universidad Católica del Perú, 2003.
54. TORREALVA DÁVILA, Daniel. Refuerzo superficial de geomallas para eliminar la vulnerabilidad sísmica de viviendas de adobe. Primer Congreso de Energías Renovables y Arquitectura Bioclimática. Lima, Perú: Pontifica Universidad Católica del Perú, 2017.
55. TORREALVA, Daniel, VICENTE Erika y MICHIELS, Tim. Seismic Retrofitting Project: Testing of Materials and Building Components of Historic Adobe Buildings in Peru. Research Report. Los Ángeles, California: The Getty Conservation Institute and PUCP, 2018.
56. TORRES BARRERA, Adolfo Raúl. Estudio sobre diseño sísmico en construcciones de adobe y su incidencia en la reducción de desastres. Tesis (Ingeniero Civil). Quito, Ecuador: Universidad Central de Ecuador, 2015.
57. TORRES AGÜERO, Roger Vicente. Las fibras naturales como refuerzo sísmico en la edificación de viviendas de adobe en la costa del departamento de Ica. Tesis (Ingeniero Agrícola). Lima, Perú: Universidad Agraria La Molina, 2016.

58. VALDERRAMA MENDOZA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. 2da ed. Lima: Editorial San Marcos, 2013. 495 pp. ISBN: 978-612-302-878-7
59. VARGAS HUALLPA, Hillary Crhistel. Reparación de grietas en construcciones históricas de tierra en áreas sísmicas Parte V: “Desarrollo de método de diseño de refuerzo sísmico y comprobación experimental”. Tesis (Ingeniero Civil). Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2018.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA
TITULO: COMPORTAMIENTO ESTÁTICO NO LINEAL DE UNA VIVIENDA DE ADOBE DE 2 NIVELES CON Y SIN REFORZAMIENTO DE GEOMALLAS EN EL DISTRITO DE PUENTE PIEDRA, 2019
AUTOR: KENNEDY JOHN PALHUA HUAMAN

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGIA
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable 1: Reforzamiento con geomallas	Diseño: Experimental
¿De qué forma una vivienda de adobe de 2 niveles con y sin reforzamiento de geomallas influye en un comportamiento no lineal en el distrito de Puente Piedra, 2019?	Evaluar de qué forma una vivienda de adobe de 2 niveles con y sin reforzamiento de geomallas influye en un comportamiento no lineal en el distrito de Puente Piedra, 2019.	Una vivienda de adobe de 2 niveles con y sin reforzamiento de geomallas influye significativamente al evaluar su comportamiento no lineal en el distrito de Puente Piedra, 2019.	Dimensiones	Este estudio de investigación utiliza el diseño experimental, porque habrá manipulación en las variables, es decir, se domina las condiciones para la ejecución del experimento y usa la subdivisión cuasixperimental porque se mantendrá un pre y post análisis para obtener datos e información para llevarla a comparación resultados.
			Indicadores	
Problema Específico	Objetivo Específico	Hipótesis Específico	Estudios geotécnicos	Tipo: Aplicada
			Densidad máxima y mínima	Este estudio usa un tipo de investigación aplicado, porque de alguna manera se emplea teorías, conocimientos y descubrimientos ya transmitidos, tan solo se ponen a prueba mediante su utilización.
¿Qué propiedades mecánicas presenta una vivienda de adobe de 2 niveles con y sin reforzamiento de geomallas en el distrito de Puente Piedra, 2019?	Explicar qué propiedades mecánicas presenta una vivienda de adobe de 2 niveles con y sin reforzamiento de geomallas en el distrito de Puente Piedra, 2019.	La propiedad mecánica determinada es de tracción en una vivienda de adobe de 2 niveles con y sin reforzamiento de geomallas en el distrito de Puente Piedra, 2019.	Distribución de la geomalla	Nivel: Explicativo
			Medidas	Es explicativo porque como se manifestó respecto al diseño experimental este busca encontrar la relación causa - efecto, por lo cual la explicación de qué o cómo ocurre el fenómeno y que ocurrencias trae es necesario para el desarrollo del estudio.
¿Como un análisis estático no lineal ayuda a entender el comportamiento de una vivienda de adobe de 2 niveles con y sin reforzamiento de geomallas en el distrito de Puente Piedra, 2019?	Explicar cómo un análisis estático no lineal ayuda a entender el comportamiento de una vivienda de adobe de 2 niveles con y sin reforzamiento de geomallas en el distrito de Puente Piedra, 2019.	Un análisis estático no lineal ayuda a entender el comportamiento de una vivienda de adobe de 2 niveles con y sin reforzamiento de geomallas en el distrito de Puente Piedra, 2019.	Posicionamiento	Enfoque: Cuantitativo
			Compresión	Se obtendrán resultados numéricos para contrastar los objetivos de la investigación y poder dar soluciones a la problemática, por ello se maneja un enfoque cuantitativo por la relación numérica que se realiza.
¿Qué disparidades sismorresistentes muestra una vivienda de adobe de 2 niveles con y sin reforzamiento de geomallas sometido a un análisis no lineal en el distrito de Puente Piedra, 2019?	Comparar qué disparidades sismorresistentes muestra una vivienda de adobe de 2 niveles con y sin reforzamiento de geomallas sometido a un análisis no lineal en el distrito de Puente Piedra, 2019.	Existen disparidades sismorresistentes en una vivienda de adobe de 2 niveles con y sin reforzamiento de geomallas sometido a un análisis no lineal en el distrito de Puente Piedra, 2019.	Tracción	Población: Comprende todas las viviendas hechas a base de adobe convencional ubicadas dentro del distrito de Puente Piedra.
			Tracción	Muestra: Todas las viviendas de dos niveles hecha a base de adobe convencional ubicada en "La Asociación de Propietarios los Portales" del distrito de Puente Piedra.
¿Qué disparidades sismorresistentes muestra una vivienda de adobe de 2 niveles con y sin reforzamiento de geomallas sometido a un análisis no lineal en el distrito de Puente Piedra, 2019?	Comparar qué disparidades sismorresistentes muestra una vivienda de adobe de 2 niveles con y sin reforzamiento de geomallas sometido a un análisis no lineal en el distrito de Puente Piedra, 2019.	Existen disparidades sismorresistentes en una vivienda de adobe de 2 niveles con y sin reforzamiento de geomallas sometido a un análisis no lineal en el distrito de Puente Piedra, 2019.	Cortante	Técnica: Este estudio conlleva a utilizar las técnicas de observación directa en laboratorio respecto al comportamiento de la estructura con y sin refuerzo de geomalla, además de la recolección de información y datos dados en ese instante de la simulación.
			Variable 2: Comportamiento estructural no lineal	Instrumentos: Como instrumentos se tendrán los respectivos ensayos de suelos, programas computacionales y fichas de recolección de información y datos respecto a las variables de análisis y criterios propios vistas en campo y laboratorio.
¿Qué disparidades sismorresistentes muestra una vivienda de adobe de 2 niveles con y sin reforzamiento de geomallas sometido a un análisis no lineal en el distrito de Puente Piedra, 2019?	Comparar qué disparidades sismorresistentes muestra una vivienda de adobe de 2 niveles con y sin reforzamiento de geomallas sometido a un análisis no lineal en el distrito de Puente Piedra, 2019.	Existen disparidades sismorresistentes en una vivienda de adobe de 2 niveles con y sin reforzamiento de geomallas sometido a un análisis no lineal en el distrito de Puente Piedra, 2019.	Propiedad mecánica	
			Indicadores	
¿Qué disparidades sismorresistentes muestra una vivienda de adobe de 2 niveles con y sin reforzamiento de geomallas sometido a un análisis no lineal en el distrito de Puente Piedra, 2019?	Comparar qué disparidades sismorresistentes muestra una vivienda de adobe de 2 niveles con y sin reforzamiento de geomallas sometido a un análisis no lineal en el distrito de Puente Piedra, 2019.	Existen disparidades sismorresistentes en una vivienda de adobe de 2 niveles con y sin reforzamiento de geomallas sometido a un análisis no lineal en el distrito de Puente Piedra, 2019.	Modelo estructural	
			Propiedad de los materiales	
¿Qué disparidades sismorresistentes muestra una vivienda de adobe de 2 niveles con y sin reforzamiento de geomallas sometido a un análisis no lineal en el distrito de Puente Piedra, 2019?	Comparar qué disparidades sismorresistentes muestra una vivienda de adobe de 2 niveles con y sin reforzamiento de geomallas sometido a un análisis no lineal en el distrito de Puente Piedra, 2019.	Existen disparidades sismorresistentes en una vivienda de adobe de 2 niveles con y sin reforzamiento de geomallas sometido a un análisis no lineal en el distrito de Puente Piedra, 2019.	Dimensiones estructurales	
			Aplicación de cargas	
¿Qué disparidades sismorresistentes muestra una vivienda de adobe de 2 niveles con y sin reforzamiento de geomallas sometido a un análisis no lineal en el distrito de Puente Piedra, 2019?	Comparar qué disparidades sismorresistentes muestra una vivienda de adobe de 2 niveles con y sin reforzamiento de geomallas sometido a un análisis no lineal en el distrito de Puente Piedra, 2019.	Existen disparidades sismorresistentes en una vivienda de adobe de 2 niveles con y sin reforzamiento de geomallas sometido a un análisis no lineal en el distrito de Puente Piedra, 2019.	Esfuerzos	
			Defóraciones	
¿Qué disparidades sismorresistentes muestra una vivienda de adobe de 2 niveles con y sin reforzamiento de geomallas sometido a un análisis no lineal en el distrito de Puente Piedra, 2019?	Comparar qué disparidades sismorresistentes muestra una vivienda de adobe de 2 niveles con y sin reforzamiento de geomallas sometido a un análisis no lineal en el distrito de Puente Piedra, 2019.	Existen disparidades sismorresistentes en una vivienda de adobe de 2 niveles con y sin reforzamiento de geomallas sometido a un análisis no lineal en el distrito de Puente Piedra, 2019.	Modelo dinámico	
			Aceleraciones	
¿Qué disparidades sismorresistentes muestra una vivienda de adobe de 2 niveles con y sin reforzamiento de geomallas sometido a un análisis no lineal en el distrito de Puente Piedra, 2019?	Comparar qué disparidades sismorresistentes muestra una vivienda de adobe de 2 niveles con y sin reforzamiento de geomallas sometido a un análisis no lineal en el distrito de Puente Piedra, 2019.	Existen disparidades sismorresistentes en una vivienda de adobe de 2 niveles con y sin reforzamiento de geomallas sometido a un análisis no lineal en el distrito de Puente Piedra, 2019.	Espectro de aceleraciones	
			Curva de capacidad	
¿Qué disparidades sismorresistentes muestra una vivienda de adobe de 2 niveles con y sin reforzamiento de geomallas sometido a un análisis no lineal en el distrito de Puente Piedra, 2019?	Comparar qué disparidades sismorresistentes muestra una vivienda de adobe de 2 niveles con y sin reforzamiento de geomallas sometido a un análisis no lineal en el distrito de Puente Piedra, 2019.	Existen disparidades sismorresistentes en una vivienda de adobe de 2 niveles con y sin reforzamiento de geomallas sometido a un análisis no lineal en el distrito de Puente Piedra, 2019.	Espectro de capacidad	
			Espectro de capacidad	

Fuente: elaboración propia 2019

Anexo 2: Fichas de recolección de datos

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			PUNTUACIÓN
PROYECTO:			0 - 0.20
AUTOR:			
FECHA:			
I. INFORMACIÓN GENERAL			0.18
UBICACIÓN:	LONGITUD:		
DISTRITO:	LATITUD:		
PROVINCIA:	ALTITUD:		
II. ESTUDIOS GEOTÉCNICOS			0 - 0.20
GRANULOMETRÍA	CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS Y AASHTO)	LÍMITES DE CONSISTENCIA	0.16
CORTE DIRECTO	ÁNGULO DE FRICIÓN INTERNA (°)	COHESIÓN APARENTE DEL SUELO (Kg/cm ²)	
PROCTOR ESTANDAR	MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	
III. DISTRIBUCIÓN DE LA GEOMALLA			0 - 0.20
MEDIDAS	ANCHO DE ABERTURA (mm)	ESPESOR MÍNIMO DE LA COSTILLA (mm)	0.16
TIPO DE GEOMALLA	GEOMALLA UNIAXIAL	GEOMALLA BIAXIAL	
	GEOMALLA TRIAXIAL		
POSICIONAMIENTO DE LA GEOMALLA	VERTICAL (COLUMNAS)	HORIZONTAL (VIGAS)	0 - 0.20
IV. PROPIEDADES MECÁNICAS			0.18
COMPRESIÓN	ENSAYO DE MURETE DE ADOBE (Kg/cm ²)	ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL (Kg/cm ²)	
TRACCIÓN	ENSAYO DE RESISTENCIA DE MUROS A TRACCIÓN POR FLEXIÓN (Kg/cm ²)		
CORTANTE	ESFUERZO ADMISIBLE DE CORTE (Kg/cm ²)		0 - 0.20
V. FALLAS DEL ADOBE REFORZADO			0.14
FALLAS VISIBLES	GRIETAS	VOLTEO DE BLOQUES DE ADOBE	
FALLAS GENERALES	FRÁGIL	DÚCTIL	
VI. MODELO ESTRUCTURAL			0 - 0.25
PROPIEDAD DE LOS MATERIALES	MODULO DE ELASTICIDAD (N/m ²)	COEFICIENTE DE POISSON	0.23
	PESO POR UNIDAD DE VOLUMEN (Tn/cm ³)	MASA POR UNIDAD DE VOLUMEN (Tn/cm ³)	
DIMENSIONES ESTRUCTURALES	ÁREA DE SECCIÓN TRANSVERSAL (m ²)	LONGITUDES Y ALTURAS (m)	
APLICACIÓN DE CARGAS	CARGAS SISMICAS	CARGAS MUERTAS Y VIVAS	
VII. MODELO DINÁMICO			0 - 0.25
ESFUERZOS	A TRACCIÓN (Kg/cm ²)	A COMPRESIÓN (Kg/cm ²)	0.23
DEFORMACIONES	MÁXIMAS (mm)	MÍNIMAS (mm)	
ACELERACIONES	MÁXIMAS (g)	MÍNIMAS (g)	
VIII. ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL			0 - 0.25
ESPECTRO DE ACCELERACIONES	ACELERACIÓN DE LA VIBRACIÓN	PERIODO DE OSCILACIÓN	0.23
CURVAS DE CAPACIDAD	CORTANTE BASAL	DESPLAZAMIENTO DE LA ESTRUCTURA	
ESPECTRO DE CAPACIDAD	PUNTO DE DESPLAZAMIENTO MÁXIMO	PUNTO DE DESEMPEÑO	
IX. ELABORACIÓN DE PLANOS DE FALLA			0 - 0.25
PLANOS DE FALLA	ARQUITECTÓNICOS	ESTRUCTURALES	0.23
Apellidos y nombres	Boza Olaechea Margarita		
Registro CIP N°	80500		
Profesion	Ing. Civil		
Correo			
celular			

Variable independiente: Reforzamiento con geomallas

Variable dependiente: Comportamiento estatico no lineal

OBSERVACIONES:

M. BOZA
Firma y sello del experto

Margarita Boza Olaechea
INGENIERA CIVIL
CIP. 80500

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			Puntuación
PROYECTO:			0 - 0.20
AUTOR:			
FECHA:			
I. INFORMACIÓN GENERAL			0.17
UBICACIÓN:	LONGITUD:		
DISTRITO:	LATITUD:		
PROVINCIA:	ALTITUD:		
II. ESTUDIOS GEOTÉCNICOS			0 - 0.20
GRANULOMETRÍA	CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS Y AASHTO)	LÍMITES DE CONSISTENCIA	0.17
CORTE DIRECTO	ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA (°)	COHESIÓN APARENTE DEL SUELO (Kg/cm ²)	
PROCTOR ESTÁNDAR	MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	
III. DISTRIBUCIÓN DE LA GEOMALLA			0 - 0.20
MEDIDAS	ANCHO DE ABERTURA (mm)	ESPESOR MÍNIMO DE LA COSTILLA (mm)	0.17
TIPO DE GEOMALLA	GEOMALLA UNIAXIAL	GEOMALLA BIAXIAL	
	GEOMALLA TRIAXIAL		
POSICIONAMIENTO DE LA GEOMALLA	VERTICAL (COLUMNAS)	HORIZONTAL (VIGAS)	
IV. PROPIEDADES MECÁNICAS			0 - 0.20
COMPRESIÓN	ENSAYO DE MURETE DE ADOBE (Kg/cm ²)	ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL (Kg/cm ²)	0.17
TRACCIÓN	ENSAYO DE RESISTENCIA DE MUROS A TRACCIÓN POR FLEXIÓN (Kg/cm ²)		
CORTANTE	ESFUERZO ADMISIBLE DE CORTE (Kg/cm ²)		
V. FALLAS DEL ADOBE REFORZADO			0 - 0.20
FALLAS VISIBLES	GRIETAS	VOLTEO DE BLOQUES DE ADOBE	0.17
FALLAS GENERALES	FRÁGIL	DÚCTIL	
VI. MODELO ESTRUCTURAL			0 - 0.25
PROPIEDAD DE LOS MATERIALES	MODULO DE ELASTICIDAD (N/m ²)	COEFICIENTE DE POISSON	0.17
	PESO POR UNIDAD DE VOLUMEN (Tn/cm ³)	MASA POR UNIDAD DE VOLUMEN (Tn/cm ³)	
DIMENSIONES ESTRUCTURALES	ÁREA DE SECCIÓN TRANSVERSAL (m ²)	LONGITUDES Y ALTURAS (m)	
APLICACIÓN DE CARGAS	CARGAS SISMICAS	CARGAS MUERTAS Y VIVAS	
VII. MODELO DINÁMICO			0 - 0.25
ESFUERZOS	A TRACCIÓN (Kg/cm ²)	A COMPRESIÓN (Kg/cm ²)	0,23
DEFORMACIONES	MÁXIMAS (mm)	MÍNIMAS (mm)	
ACELERACIONES	MÁXIMAS (g)	MÍNIMAS (g)	
VIII. ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL			0 - 0.25
ESPECTRO DE ACCELERACIONES	ACELERACIÓN DE LA VIBRACIÓN	PERIODO DE OSCILACIÓN	0,23
CURVAS DE CAPACIDAD	CORTANTE BASAL	DESPLAZAMIENTO DE LA ESTRUCTURA	
ESPECTRO DE CAPACIDAD	PUNTO DE DESPLAZAMIENTO MÁXIMO	PUNTO DE DESEMPEÑO	
IX. ELABORACIÓN DE PLANOS DE FALLA			0 - 0.25
PLANOS DE FALLA	ARQUITECTÓNICOS	ESTRUCTURALES	0,23
Apellidos y nombres	PINTO BARRANTES RAÚL ANTONIO,		
Registro CIP N°	51304		
Profesion	INGENIERO CIVIL		
Correo	raulpinto@up.org.pe		
celular	995143312		

Variable independiente: Reforzamiento con geomallas

Variable dependiente: Comportamiento estático no lineal

OBSERVACIONES:

Firma y sello del experto


RAÚL ANTONIO PINTO BARRANTES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 51304

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			PUNTAJACIÓN
PROYECTO:			0 - 0.20
AUTOR:			
FECHA:			
I. INFORMACIÓN GENERAL			0.17
UBICACIÓN:	LONGITUD:		
DISTRITO:	LATITUD:		
PROVINCIA:	ALTITUD:		0 - 0.20
II. ESTUDIOS GEOTÉCNICOS			
GRANULOMETRÍA	CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS Y AASHTO)	LÍMITES DE CONSISTENCIA	
CORTE DIRECTO	ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA (°)	COHESIÓN APARENTE DEL SUELO (Kg/cm ²)	0.18
PROCTOR ESTÁNDAR	MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	
III. DISTRIBUCIÓN DE LA GEOMALLA			0.17
MEDIDAS	ANCHO DE ABERTURA (mm)	ESPESOR MÍNIMO DE LA COSTILLA (mm)	
TIPO DE GEOMALLA	GEOMALLA UNIAXIAL	GEOMALLA BIAJIAL	
POSICIONAMIENTO DE LA GEOMALLA	VERTICAL (COLUMNAS)	HORIZONTAL (VIGAS)	0 - 0.20
IV. PROPIEDADES MECÁNICAS			
COMPRESIÓN	ENSAYO DE MURETE DE ADOBE (Kg/cm ²)	ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL (Kg/cm ²)	
TRACCIÓN	ENSAYO DE RESISTENCIA DE MUROS A TRACCIÓN POR FLEXIÓN (Kg/cm ²)		0.19
CORTANTE	ESFUERZO ADMISIBLE DE CORTE (Kg/cm ²)		
V. FALLAS DEL ADOBE REFORZADO			0.17
FALLAS VISIBLES	GRIETAS	VOLTEO DE BLOQUES DE ADOBE	
FALLAS GENERALES	FRÁGIL	DÚCTIL	
VI. MODELO ESTRUCTURAL			0.22
PROPIEDAD DE LOS MATERIALES	MODULO DE ELASTICIDAD (N/m ²)	COEFICIENTE DE POISSON	
	PESO POR UNIDAD DE VOLUMEN (Tn/cm ³)	MASA POR UNIDAD DE VOLUMEN (Tn/cm ³)	
DIMENSIONES ESTRUCTURALES	ÁREA DE SECCIÓN TRANSVERSAL (m ²)	LONGITUDES Y ALTURAS (m)	0 - 0.25
APLICACIÓN DE CARGAS	CARGAS SISMICAS	CARGAS MUERTAS Y VIVAS	
VII. MODELO DINÁMICO			0.23
ESFUERZOS	A TRACCIÓN (Kg/cm ²)	A COMPRESIÓN (Kg/cm ²)	
DEFORMACIONES	MÁXIMAS (mm)	MÍNIMAS (mm)	
ACELERACIONES	MÁXIMAS (g)	MÍNIMAS (g)	0 - 0.25
VIII. ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL			
ESPECTRO DE ACELERACIONES	ACELERACIÓN DE LA VIBRACIÓN	PERIODO DE OSCILACIÓN	
CURVAS DE CAPACIDAD	CORTANTE BASAL	DESPLAZAMIENTO DE LA ESTRUCTURA	0.23
ESPECTRO DE CAPACIDAD	PUNTO DE DESPLAZAMIENTO MÁXIMO	PUNTO DE DESEMPEÑO	
IX. ELABORACIÓN DE PLANOS DE FALLA			0.23
PLANOS DE FALLA	ARQUITECTÓNICOS	ESTRUCTURALES	
Apellidos y nombres	Santos Ricardo Pachera Santos R.		
Registro CIP N°	51630		
Profesion	ING. CIVIL		
Correo	Sapachera@UCV.edu.ve		
celular	94424761		

Variable independiente: Reforzamiento con geomallas

Variable dependiente: Comportamiento estatico no lineal

OBSERVACIONES:


 SANTOS RICARDO PACHERA PICHERA
 Firma y sello del experto
 INGENIERO CIVIL
 CIP 51630

Anexo 3: Resultados de ensayo de suelo



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Civil Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos



INFORME N° S18 - 720-1

SOLICITANTE : KENNEDY JOHN PALHUA HUAMÁN
 PROYECTO : ESTUDIO DE SUELO
 UBICACIÓN : PUENTE PIEDRA
 FECHA : 17 DE SETIEMBRE 2018

ENSAYO DE CORTE DIRECTO - ASTM D3080

Estado : Remoldeado (material < Tamiz N° 4)
 Muestra : Única
 Prof. (m) : -

Especimen N°	I	II	III
Lado del molde (cm)	5.97	5.97	5.97
Altura Inicial de la muestra (cm.)	1.79	1.79	1.79
Densidad húmeda inicial (gr/cm ³)	1.950	1.950	1.950
Densidad seca inicial (gr/cm ³)	1.706	1.706	1.706
Cont. de humedad inicial (%)	14.3	14.3	14.3
Altura de la muestra antes de aplicar el esfuerzo de corte (cm.)	1.778	1.752	1.727
Altura final de la muestra (cm.)	1.757	1.733	1.699
Densidad húmeda final (gr/cm ³)	2.124	2.140	2.172
Densidad seca final (gr/cm ³)	1.740	1.763	1.799
Cont. de humedad final (%)	22.1	21.4	20.8
Esfuerzo normal (kg/cm ²)	0.5	1.0	1.5
Esfuerzo de corte máximo (kg/cm ²)	0.305	0.584	0.849
Angulo de fricción interna :	28.6 °		
Cohesión (Kg/cm ²) :	0.03		

Nota : Los especímenes se remoldearon con la densidad del ensayo Próctor Estándar.
 Muestra remitida e identificada por el solicitante.

Realizado por : Téc. G. Quico Z.
 Revisado por : Ing. D. Basurto R. / B.R.P.



Msc. Ing. LUISA E. SHUAN LUCAS
 Jefa (e) del Laboratorio N°2 UNI - FIC

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú
 Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo: 4019
 e-mail: lms_fic@uni.edu.pe, lms.servicios@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Civil Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos



INFORME N° S18 - 720-2

SOLICITANTE : KENNEDY JOHN PALHUA HUAMÁN
 PROYECTO : ESTUDIO DE SUELO
 UBICACIÓN : PUENTE PIEDRA
 FECHA : 17 DE SETIEMBRE 2018

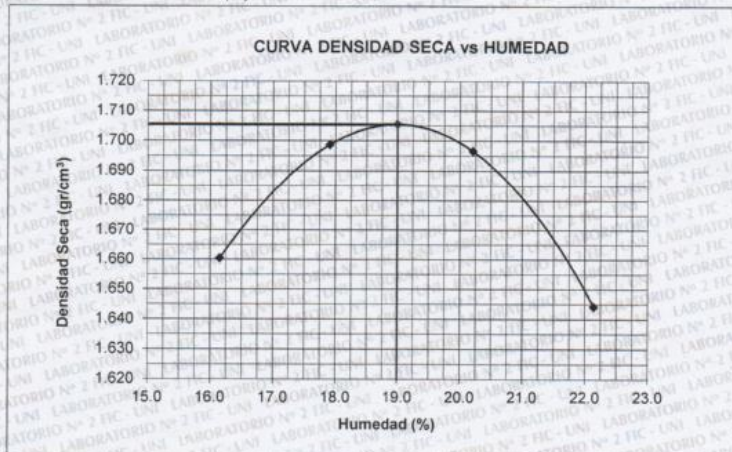
REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Muestra : Única
 Prof. (m.) :

ENSAYO PROCTOR ESTANDAR ASTM D 698

I. RESULTADOS OBTENIDOS EN LA COMPACTACIÓN DE LA FRACCIÓN FINA < N°4

MÉTODO DE ENSAYO : A
 Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 1.706
 Óptimo Contenido de Humec (%) : 19.00



Nota: Muestra remitida e identificada por el Solicitante.

Ejecución

Téc. G. Quico Z

Revisión

Ing. D. Basurto R. / BRRP



[Firma manuscrita]

Msc. Ing. LUISA E. SHUAN LUCAS
Jefa (e) del Laboratorio N°2 UNI - FIC

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú
 Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo: 4019
 e-mail: lms_fic@uni.edu.pe, lms.servicios@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Civil Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos



INFORME N° S18 - 720-1

SOLICITANTE : KENNEDY JOHN PALHUA HUAMÁN
 PROYECTO : ESTUDIO DE SUELO
 UBICACIÓN : PUENTE PIEDRA
 FECHA : 17 DE SETIEMBRE 2018

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Muestra : Única
 Prof. (m.) :

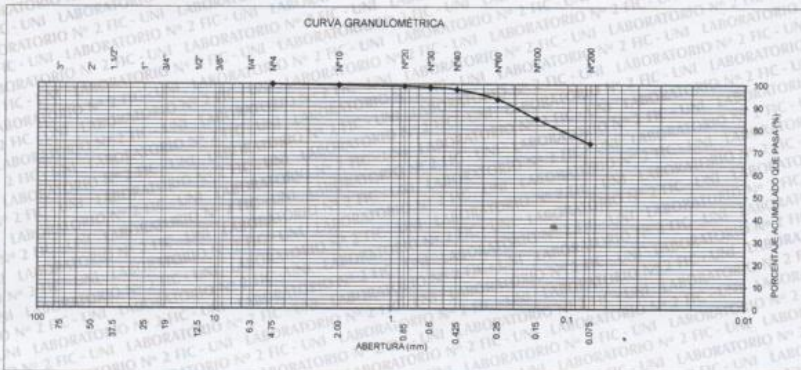
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422

Tamiz	Abertura (mm)	(%)	
		Parcial Retenido	Acumulado
3"	75.000	-	-
2"	50.000	-	-
1 1/2"	37.500	-	-
1"	25.000	-	-
3/4"	19.000	-	-
1/2"	12.500	-	-
3/8"	9.500	-	-
1/4"	6.300	-	-
N°4	4.750	-	100.0
N°10	2.000	0.4	0.4
N°20	0.850	0.5	0.9
N°30	0.600	0.5	1.4
N°40	0.425	0.9	2.3
N°60	0.250	4.2	6.6
N°100	0.150	8.7	15.3
N°200	0.075	11.0	26.3
FONDO		73.7	73.7

% Grava	---
% Arena	26.3
% Finos	73.7

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
Límite Líquido (%)	23.3
Límite Plástico (%)	19.6
Índice Plástico (%)	3.7

Clasificación SUCS ASTM D2487 : ML



Nota: La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante

Ejecutado por : Téc. G. Quico Z.
 Revisado por : Ing. D. Basurto R. / B.R.P.

LABORATORIO N°2 - OFICINA TÉCNICA
 Ing. Daniel J. Basurto R.
 UNI - FIC

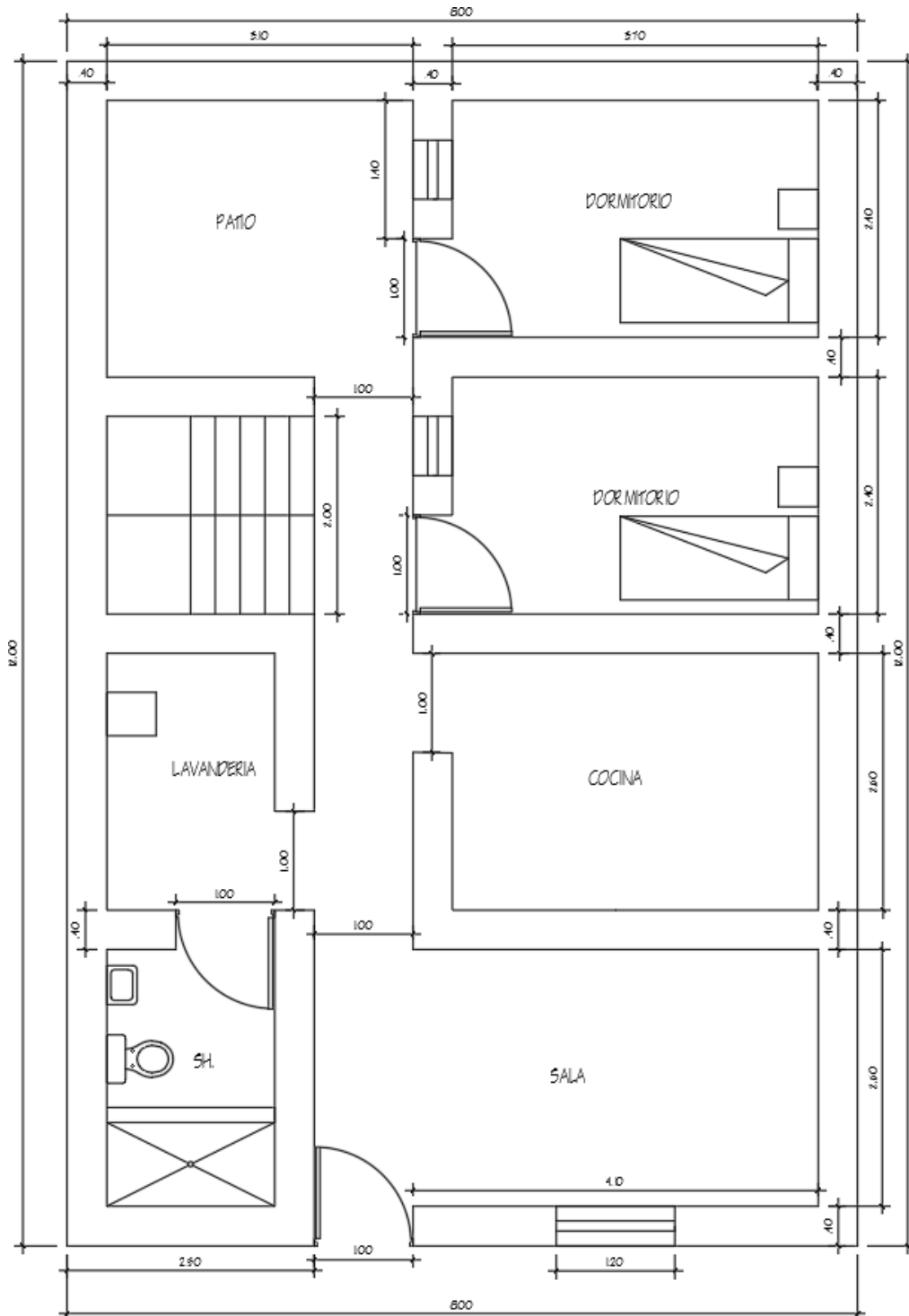


Msc. Ing. LUISA E. SHUAN LUCAS
 Jefa (e) del Laboratorio N°2 UNI - FIC


Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú
 Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo: 4019
 e-mail: lms_fic@uni.edu.pe, lms.servicios@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe

Anexo 4: Planos de la vivienda de adobe

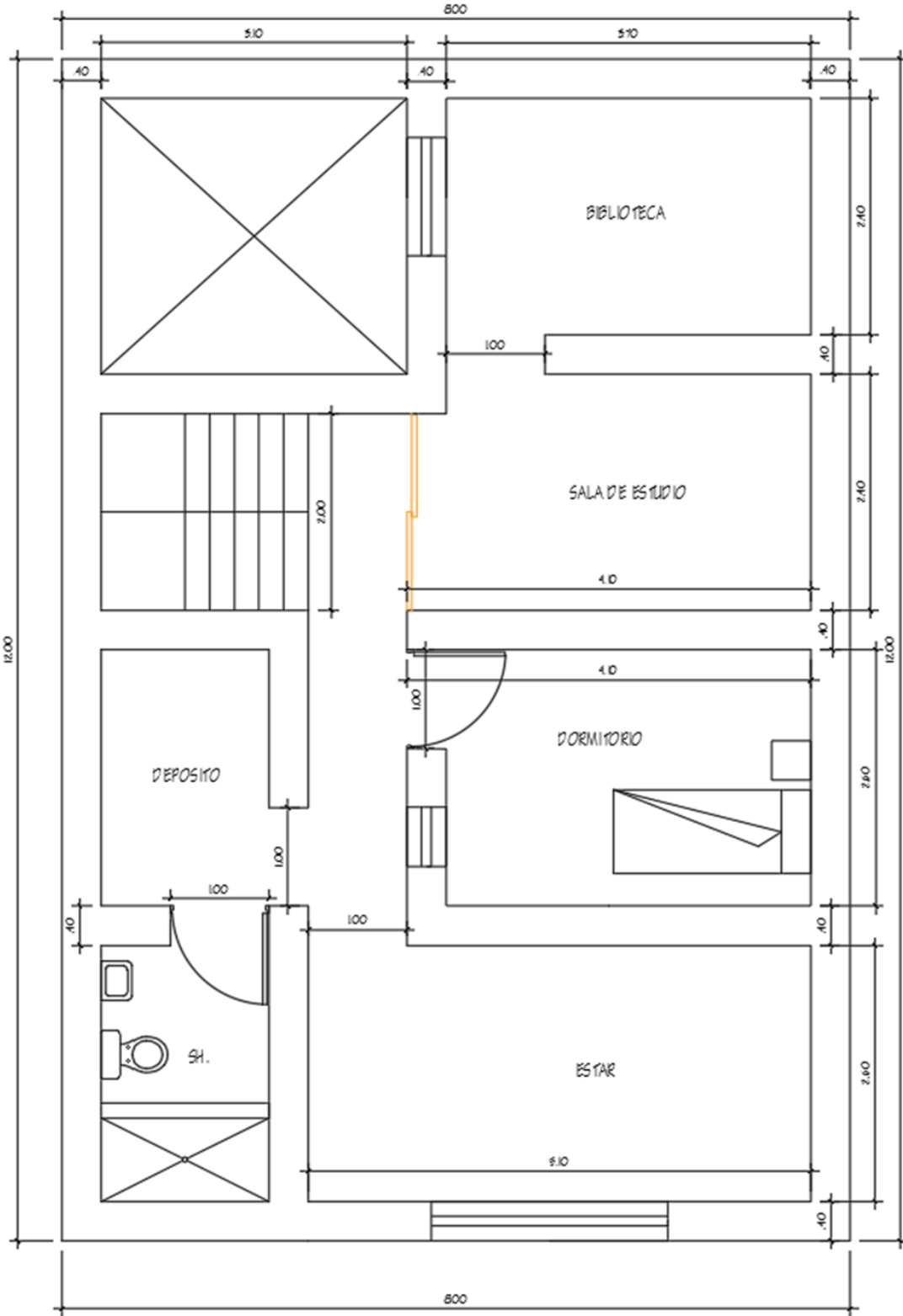
Plano de la estructura sin refuerzo-nivel 1




Fuente: Elaboración propia, 2019.


ING. CIVIL EDGAR R. BEHMUDEZ MEJIA
ESPECIALISTA EN INGENIERIA ESTRUCTURAL
C.I.P. 211566 C101898

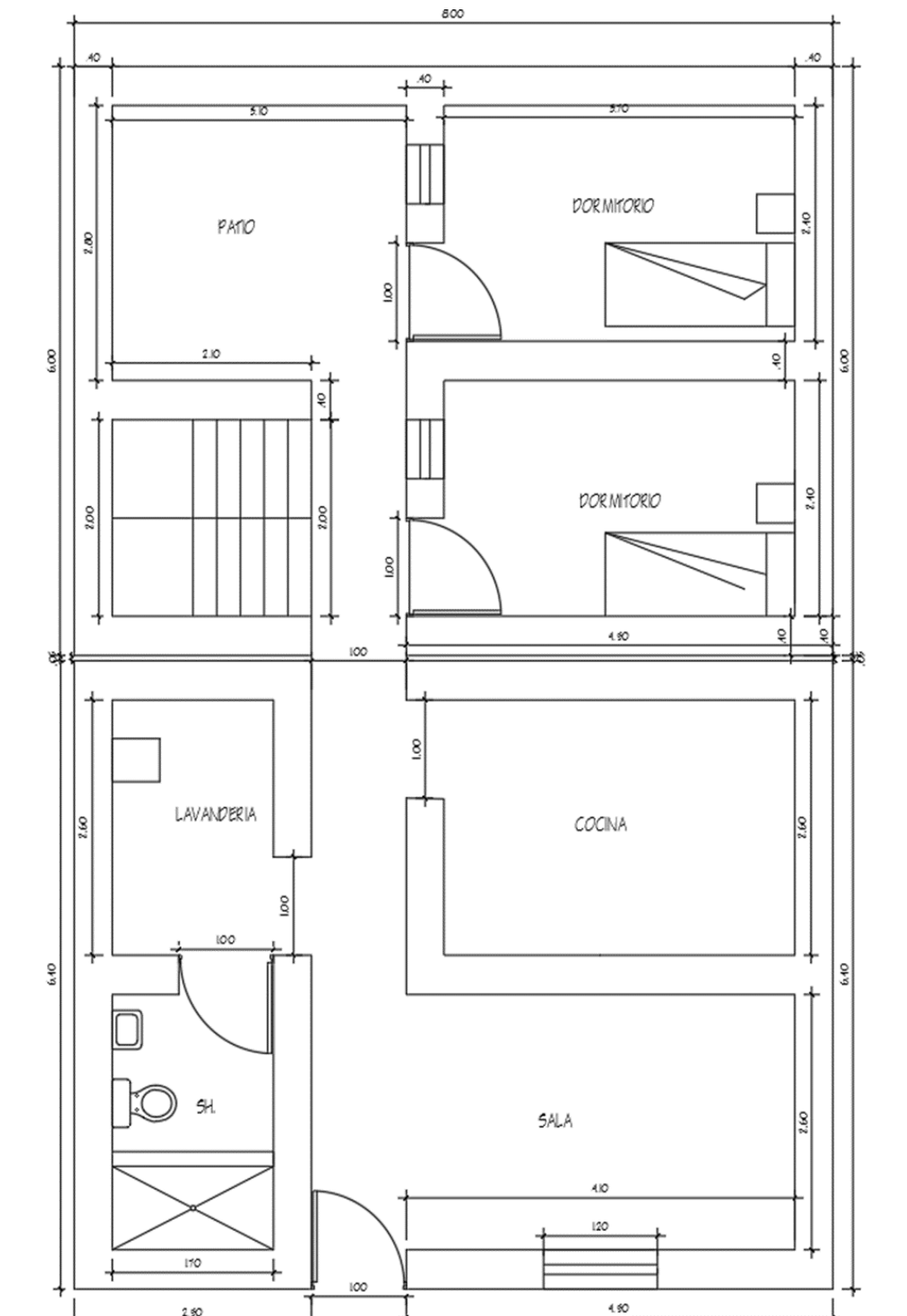
Plano de la estructura sin refuerzo-nivel 2




Fuente: Elaboración propia, 2019.


ING. CIVIL EDGAR R. BERMÚDEZ MEJÍA
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA ESTRUCTURAL
C.I.P. 211956 C101898

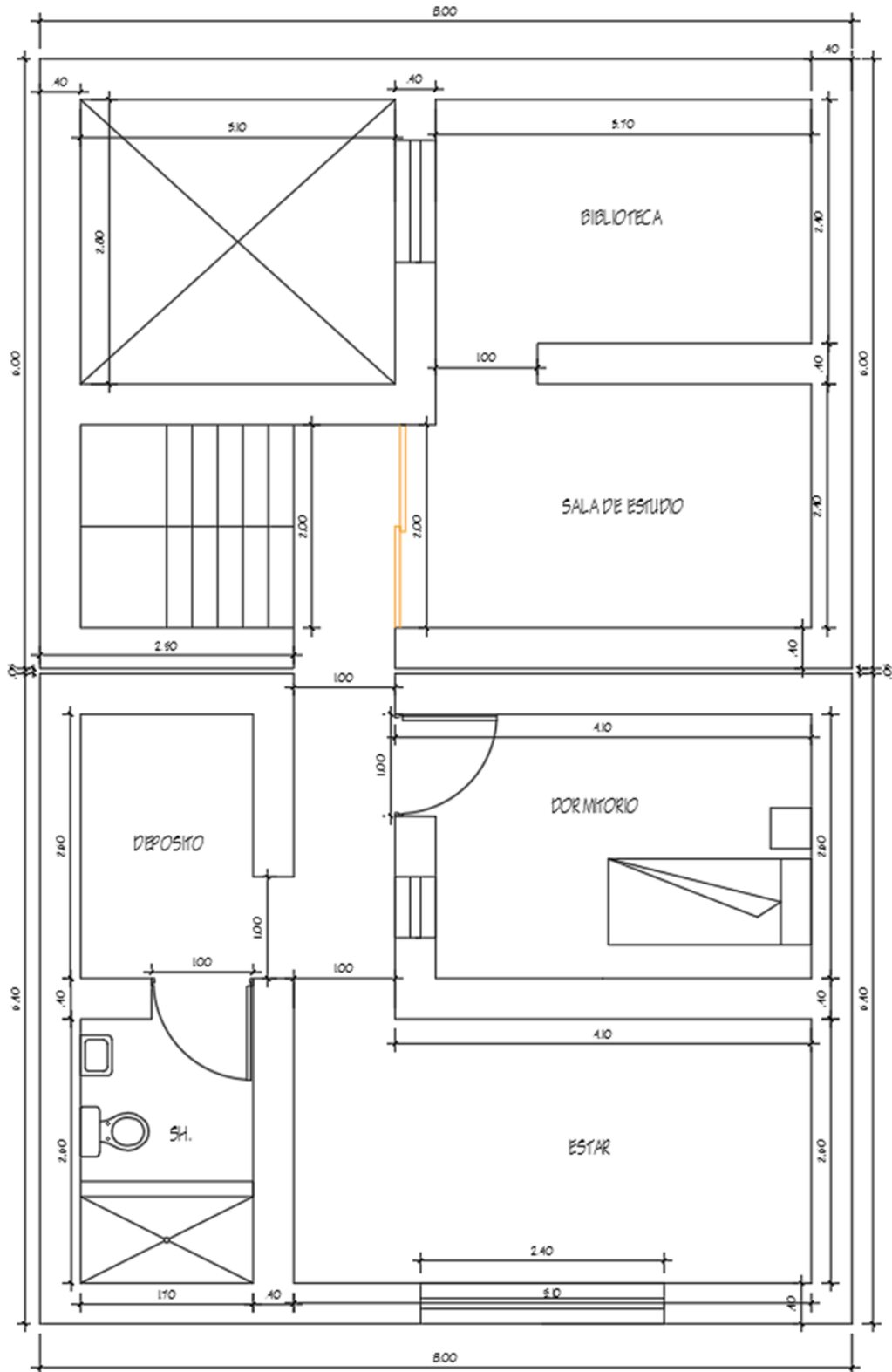
Plano de la estructura con refuerzo y junta sísmica-nivel 1




Fuente: Elaboración propia, 2019.


ING. CIVIL EDGAR H. BEHMUDEZ MEJIA
ESPECIALISTA EN INGENIERIA ESTRUCTURAL
C.I.P. 211566 C101898

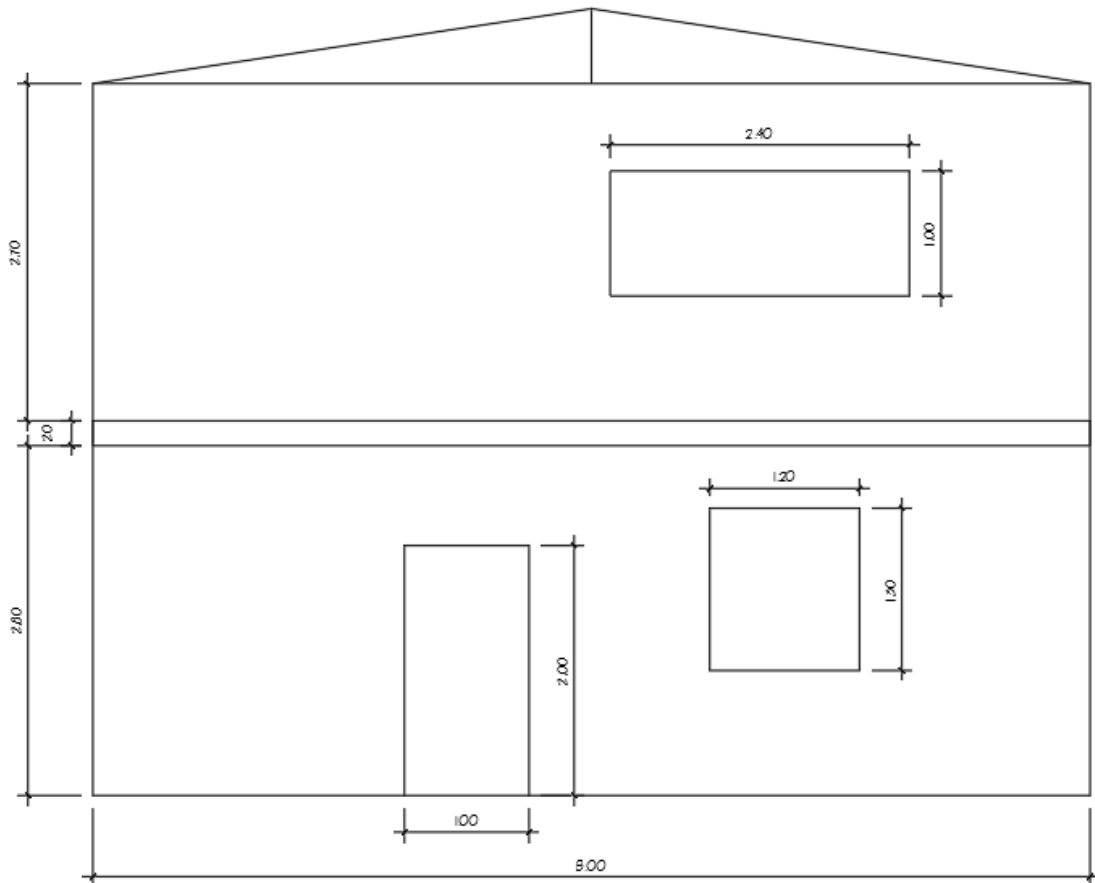
Plano de la estructura con refuerzo y junta sísmica-nivel 2



Fuente: Elaboración propia, 2019.



ING. CIVIL EDGAR R. BERMÚDEZ MEJÍA
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA ESTRUCTURAL
C.I.P. 211566 C101898

Plano vista en planta de la estructura con y sin refuerzo.



Fuente: Elaboración propia, 2019.

MEDIANTE LO ESCRITO QUEDA CONSTATADO QUE LOS PLANOS ELABORADOS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACION DEL ALUMNO KENNEDY JOHN PALHUA HUAMAN ESTUDIANTE DE LA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO DE LA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL FUERON REVISADOS POR EL PROFESIONAL INGENIERO ESTRUCTURAL-ESPECIALISTA EN LA MATERIA, EL INGENIERO “EDGAR RICARDO BERMUDEZ MEJIA” CON CIP: 211556.


ING. CIVIL EDGAR R. BERMUDEZ MEJIA
ESPECIALISTA EN INGENIERIA ESTRUCTURAL
C.I.P. 211556 C101998

Anexo 5: Cargos de documentación

SOLICITO: Carta de presentación de la universidad para realizar mi ensayo en la “**meza vibratoria a escala reducida**” del Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID).

Mg. Lilia rosa carbajal
Coordinadora de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil – UCV LIMA NORTE

Yo, **Kennedy John Palhua Huaman**, identificado con **DNI N° 72571950- código de alumno N° 7000464660- correo:** kenny170291@gmail.com **telefono:**940084092, **domiciliado en** Mz. H3 Lot. 5 –Angamos ventanilla.

Siendo estudiante del X ciclo del año académico 2019-I de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil ante usted me presento y expongo lo siguiente:


Solicito Carta de presentación de la universidad para realizar mi ensayo en la “meza vibratoria a escala reducida” del Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID) dirigido al jefe del Cismid: Jorge gallardo tapia. Ya que mi título de proyecto es “**comportamiento estático no lineal de una vivienda de adobe de 2 niveles con y sin refuerzo de geomalla en el distrito de puente piedra,2019**”.

Detalles de las 2 estructuras a escala reducidas:

1. Material de las estructuras: adobe convencional
2. Escala: 1/20
3. Ancho: 0.40 cm
4. Largo: 0.62 cm
5. Alto: 0.32 cm
6. Peso de la estructura sin refuerzo: 89 kg
7. Peso de la estructura con refuerzo: 89.2 kg

Sin más que expresar me despido, esperando su comprensión y contar con su apoyo, por ser de suma necesidad.

Lima, 21 de junio del 2019



Alumno: Kennedy John Palhua huaman



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Lima, 02 de mayo del 2019

CARTA DE PRESENTACIÓN N°062-2019-UCV-L-DA-ING-CIV/DE

Sr.
Ing. Jorge gallardo Tapia
Encargado del Laboratorio de Estructuras
UNI

Presente

De mi especial consideración:

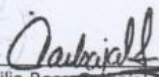
Es grato dirigirme a usted para expresarle nuestro cordial saludo a nombre de la Universidad César Vallejo Lima Norte y en especial de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, y a la vez presentarle al estudiante PALHUA HUAMAN, KENNEDY JOHN con código de estudiante N° 7000464660, con DNI 72571950, correo electrónico: kenny170291@mail.com, celular N°940084092.

Quien se encuentra matriculado en X ciclo del año académico 2019-1 de la carrera de Ingeniería Civil, quien solicita realizar el ensayo en la mesa de vibración a escala reducida, el cual es parte de la investigación para el desarrollo de su tesis.

Esperando contar con su apoyo a la formación profesional de nuestros estudiantes, quedo de usted.

Cordialmente,




Mg. Lilia Rosa Carbajal Reyes
**Coordinadora de la
EP de Ingeniería Civil**

UCV.EDU.PE



Lima, 25 de Junio de 2019

Señor,

KENNEDY JOHN PALHUA HUAMAN

Estudiante de Ing. Civil

Universidad César Vallejo

Presente. -

De mi consideración;

Por medio de la presente permítame saludarlo y dar respuesta a vuestra solicitud realizada luego de nuestra reunión en las instalaciones de nuestro laboratorio. Esta corresponde a una propuesta técnico económica para la realización de ensayos en mesa vibradora de dos especímenes reducidos de módulos de adobe de dos niveles sin y con reforzamiento de geomalla.

Adjunto a la presente, la propuesta que ha sido formulada de acuerdo a los requerimientos solicitados por su representada.

Agradecemos su preferencia al solicitarnos esta propuesta, la cual ponemos a vuestra consideración. Para cualquier consulta, estamos a su disposición.

Atentamente.

3. PLAN DE ENSAYOS

realizarán los siguientes ensayos:



Ing. Jorge Gallardo Tapia
Jefe de laboratorio de estructuras (e)
CISMID/FIC/UNI

PROPUESTA N° 15-LE-CISMID/2019/ JG-MD



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil
Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas
y Mitigación de Desastres
Laboratorio de Estructuras



**PROPUESTA TÉCNICO ECONÓMICA PARA LA REALIZACIÓN DE
ENSAYOS EN MESA VIBRADORA DE DOS ESPECÍMENES REDUCIDOS DE
MÓDULOS DE ADOBE DE DOS NIVELES SIN Y CON REFORZAMIENTO DE
GEOMALLA**

1. ANTECEDENTES

A solicitud del Sr. Kennedy John Palhua Huaman, estudiante de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo se realizó una reunión con el equipo de especialistas del CISMID-FIC-UNI, en la que se solicitó al Laboratorio de Estructuras de CISMID una propuesta técnico económica para la realización de Ensayos en mesa vibradora de dos especímenes reducidos de módulos de adobe de dos niveles sin y con reforzamiento de geomalla. En respuesta a esta solicitud el Laboratorio de Estructuras de CISMID-FIC-UNI formuló la presente propuesta.

Consultados nuestros especialistas, proponemos un plan de actividades de acuerdo a los requerimientos solicitados para llevar a cabo los ensayos en mención, el que ponemos a vuestra consideración en la presente propuesta.

2. OBJETIVO DE LOS ENSAYOS

El objetivo de los ensayos es conocer el comportamiento estructural y el mecanismo de falla de los módulos de adobe sin y con reforzamiento a escala reducida para conocer a que nivel de aceleración en la base se inicia el mecanismo de falla hasta su falla, en la medida de las capacidades de la mesa vibradora.

3. PLAN DE ENSAYOS

realizarán los siguientes ensayos:

- Un ensayo con movimiento en la base en un módulo de adobe sin reforzar de dos niveles a escala reducida hasta la falla.
- Un ensayo con movimiento en la base en un módulo de adobe con reforzamiento de geomalla de dos niveles a escala reducida hasta la falla.

El solicitante debe proveer módulos de bases con aberturas distanciadas de acuerdo a la distribución de la plataforma metálica de la mesa vibradora. Concluidos los ensayos se desarrollará un informe donde se mostrarán los resultados experimentales obtenidos durante los ensayos.

PROPUESTA N° 15-LE-CISMID/2019/JG-MD

Av. Túpac Amaru 1150, Rimac, Lima 25, Código Postal 15333 – Perú
Teléfonos: (+51) 1 4820777 / Central Telefónica: (+51) 1 481 1070 Anexo 294
Correo-e: director@uni.edu.pe / URL: <http://www.cismid-uni.org>

Página 1



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil
Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas
y Mitigación de Desastres
Laboratorio de Estructuras



4. PROPUESTA ECONÓMICA

4.1. Plazo de ejecución y condiciones

El tiempo de ejecución del programa experimental propuesto en ítem 3, será de 15 días calendario, el mismo que será considerado a partir de la entrega de los especímenes y del pago por el servicio de ejecución de los ensayos. El tiempo del servicio se ajustará al cronograma de ensayos del Laboratorio de Estructuras de CISMID. Al finalizar los ensayos, el solicitante se encargará de la demolición, acopio, carguío, transporte y eliminación del desmonte y restos de los especímenes ensayados.

El solicitante se encargará de la construcción de los especímenes, la misma que se podría efectuar en las instalaciones del Laboratorio de Estructuras del CISMID de acuerdo a la disponibilidad de sus ambientes y previa coordinación con el personal de investigación.

4.2. Monto de la propuesta

El costo total del programa experimental propuesto en el ítem 3, será de S/. 2,000.00 (dos mil y 00/100 Soles), monto que incluye el Impuesto General a las Ventas.

4.3. Forma de pago

El monto de los servicios deberá ser pagado en una sola armada. El pago será efectuado a nombre de la Universidad Nacional de Ingeniería, que deberá ser coordinado con la secretaría del Laboratorio de Estructuras de CISMID.

Ing. Jorge Gallardo Tapia
Jefe de laboratorio de estructuras
CISMID/FIC/UNI

PROPUESTA N° 15-LE-CISMID/2019/JG-MD

Av. Túpac Amaru 1150, Rímac, Lima 25, Código Postal 15333 – Perú
Teléfonos: (+51) 1 4820777 / Central Telefónica: (+51) 1 481 1070 Anexo 294
Correo-e: director@uni.edu.pe / URL: <http://www.cismid-uni.org>

Página 2

Anexo 6: Proforma de la geomalla



Av. Los Constructores N° 1352 Dpto. 301 Urb. Covima - La Molina - Lima - Lima
 Telfs.: (511)364-7267 Entel: 946368403 RPM: *579283 RPC: 98793-8385
 ventas@tecsagroperu.com / www.tecsagroperu.com

R.U.C. 20547937580

GUIA DE REMISION-REMITENTE

Utril: 001-0006153

001- Nº 006153

FECHA DE EMISION: 8 / 6 / 2019 FECHA DE INICIO DEL TRASLADO:

Punto de Partida: AV. CONSTRUCTORES 1372 URB. COVIMA - LA MOLINA

Punto de Llegada: AV. CONSTRUCTORES 1372 URB. COVIMA - LA MOLINA

DESTINATARIO

APELLIDOS Y NOMBRES / DENOMINACION / RAZON SOCIAL:

PALHJA HUMANA KENNEDY JOHN
 RUC.: INE: 72571950

TIPO Y N° DE DOCUMENTO DE IDENTIDAD:

UNIDAD DE TRANSPORTE / CONDUCTOR

VEHICULO MARCA Y PLACA No.
 CERTIFICADO DE INSCRIPCION No.
 LICENCIA DE CONDUCIR No.

CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA
AG-00016	GEOMALLA BIAXIAL EGB30 (Rollo 3.95 x 50mt) Tx.	15.00	M2

PESEO COSTO MINIMO DEL TRASLADO VENDEDOR ORDEN DE COMPRA
 LUIS ANTONIO CHOY CHEA

TRANSPORTISTA

NOMBRE: R.U.C.:

COMPROBANTE DE PAGO

TIPO: BOL No.: 0001-000000000

OBSERVACIONES:

MOTIVO DEL TRASLADO

1- Venta 2- Venta sujeta a confirmación del Comprador 3- Compra 4- Consignación 5- Devolución 6- Traslado entre Establecimientos de la misma Empresa 7- Traslado de bienes para transformación 8- Recojo de bienes Transformados 9- Traslado por emisor itinerante de comprobante de pago 10- Traslado Zona primaria 11- Importación 12- Exportación 13- Otros (A) Exhibición (B) Demostración (C)

[Handwritten Signature]

Conformidad del Cliente

Sr.(a)(s)