



# UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

## FACULTAD DE INGENIERÍA

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Análisis del comportamiento sísmico de una estructura mixta compuesta de adobe y quincha ubicado en el distrito de Lurín, departamento de Lima

#### TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniera Civil

#### AUTORES

Mendoza Arzapalo, Caroline Nicol  
ORCID: 0000-0001-9537-2568

Palma Ramirez, Maria Laura  
ORCID: 0000-0001-9737-4196

#### ASESOR

Gárate Cáceres, Francisco Héctor  
ORCID: 0000-0003-0413-3399

**Lima, Perú**

**2022**

## **Metadatos Complementarios**

### **Datos del autor(es)**

Mendoza Arzapalo, Caroline Nicol

DNI: 73200563

Palma Ramirez, Maria Laura

DNI: 73602444

### **Datos de asesor**

Gárate Cáceres, Francisco Héctor

DNI: 7640930

### **Datos del jurado**

JURADO 1

Carmenates Hernandez, Dayma Sadami

DNI: 002944620

ORCID: 0000-0001-5482-7562

JURADO 2

López Silva, Maiquel

DNI: 002946058

ORCID: 0000-0002-0946-6160

JURADO 3

Pereyra Salardi, Enriqueta

DNI: 06743824

ORCID: 0000-0003-2527-3665

### **Datos de la investigación**

Campo del conocimiento OCDE: 2.01.01

Código del Programa: 732016

## **DEDICATORIA**

Dedico el resultado de esta tesis a Dios, quien ha sido la fortaleza de todos mis días. A toda mi familia; principalmente a mi madre Katty por su comprensión, su amor y su fuerza, realmente, ella me ayuda a alcanzar el equilibrio que me permite dar todo mi potencial. A mi abuelo Antonio, por ser el pilar de mi inspiración en mis metas. A mis tíos Venancio, Kevin y Freddy que me dieron un gran ejemplo de ingeniería. Finalmente, quiero dedicar esta tesis a mis amigos, por apoyarme cuando más los necesito, por extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día.

(Mendoza Arzapalo, Caroline Nicol)

Dedico esta tesis a Dios y a toda mi familia, en especial a mis padres July y Ernesto y hermanas Claudia y Pilar; quienes son mi mayor motivación para nunca decaer y siempre mantenerme firme, agradezco su esfuerzo, sacrificio y el apoyo incondicional que siempre me brindan, gracias por siempre creer en mí y acompañarme en seguir cumpliendo mis metas. Así mismo agradecer a mi compañero de vida, quien ha sido mi soporte y compañía durante el desarrollo de la tesis.

(Palma Ramirez, Maria Laura)

## **AGRADECIMIENTO**

Nuestro eterno agradecimiento a nuestra alma mater, por permitirnos conocernos desde el primer día de clases y vivir la etapa universitaria juntas, así mismo agradecemos los conocimientos adquiridos durante la etapa universitaria de esta maravillosa carrera y a todas las personas que nos apoyaron en el desarrollo de la tesis, principalmente a nuestro asesor el Ing. Héctor F. Gárate Cáceres, por el apoyo y paciencia brindado, a Steven por aconsejarnos con el desarrollo de nuestro modelado, a Katherine por brindarnos conocimientos en la arquitectura de nuestro proyecto, entre ellos docentes y familiares, que con sus consejos y palabras de aliento hicieron de cada una de nosotras mejores personas.

(Mendoza Arzapalo, Caroline Nicol y Palma Ramirez, Maria Laura)

# ÍNDICE GENERAL

<b>RESUMEN.....</b>	<b>I</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>II</b>
<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>III</b>
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>1</b>
1.1 Descripción y formulación del problema general y específicos.....	1
1.2 Objetivo general y específico.....	2
1.2.1 Objetivo general.....	2
1.2.2 Objetivos Específicos.....	2
1.3 Delimitación de la investigación: temporal espacial y temática.....	2
1.4 Justificación e importancia.....	3
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>5</b>
2.1 Antecedentes del estudio de investigación.....	5
2.1.1 Antecedentes internacionales.....	5
2.1.2 Antecedentes nacionales.....	7
2.2 Bases teóricas.....	11
2.2.1 Adobe.....	11
2.2.2 Quincha.....	21
2.2.3 Comportamiento sísmico.....	25
2.2.4. Zona de transición del sistema mixto adobe-quincha.....	34
2.2.5 Características de modelos de dos grados de libertad.....	35
2.2.6 Demanda sísmica.....	36
2.3 Definición de términos básicos.....	38
<b>CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS.....</b>	<b>41</b>
3.1 Hipótesis.....	41
3.1.1 Hipótesis principal.....	41
3.1.2 Hipótesis específicas.....	41
3.2 Variables.....	41
3.2.1 Definición conceptual de las variables.....	41
3.2.2 Operacionalización de las variables.....	42

<b>CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>43</b>
4.1 Tipo y nivel.....	43
4.2 Diseño de investigación.....	43
4.3 Población y muestra.....	44
4.4.1 Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos.....	45
4.4.2 Procedimientos para la recolección de datos.....	45
4.4.3 Técnicas para el procesamiento y análisis de la información.....	46
<b>CAPITULO V: ANALISIS DE LA EDIFICACION DE ADOBE Y QUINCHA. .47</b>	<b>47</b>
5.1 Características de la Edificación.....	47
5.2 Pre dimensionamiento.....	50
5.3 Modelamiento en ETABS.....	51
5.4 Análisis de la Edificación.....	53
5.4.2 Evaluación de la resistencia sísmica del adobe.....	63
5.4.3 Evaluación de la flexibilidad de la quincha.....	64
5.5 Evaluación de los costos de la estructura mixta.....	68
5.6 Presentación y análisis de resultados.....	75
5.6.1 Resultados de la evaluación de la resistencia sísmica del abobe.....	75
5.6.2 Resultados de la evaluación de la flexibilidad de la quincha.....	76
5.6.3 Resultados de la evaluación de costos del módulo de adobe y quincha.....	76
5.7 Discusión de resultados.....	77
5.8 Contrastación de Hipótesis.....	78
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>80</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>82</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>83</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>86</b>
Anexo 1: Matriz de Consistencia.....	86
Anexo 2: Matriz de Operacionalización.....	87
Anexo 3: Cronograma de Actividades.....	88

## INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Factor de Suelo S.....	28
Tabla N° 2 Coeficiente sísmico.....	29
Tabla N° 3 Valores según Norma E.080.....	51
Tabla N° 4 Fuerzas y Momentos en las 3 direcciones.....	54
Tabla N° 5 Valores de la deformación de la estructura.....	54
Tabla N° 6 Valores de la deformación de la estructura.....	55
Tabla N° 7 Masa de los dos niveles.....	55
Tabla N° 8 Periodos de la estructura.....	56
Tabla N° 9 Máximos desplazamientos en X:.....	59
Tabla N° 10 Máximos desplazamientos en Y:.....	60
Tabla N° 11 Propiedades del material del adobe.....	63
Tabla N° 12 Propiedades del material de quincha.....	65
Tabla N° 13 Memoria descriptiva.....	68

## INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1 Mapa del distrito de Lurín.....	3
Figura N° 2 Componentes del adobe.....	1414
Figura N° 3 Colapso de la fachada al quedar libre en voladizo.....	18
Figura N° 4 Estructura típica de la Mampostería de Adobe (Frontal y Perfil).....	18
Figura N° 5 Tipos de Amarre en encuentros de muros de adobe con o sin refuerzo.....	19
Figura N° 6 Tipos de Amarre en encuentros de muros de adobe con o sin refuerzo.....	20
Figura N° 7 Entramado de un sistema constructivo de quincha.....	24
Figura N° 8 Factor de Uso U.....	28
Figura N° 9 Zonificación del Peligro Sísmico en el Perú.....	29
Figura N° 10 Falla típica por tracción.....	30
Figura N° 11 Falla por corte.....	30
Figura N° 12 Niveles de diseño para la intervención de mejoramiento sísmico.....	32
Figura N° 13 Estructura típica del Sistema Adobe-Quincha (Frontal y Perfil).....	33
Figura N° 14 Componentes estructurales del sistema Adobe - Quincha.....	34
Figura N° 15 Transmisión de cargas del techo a los muros de quincha.....	34
Figura N° 16 Zona de transición del sistema mixto Adobe-Quincha.....	35
Figura N° 17 Sistema de dos grados de libertad como péndulo invertido.....	36
Figura N° 18 Sistema de 2gdl como Osciladores con Fuerzas externas.....	36
Figura N° 19 Ubicación de Estaciones Acelerográficas en Lima.....	37
Figura N° 20 Estación Ica 2.....	37
Figura N° 21 Imagen referencial planta 1.....	47
Figura N° 22 Imagen referencial planta 2.....	48
Figura N° 23 Facha lateral del módulo.....	48
Figura N° 24 Facha lateral del módulo.....	49
Figura N° 25 Corte A-A del módulo.....	49
Figura N° 26 Limites Geométricos de muros y vanos.....	51
Figura N° 27 Modelado de la estructura mixta vista en planta.....	52
Figura N° 28 Modelado de la estructura mixta vista en 3D.....	53
Figura N° 29 Modelado de la estructura mixta vista en 3D.....	53
Figura N° 30 Modelado dirección en X.....	54
Figura N° 31 Modelado dirección en Y.....	55
Figura N° 32 Primer modo de vibración (traslacional en Y).....	56

Figura N° 33 Segundo modo de vibración (traslacional en Y).....	57
Figura N° 34 Tercer modo de vibración.....	57
Figura N° 35 Cuarto modo de vibración (rotacional).....	58
Figura N° 36 Quinto modo de vibración (traslacional en Y).....	58
Figura N° 37 35 Sexto modo de vibración (rotacional).....	59
Figura N° 38 Grafica lineal del desplazamiento vs pisos en Sx.....	60
Figura N° 39 Grafica lineal desplazamiento vs pisos en Sy.....	61
Figura N° 40 Función masa 100% PD +50 %PL.....	61
Figura N° 41 Definición de fuerza sísmica en X con el coeficiente 0.35.....	62
Figura N° 42 Definición de fuerza sísmica en Y coeficiente 0.35.....	62
Figura N° 43 Valores insertados para analizar el adobe.....	63
Figura N° 44 Espesor del muro para analizar el adobe.....	64
Figura N° 45 Valores insertados para analizar la quincha.....	64
Figura N° 46 Espesor del muro para analizar la quincha.....	65
Figura N° 47 Características del entrepiso.....	66
Figura N° 48 Características del entrepiso.....	66
Figura N° 49 Esfuerzo en el modelado en Sx.....	67
Figura N° 50 Esfuerzo en el modelado en Sy.....	67
Figura N° 51 Esfuerzo en el modelado en Sy.....	68
Figura N° 52 Plantilla de metrados.....	72
Figura N° 53 Plantilla de metrados.....	73
Figura N° 54 Plantilla de metrados.....	73
Figura N° 55 Plantilla de metrados.....	74
Figura N° 56 Plantilla de metrados.....	74
Figura N° 57 Plantilla de metrados.....	75
Figura N° 58 Plantilla de metrados.....	75
Figura N° 59 Presupuesto por partidas.....	76

## RESUMEN

El Perú es uno de los países con mayor potencial sísmico debido a su formación que parte del llamado Anillo de Fuego del Pacífico, zona en la que la Tierra libera más del 85% de la energía acumulada en su interior debido a los procesos de convección del manto. Así mismo el Perú ha albergado culturas que emplearon la tierra como material tradicional de construcción; pese a que, el país está ubicado en una de las zonas más sísmicas de Sudamérica.

El objetivo de esta tesis fue analizar el comportamiento sísmico de una estructura mixta compuesta de adobe y quincha ubicada en el distrito de Lurín, Departamento de Lima. Para idealizar una estructura que se ajuste a la realidad, se procedió al pre dimensionamiento estructural de un módulo de dos niveles compuesto por adobe y quincha, de acuerdo a las Normas Técnicas E. 030 y E. 080. Así mismo se modeló la estructura en el Software ETABS v. 19 y se realizó el análisis dinámico estático. A partir de la evaluación realizada al sistema dual adobe – quincha, se demostró que esta metodología de construcción es efectivamente resistente ante un comportamiento sísmico. La resistencia sísmica que aporta el adobe cumplió con brindar la resistencia estructural correspondiente al primer nivel y la flexibilidad de la quincha influyó en la rigidez de la estructura en el segundo nivel.

Así mismo, se demostró que la estructura mixta tiene similar resistencia a la de una vivienda con estructura compuesta de ladrillos y concreto ante un comportamiento sísmico. Finalmente, según la evaluación de costos realizada resultó que una vivienda construida con materiales derivados de la tierra es 3 a 4 veces menor que una estructura compuesta de material noble.

Palabras clave: dual, adobe, quincha, rigidez, resistencia, comportamiento sísmico

## ABSTRACT

Peru is one of the countries with the greatest seismic potential due to its formation as part of the so-called Pacific Ring of Fire, an area in which the Earth releases more than 85% of the energy accumulated in its interior due to mantle convection processes. Likewise, Peru has housed cultures that used the earth as a traditional construction material; despite the fact that the country is in one of the most seismic areas of South America.

The objective of this thesis was to analyze the seismic behavior of a mixed structure composed of adobe and quincha located in the district of Lurín, Department of Lima. In order to idealize a structure that adjusts to reality, a structural pre-dimensioning of a two-level module composed of adobe and thatch, according to Technical Standards E. 030 and E. 080, was carried out. Likewise, the structure was modeled in ETABS software v. 19 and the dynamic-static analysis was performed. From the evaluation carried out on the dual adobe - quincha system, it was shown that this construction methodology is effectively resistant to seismic behavior. The seismic resistance provided by the adobe provided the structural resistance corresponding to the first level and the flexibility of the quincha influenced the rigidity of the structure in the second level.

Likewise, it showed that the mixed structure has similar resistance to seismic behavior as that of a house with a structure composed of bricks and concrete. Finally, according to the cost evaluation carried out, it turned out that a house built with materials derived from the earth is 3 to 4 times less than a structure made of noble material.

Word keys: dual, adobe, quincha, stiffness, resistance, seismic behavior

## INTRODUCCION

Dos de los sistemas constructivos tradicionales más utilizados en el territorio sudamericano son la quincha y el adobe. Particularmente en Perú, este sistema fue muy popular en el período colonial y republicano debido a la resistencia térmica y mecánica del adobe y las características flexibles de la quincha. Se hicieron reconocidos como materiales resistentes frente a los movimientos sísmicos frecuentes en territorio sudamericano.

A pesar de que la construcción con muros de adobe y quincha ha sido utilizada ampliamente, se mantiene como un conocimiento tradicional obtenido únicamente a partir de la experiencia. Los trabajos de investigación de estructuras con adobe y quincha han contado con un escaso desarrollo comparados con otros métodos como el concreto armado o el acero.

El objetivo es explicar de qué manera la aplicación del adobe y quincha altera la resistencia estructural y rigidez de una estructura ante un comportamiento sísmico y determinar si es viable su recomendación para hogares con bajos recursos económicos. Así mismo para un estudio estructurado del problema, la investigación se ha organizado de la siguiente manera: Planteamiento del problema, marco teórico, diseño de investigación, resultados, conclusiones y recomendaciones, para culminar con la bibliografía con información que certifica lo realizado.

En esta investigación se explicará brevemente el capítulo 1, planteamiento y delimitación del problema, en cual explicamos los objetivos generales y específicos. En el capítulo 2, explicamos antecedentes internacionales y nacionales, como también las bases teóricas. En el capítulo 3, explicamos las hipótesis de la investigación. En el capítulo 4, explyamos sobre la metodología de la investigación. En el capítulo 5, podemos demostrar cómo se llevó a cabo el análisis de la edificación de adobe y quincha. Finalmente, en el capítulo 6, logramos obtener los resultados de nuestros objetivos.

## CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

### 1.1 Descripción y formulación del problema general y específicos

El Perú es uno de los países con mayor potencial sísmico debido a su formación que parte del llamado Anillo de Fuego del Pacífico, zona en la que la Tierra libera más del 85% de la energía acumulada en su interior debido a los procesos de convección del manto. En este contexto, la actividad sísmica alrededor de la placa del Pacífico se debe a varios procesos de convergencia de placas a una velocidad que puede alcanzar los 8 cm/año. En América del Sur, en su borde occidental, son las placas de Nazca y Sudamericana las que convergen y desarrollan el proceso de subducción, mediante el cual la placa oceánica de Nazca es llevada bajo la placa continental o sudamericana. Este proceso es fuente de la geodinámica activa del país y, por lo tanto, de una importante actividad sísmica y volcánica e impactos asociados. (Hernando Tavera, 2019, p. 60)

El Perú ha albergado culturas que emplearon la tierra como material tradicional de construcción; pese a que, el país está ubicado en una de las zonas más sísmicas de Sudamérica. Durante la época colonial y los inicios de la república peruana, las tecnologías imperantes han sido la mampostería de adobe y los muros de quincha (Blondet et al, 2011). La aplicación de estos materiales en la construcción aún se mantiene como un conocimiento tradicional obtenido únicamente a partir de la experiencia y conocimiento empírico sin evaluar las propiedades que refuerzan a estos materiales ante un evento sísmico.

Además, el crecimiento desmesurado de la población limeña y el movimiento migratorio interno hacia la capital, ha incrementado significativamente las necesidades habitacionales de la población. La mayoría construye viviendas sin asesoría técnica, lo que muchas veces resulta en viviendas una alta probabilidad de temblores. Muchas veces el proceso constructivo no se respeta adecuadamente, o se ha prescindido de la asistencia técnica calificada, generando así riesgos y accidentes en la seguridad y salud de las personas.

Es necesario resaltar que, el Perú es un país que cuenta con una gran identidad histórica, y cuenta con numerosas edificaciones que son patrimonios culturales nacionales e internacionales. La mayoría de las edificaciones del centro histórico de Lima están compuestas por este sistema estructural mixto; por ende, es de

suma importancia realizar investigaciones adecuadas que permitan un eficiente análisis estructural frente a cargas dinámicas. (Santa María A., 2018)

Por lo expuesto anteriormente, esta investigación se concentra principalmente en evaluar la influencia de la resistencia sísmica del adobe y la flexibilidad de la quincha ante un comportamiento sísmico.

## 1.2 Objetivo general y específico

### 1.2.1 Objetivo general

Analizar el comportamiento sísmico de una estructura mixta compuesta de adobe y quincha ubicada en el distrito de Lurín, Departamento de Lima.

### 1.2.2. Objetivos Específicos

- a) Evaluar la resistencia sísmica del adobe para una mejor resistencia estructural ante un comportamiento sísmico de la estructura mixta.
- b) Evaluar la flexibilidad de la quincha para una mejor rigidez ante un comportamiento sísmico en una estructura mixta.
- c) Evaluar los costos de la estructura mixta compuesta de adobe y quincha.

## 1.3 Delimitación de la investigación: temporal espacial y temática

### Delimitación temporal

El desarrollo de esta investigación se llevará a cabo en un periodo de seis meses que está comprendido desde el mes de mayo del 2022 hasta octubre del 2022. Ver Anexo 03 Cronograma de actividades.

### Delimitación espacial

Esta investigación se desarrolla en el distrito de Lurín, Departamento de Lima, Provincia de Lima. Limita por el Norte con los distritos de Pachacamac, Villa María del Triunfo y Villa el Salvador; por el Este también con el distrito de Pachacamac; por el Sur con el distrito de Punta Hermosa y por el Oeste con el océano Pacífico. Las coordenadas geográficas: 12°16'45"S 76°52'30"O



Figura N° 1 Mapa del distrito de Lurín

Fuente: Google Maps. (2022)

### Delimitación temática

Esta investigación pertenece a la línea de estructura.

## 1.4 Justificación e importancia

### Justificación teórica

A manera de encontrar una resistencia por forma, se usa la técnica de muros de adobe de planta circular. Así mismo, la quincha tiene una característica principal que genera un uso de materiales de técnica sencilla, fácil transporte y montaje, además de poseer un comportamiento sísmico apropiado debido a su condición estructural flexible y es de buena aclimatación para climas de alta oscilación térmica. Este trabajo de investigación evaluará el comportamiento sísmico del adobe y quincha poniendo al alcance de muchas personas si esta alternativa constructiva es viable o no.

### Justificación práctica

El empleo del adobe y quincha como materiales de construcción representan una solución como alternativa factible ante la problemática de la escasez de vivienda, está es una propuesta de una vivienda a bajo costo. Los pobladores de escasos recursos eligen la aplicación de estos materiales para las construcciones por ser una propuesta económica y con posibilidades de autoconstrucción.

### Justificación social

Según el último censo realizado en el año 2017 por el INEI en el distrito de Lurín, aproximadamente 89195 habitantes serían los beneficiados con esta tesis y para nosotros como ingenieros brindaremos un aporte para la información académica y práctica. Asimismo, se pretende mejorar la calidad de futuras construcciones de adobe y quincha, y de esta forma se pueda proporcionar una mejor calidad de vida para la población.

#### Importancia

La presente investigación pretende realizar la apreciación de la vulnerabilidad sísmica de una estructura mixta compuesta por adobe y quincha en el distrito de Lurín como alternativa de solución para mejorar su respuesta sísmica y garantizar una mejor seguridad a los ocupantes en inmuebles de bajos recursos económicos; manteniendo, además, una relación costo-beneficio con el uso de este sistema.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes del estudio de investigación

#### 2.1.1. Antecedentes internacionales

Roa M. & Larrota M. (2020), realizó una tesis titulada “Construcciones en Adobe para las comunidades de Recursos Limitados” para optar el grado académico de Título en Arquitectura en la Universidad La Gran Colombia. El objetivo de dicho trabajo fue plantear un sistema constructivo a partir de adobes para viviendas de escasos recursos con materiales 100% naturales, de bajo impacto ambiental, y bajo costo que permite la autoconstrucción. Los resultados demostraron que el tipo de suelo en el lugar de estudio tiene las propiedades necesarias para fabricar el adobe. El prototipo N° 3 de peso de 7.60 kg. y resistencia 121 KN y de acuerdo a la Norma E.080, la resistencia mínima debe ser de 12 kg/cm<sup>2</sup>, por lo tanto, el prototipo supera con el esfuerzo mínimo admisible. En sus conclusiones manifiestan que se logró demostrar que el prototipo de adobe, es validado en cuanto a resistencias de acuerdo a los requisitos de la Norma E.080. Después de realizar las respectivas mezclas y utilizar los métodos ya mencionados para evaluar los comportamientos técnicos del adobe, es fundamental dejar un periodo de 1 mes el proceso de secado, para tener la resistencia adecuada para la estructura. Finalmente concluimos que un suelo de arcilla es un suelo firme que tiene las propiedades necesarias para fabricar el adobe. Además, una vez puesto a prueba en los ensayos de aplastamiento, si la muestra no se rompe el suelo tiene suficiente arcilla para elaborar los adobes, pero si se rompe, la tierra no tiene suficiente arcilla para la fabricación de los mismos.

Esteves M. & Cuitiño G. (2020), realizó un artículo sobre el sistema constructivo de la quincha en zonas rurales del Norte de Mendoza en la Universidad de Mendoza. El artículo tiene como objetivo analizar el sistema constructivo de la quincha en el norte de la provincia de Mendoza (Argentina) para luego reparar en la arquitectura vernácula como patrimonio, considerándola como parte del acervo histórico de la cultura y en relación con la identidad local. Para ello, se hace foco en dos zonas rurales del norte de la provincia en el contexto de tierras secas, para indagar respecto a sus posibles

matices o variaciones y de esta forma contribuir a la diversidad del patrimonio vernáculo construido con tierra. La metodología que se utiliza responde principalmente al uso de técnicas cualitativas, las cuales involucran observación directa y entrevistas en profundidad a los habitantes locales. Los resultados muestran que la quincha presenta variaciones dependiendo del contexto natural y cultural en que se genera. Las conclusiones señalan la importancia de reconocer las diferencias que presenta el sistema constructivo en cada zona, aportando datos que permitan gestionar su puesta en valor y conservación. Finalmente concluimos que el sistema constructivo de la quincha presenta variaciones en diferentes sectores del norte de Mendoza. Estas variaciones se vinculan con la disponibilidad de materiales naturales en el sitio y por la cultura de la población local. Ciertamente, a partir del conocimiento de las características que presenta el sistema resulta factible poner en valor a esta arquitectura y las acciones necesarias para su conservación.

García, I. (2017), realizó la tesis “Estudio de permeabilidad en el adobe implementando agregados naturales” para obtener el título de Ingeniero en Diseño. En esta tesis se realizaron pruebas de resistencia a la compresión y degradación en agua en muestras obtenidas en cubos de 5 cm. de suelo solo y de suelo combinado con jugo de hoja de plátano, hoja de plátano, engrudo de trigo, se planteó el estudio de la permeabilidad del adobe con la implementación de algún componente natural con la finalidad de experimentar si se puede conseguir una mayor impermeabilidad con la cual poder prolongar su durabilidad, así como conocer sus resistencias a la compresión y a la flexión. Los resultados en las pruebas en adobes indicaron que la impermeabilidad del adobe elaborado con suelo, estiércol de burro y 15% de resina de pino aumentó (porcentaje de absorción de agua alcanzado: 18.95%), incluyendo su resistencia a la compresión ya que obtuvo un valor de 5.88 MPa, mientras que su resistencia a la flexión se mantuvo casi igual a la conseguida en los adobes sin resina (0.838 MPa y 0.840 MPa respectivamente). Finalmente concluimos en que distintos tipos de agregados que se utilizan para compensar y/o mejorar características del adobe, son efectivamente resistentes a la compresión.

Llunitasig, S. & Siza, A. (2017), en su trabajo experimental previo a la obtención del título de Ingeniería Civil, “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, tienen como objetivo realizar modelos a escala con los adobes que alcanzaron mayor resistencia a compresión los mismos que fueron elaborados con barro dormido más la adición de sangre de toro y estiércol de vaca, a uno de ellos se lo reforzó con malla plástica y posteriormente se analizó su comportamiento ante la acción de carga dinámica en la mesa vibratoria de la FICM, demostrando así que estos modelos realizados con material orgánico y que siguen un proceso constructivo acorde a la Normativa y Manuales Peruanos vigentes, confieren estabilidad y seguridad estructural. En sus conclusiones se demostró que la integración entre la mampostería de adobe artesanal y el refuerzo de malla plástica, influye en la absorción de esfuerzos durante un sismo lo que constituye una técnica eficaz para construcción con tierra, ya que cumple de esta manera los objetivos de seguridad de vida de los ocupantes y la prevención del colapso ante una amenaza sísmica. Así mismo los adobes artesanales estabilizados con sangre de toro y estiércol de vaca alcanzaron una resistencia a compresión de 11,29 kg/cm<sup>2</sup> a los 30 días, logrando un incremento de la resistencia a compresión del 14,74% con respecto al adobe artesanal básico. Finalmente, concluimos que para la selección del suelo que se empleará en la elaboración de adobes artesanales se deben realizar los ensayos de campo tales como Cinta de barro y presencia de arcilla descritos en la Norma E 0.80 Construcción con tierra y que proveer de un refuerzo de malla plástica al elaborar adobes artesanales de barro dormido estabilizado con sangre de toro y estiércol de vaca, demuestra un comportamiento sismorresistente ante la acción de carga sísmica de la mesa vibratoria.

### 2.1.2 Antecedentes nacionales

Santa María, A. (2018), realizó una tesis titulada “Comportamiento dinámico de una estructura mixta de dos pisos compuesta por adobe y quincha” para optar el grado académico de Título en ingeniería civil en la Universidad Pontificia Católica del Perú. Esta tesis tuvo como objetivo

modelar una estructura de dos pisos que cuenta con muros de adobe en el primer piso y quincha en el segundo piso para obtener las respuestas dinámicas con diferentes ratios de rigideces entre ambos pisos “ $k_1/k_2$ ”. De este modo, encontrar una relación entre la rigidez relativa con las respuestas dinámicas e identificar el caso más favorable que presente los menores valores de fuerzas. La quincha era un material mucho más liviano y se comportó adecuadamente cuando se presentaron los sismos posteriores. Por esta razón, muchas de las construcciones existentes en el centro histórico de Lima presentan este sistema estructural adobe-quincha y se mantienen estables a pesar de los numerosos movimientos sísmicos que han ocurrido en todo su tiempo de vida, independientemente del trabajo de conservación que se le haya dado. De los ensayos realizados se obtuvo que el adobe se comportó mejor de lo esperado. Puesto que, el sistema adobe-quincha no presentó colapso y los muros del segundo piso, a pesar de presentar grandes desplazamientos relativos se mantienen sin fallar. Así también, los resultados reafirman lo obtenido por el análisis de sensibilidad y muestra que estas estructuras mixtas cuentan con rigideces relativas cercanas al rango más óptimo para obtener menores valores de cortante basal. Finalmente concluimos que la quincha y los materiales de tierra como el adobe a pesar de ser material liviano, ante un desplazamiento relativo no presentan colapso y se mantienen sin fallar.

Silva, R. (2018), realizó una tesis titulada “Desempeño sísmico de muros de quincha tradicional mediante el método del espectro de capacidad” para optar el grado académico de Titulado en ingeniería civil en la Universidad Pontificia Católica del Perú. Este plan de investigación tiene como objetivo revisar de manera cuantitativa el sistema estructural de las paredes de quincha, construidos con las técnicas y los materiales clásicos, es conveniente para tolerar solicitaciones sísmicas y reconocer su manejo. Las demandas de desplazamiento son completamente cubiertas por sus capacidades, además que se constata que los muros no presentan daños que pongan en peligro su integridad estructural, para todos los casos de sismo estudiados según los

registros fotográficos de los ensayos, además dentro de su investigación considera que el procedimiento del método del espectro de capacidad se muestra como una opción a considerar al realizar análisis sísmicos de estructuras cuyo comportamiento es complejo, si se desea un resultado rápido y coherente. Finalmente concluimos para todos los casos de sismos estudiados, el procedimiento del método del espectro de capacidad se muestra como una opción a considerar al realizar análisis sísmicos de estructuras cuyo comportamiento es complejo, en cuanto se desea un resultado rápido.

Marussi Castellan F. (2018), en su artículo sobre Bóvedas a base de quincha en las edificaciones monumentales del Virreinato del Perú tiene como objetivo enseñar técnicas constructivas con la quincha, que se conocen con el nombre de bahareque en Colombia y Panamá. En Bolivia, Ecuador y Chile se le nombra tal como en el Perú. En primer lugar, se trata en relación a la etimología y definición del sistema constructivo Quincha, señalando ciertos puntos técnicos de tipo general que la caracterizan. Posteriormente se describen los procesos constructivos, materiales empleados y tipologías de las bóvedas que se construyeron en el Perú a lo largo del Virreinato, las cuales junto con las cúpulas representan los recursos arquitectónicos más complicados realizados en este sistema constructivo. En la reconstrucción de los edificios los arquitectos buscaron mejoras técnicas para garantizar la estabilidad de sus construcciones, volviendo a utilizar las bóvedas góticas de crucería sin que dieran buenos resultados. Al final concluimos que los procesos constructivos, materiales empleados y tipologías de las bóvedas que se construyeron en el Perú a lo largo del Virreinato, las cuales junto con las cúpulas representan los recursos arquitectónicos más complicados realizados en este sistema constructivo.

Greco F. & Lorenzo P. (2021), realizó un artículo sobre la Evaluación sísmica de grandes edificios históricos de adobe vernaculares en la Región Andina del Perú. El artículo tiene como objetivo estimar la aplicación del método N2 y el análisis límite cinemático en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de iglesias andinas coloniales. Se llevó a cabo el

análisis proporcional de masa estática no lineal (empuje) en las principales direcciones de Casa Arenos para estudiar el comportamiento sísmico del edificio. El modelo de elementos finitos asumió la geometría representativa, propiedades del material, condiciones de carga y de contorno, con el objetivo de representar el edificio en su configuración actual considerando la estructura en condiciones reparadas. Se realiza un análisis preliminar en un modelo simplificado para comprender la influencia de la presencia de vigas de unión y pisos con diferentes conexiones en la capacidad y el mecanismo de falla. Los resultados muestran como las vigas de unión y los diafragmas de madera bien conectados pueden mejorar significativamente la capacidad de la estructura contra el mecanismo de falla. Finalmente concluimos que en este artículo se lleva a cabo el análisis proporcional de masa estática no lineal (empuje) en las principales direcciones de Casa Arenos para estudiar el comportamiento sísmico del edificio.

Chavez, J & Cueva, J. (2020) en su tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, “Propuesta de vivienda modular sostenible mediante la utilización de paneles de quincha prefabricada para atención de las demandas de refugio en Sondorillo, Huancabamba, Piura”, tienen como objetivo efectuar el análisis comparativo costo beneficio de la vivienda modular de quincha frente a las alternativas existentes en Piura y realizar la simulación virtual en 4D de la vivienda modular de quincha mediante los softwares Navisworks, Revit y MS Project y la representación a escala del proyecto vivienda modular de quincha. En sus resultados demuestra que la ejecución de la Vivienda Modular Sostenible es de 7 días hábiles. Además, se tendrá casi dos horas extras para culminar el proyecto; una hora, en el día 2, ya que ahí se ejecutan 3 partidas importantes, el cimiento corrido junto con las columnas y las vigas; un cuarto de hora en el tercer día para culminar la instalación del tanque elevado; y media hora en el último día para terminar de colocar las puertas y ventanas. Y concluyen que con la simulación adecuada del módulo de vivienda modular en 4D con el programa Navisworks (previa modelación en Revit y previa programación en MS Project) se logrará una mayor comprensión de las partidas y visualización del proyecto como parte

de la metodología de la construcción planteada. Finalmente, concluimos que la simulación 4D en el programa Navisworks es muy importante en el proceso constructivo para la correcta ejecución de la misma, ya que lo proyectado debe ser realizado estrictamente en los días programados para cumplir con el plazo establecido.

## 2.2 Bases teóricas

### 2.2.1 Adobe

Según Sineiro (2014), El adobe se define como una pieza para construcción moldeada con tierra arcillosa o barro, sin cocer y mezclado con pequeñas cantidades de zacate, paja, hoja de pino y secado a la intemperie, preferiblemente a la sombra para que pierda el agua lentamente y no se agriete. Es un bloque de tierra arcillosa, amasada en su estado plástico, moldeada con o sin forma, y secada al sol. El adobe se puede utilizar en la construcción de paredes, arcos y bóvedas. (pg.7)

“Se define el adobe como un bloque macizo de tierra sin cocer, el cual puede contener paja u otro material que mejore su estabilidad frente a agentes externos. Cuando al adobe se incorporan otros materiales (asfalto, cemento, cal, etc.) Con el objetivo de perfeccionar sus calidades de resistencia a la compresión y estabilidad ante la disposición de humedad, se le denomina Adobe Estabilizado.” (Manual de Construcción Norma Técnica E.080 Adobe,2020, p. 6)

El adobe es un ladrillo sin cocer, una pieza para construcción hecha de una masa de barro (arcilla y arena), mezclado a veces con paja moldeada en forma de ladrillo de elementos constructivos, como paredes, muros y arcos. La técnica de elaborarlos y su uso están extendidos por todo el mundo, encontrándose en muchas culturas que nunca tuvieron relación entre sí. Evidentemente no cualquier tierra es la óptima para la elaboración de adobes, por lo que es necesario hallar, en las cercanías, una tierra que posea los porcentajes adecuados de arcilla (20%), arena (60%), por lo que para ellos se puede realizar pruebas empíricas como la prueba del rollo. (Sistemas

Constructivos: Adobe Tradicional, 2020, p. 6)

- Historia del Sistema

El adobe es una de las técnicas de construcción más antiguas y populares del mundo. Los humanos, una vez que empezaron a transformar el entorno, se dieron cuenta de la facilidad que brindan ciertos materiales que eran fácilmente accesibles y provistos por la naturaleza, como el barro. Se conoce que civilizaciones muy antiguas como los Persas, Asirios, Egipcios y Babilonios ya usaban bloques de adobe secados al sol para la construcción de algunos de sus edificios importantes, entre ellos destacan los egipcios. Desde la antigüedad se ha utilizado la tierra cruda para construir, desde Mesopotamia hasta Egipto. En Europa, África y el medio oriente, las civilizaciones romanas y musulmanas construyeron con materiales a base de tierra, tal como lo hicieron los monjes, budistas y los imperios de china en Asia. (Sistemas Constructivos: Adobe Tradicional, 2020, p. 7)

Esta técnica primitiva apareció por primera vez en el octavo milenio A.C. en las construcciones proneolíticas. Estos “adobes primitivos” tomaron la forma de bolas de arcilla agrupadas alrededor de cerros pequeños o montículos, los que sirvieron de base para construcciones pequeñas. En la segunda fase las casas eran rectangulares, sus paredes y pisos cubiertos de una capa gruesa de arcilla lisa y coloreada. Los adobes tomaban forma de prisma cuadrangular con bordes irregulares, en la superficie se hallan huellas de los pulgares que servían para reforzar la adhesión al mortero. (Sistemas Constructivos: Adobe Tradicional, 2020, p. 8)

Mortero

Materia de fusión de los adobes. Ser posible barro con paja o con arena, o barro con otros elementos como asfalto, cemento, cal, yeso, bosta, etc.

Mortero Tipo I

Mortero de suelo y algún aglomerante cerca de cemento, cal o asfalto. Deberá emplearse la cantidad de agua que conceder una adecuada trabajabilidad. Las magnitudes dependen de las características granulométricas de los agregados

y de las características específicas de otros componentes que puedan destinar.  
(Manual de Construcción Norma Técnica E.080 Adobe,2020, p. 7)

#### Mortero Tipo II

La formación del mortero debe ejecutar los mismos lineamientos que las unidades de adobe y de ningún procedimiento tendrá una calidad menor que las mismas. Deberá ocupar la cantidad de agua que sea preciso para una mezcla trabajable. Las juntas horizontales y verticales no deberán sobresalir de 2 cm y deberán ser llenadas completamente. (Manual de Construcción Norma Técnica E.080 Adobe,2020, p. 7)

#### Arriostre

Se define como un componente que impide el libre desplazamiento del borde del muro. Resulta ser vertical u horizontal. (Manual de Construcción Norma Técnica E.080 Adobe,2020, p. 7)

#### Esbeltez

Conexión entre la altura libre del muro y su espesor Vigas Collar o Soleras. Son elementos de manejo obligatorio que generalmente enlazan a los pisos y techos con los muros. A la medida rigidizados en su plano, proceden como elemento de arriostre horizontal.

#### - Propiedades mecánicas del adobe

Según Tejada (2001), El adobe es un bloque macizo de tierra sin cocer que puede contener paja u otro material que mejore su estabilidad frente a agentes externos. El suelo ideal contiene proporciones adecuadas de gravilla, arena (de 55 a 75%) y arcilla (de 25 a 45%), mantiene un bajo nivel de sales y no presenta materia orgánica que degrade la resistencia final. Es usual la elaboración de los adobes con el suelo del terreno sobre el que se va a construir.

En su mayoría, éstos son suelos de chacra contiene elevado contenido de sustancia orgánica. (pg. 25)

#### - Preparación del adobe

La gradación del suelo debe acercarse a los siguientes porcentajes: arcilla 10-20%, limo 15-25% y arena 55-70%, no debiéndose a la aplicación de los suelos orgánicos. Se debe retirar las piedras mayores a 5

mm. y otros elementos extraños. Se debe dejar en el suelo en reposo húmedo durante 24 horas. Para identificar una buena tierra se debe realizar un rollo con un puñado de suelo húmedo que alcance en la palma de la mano. La tierra es buena, si se puede realizar rollitos de 5 cm a 15 cm. Si el rodillo llega a medir más de 15 cms., la tierra es demasiado arcillosa, por lo que es aconsejable agregar arena. Si el rodillo se separa solo de llegar a 5cm, no se debe usar. (Manual de Construcción Norma Técnica E.080 Adobe,2020, p. 11)

El adobe puede ser de planta cuadrada o rectangular y en el caso de encuentros con ángulos diferentes de 90°, de formas especiales. Las dimensiones deberán ajustarse a las siguientes magnitudes: Para adobes rectangulares, el largo debe ser aproximadamente el doble del ancho. La relación entre el largo y la altura debe ser de 4 a 1. En lo factible la altura debe ser mayor a 8 cm. (Manual de Construcción Norma Técnica E.080 Adobe,2020, p. 12)

#### Técnica

La técnica de elaborarlos y su uso están extendidos por todo el mundo, encontrándose en muchas culturas que nunca tuvieron relación entre sí. Evidentemente no cualquier tierra es la óptima para elaboración de adobes, por lo que es necesario hallar, en las cercanías una tierra que posea los porcentajes adecuados de arcilla (20%), arena (80%), por lo que para ello se puede realizar pruebas empíricas como la prueba del rollo. (Sistemas Constructivos: Adobe Tradicional, 2020, p. 17)

#### Componentes del Adobe

El adobe debe tener una proporción de arena, limo y arcilla-arena. En la Figura N° 2 se muestran los porcentajes necesarios para una mezcla consistente

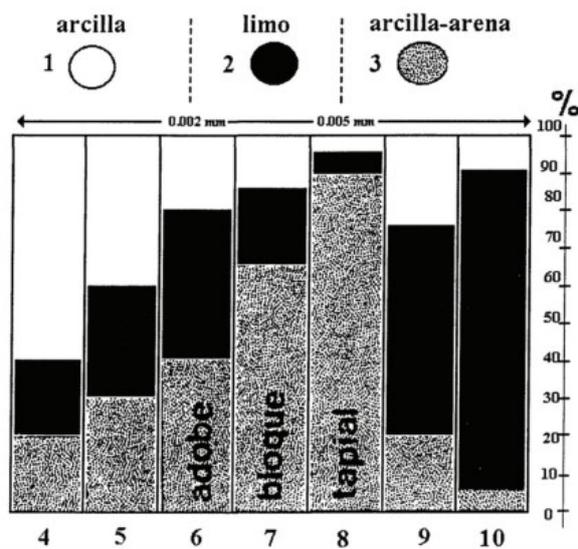


Figura N° 2 Componentes del adobe

Fuente: Sistemas Constructivos: Adobe Tradicional. 2020

- Elaboración del Adobe

Preparar la adobera. Se aconseja que la adobera sea de 40 cm x 40 cm x 8 cm. Se adecua el barro y esperar por 2 días (en promedio). Agregar la paja para que los adobes no se rajen. Saturar la adobera lanzando con fuerza porciones de barro. La adobera debe estar húmeda y rociada de arena fina para que no se peguen los adobes. El barro debe estar al ras de la adobera, emparejando la superficie usando una regla. Dejar secar el adobe en las adoberas por un promedio de 24 a 48 horas. El terreno para el desmolde debe ser plano y seco. Debe esparcir previamente con una capa de arena. Apartar la adobera, levantando de ambas agarraderas y girar rápidamente, teniendo cuidado que el adobe no se deforme. (Manual de Construcción Norma Técnica E.080 Adobe,2020, p. 13)

Escoger la tierra adecuada para hacer adobes: La prueba del rollito, que se realiza para conocer si la cantidad de barro que contiene la tierra es la adecuada. Se hace un rollito con la mezcla, de 20 cm de largo y de un diámetro de 1 cm. Si se rompe entre los 5 y 15 cm, la tierra es buena, porque tiene la adecuada proporción de barro y arena. Si se rompe antes de los 5 cm, no tiene suficiente barro, por lo que hay que agregarle la cantidad de barro que necesite. Si se rompe a más de 15 cm, tiene exceso de barro, entonces hay que agregar tierra blanca. (Sistemas Constructivos: Adobe Tradicional, 2020, p. 26)

Preparación de la mezcla: La tierra debe estar limpia de material

orgánico y piedras. Además, para evitar que los adobes se deformen, es necesario calcular la cantidad adecuada de agua en la mezcla, se va agregando paja en porción del 20% en volumen. Valores para la conformación de la mezcla, arena 50%, barro 30% del total de la mezcla y paja 20%, la incorporación de la paja u otro material similar aportan mayor elasticidad y resistencia. Para que la mezcla quede bien batida, se recomienda hacerlo con los pies y auxiliarse con un azadón. Algunos adoberos prefieren dejar la mezcla en remojo un día, para que el barro absorba la humedad necesaria y se desintegren aquellas partículas gruesas. (Sistemas Constructivos: Adobe Tradicional, 2020, p. 26)

Hechura de los adobes: Se deben hacer en moldes de madera o metal con las dimensiones de 30 x 30 x 10 cm. Se debe preparar el lugar donde harán los adobes, este tiene que ser plano y seco, hay que limpiarlo de cualquier basura que se pueda pegar a la mezcla. Además, colocar una capa fina de arenilla para que los adobes no se peguen en el suelo. Una vez preparado el lugar, es importante elaborar los adobes de prueba para confirmar que serán de calidad y posteriormente se fabricarán todos los adobes necesarios para la construcción. Rellenar bien el molde, compactándolo con los puños, asegurarse que no hay bolsas de aire. Emparejar con una regla de metal o madera mojada. Se recomienda que al adobe no le de directamente el sol todo el día, por lo menos los primeros 3 días, porque se podrían agrietar por el excesivo calor. Después del tercer día de su elaboración, se voltean los adobes poniéndolos de canto, para un secado uniforme, dejándolos secar al sol mínimo otros 10 días más. Cuando nuestros adobes de prueba están secos, se evalúa su calidad, colocando un adobe entre otros 2 y después debe subirse una persona de aproximadamente 150 libras de peso por lo menos un minuto. (Sistemas Constructivos: Adobe Tradicional, 2020, p. 29).

- Características del sistema constructivo de adobe

El sistema constructivo en tierra cruda, denominado como muros en adobe, está formado básicamente por el aparejado de unidades de tierra cruda secadas al sol aglutinados con barro, que hace las veces de mortero de pega.

En el esquema de producción de ladrillos cocidos se muestra que se deben tomar acciones invariantes y cíclicas para producir las unidades de la fábrica y no cambian significativamente en el caso de ladrillos cocidos históricos o modernos porque la técnica constructiva en sí no ha sido cambió. Lo que observamos es que el progreso y mejora en la composición de los adobes es la adición de elementos orgánicos e inorgánicos por procesos físicos, fisicoquímicos o químicos, con el fin de mejorar las propiedades mecánicas y de comportamiento de los adobes frente a influencias externas, principalmente alterando a ellos. Experiencia. la mayoría de las estructuras están sometidas. En el diagrama se pueden ver todas las variables que intervienen en este proceso y que van cambiando de monumento a monumento.

- Descripción del sistema

Es un sistema de bloques de adobe que se adhieren entre si con barro para levantar los muros de fachada o particiones interiores de una vivienda, culminando con una solera de coronación, para la colocación de techo. El adobe tiende a absorber la humedad atmosférica cuando el aire saturado, pierde su resistencia a los esfuerzos, aún los de su propio peso. En los trópicos después de una lluvia prolongada por varios días, algunas paredes se desploman sin intervención de ninguna otra fuerza, debido a la humedad del ambiente. Los métodos para seleccionar la tierra como materia prima, su adición de arena, arcilla o hierba son precisamente para mejorar sus cualidades de modo que resista mejor la intemperie, aumente su resistencia y facilite el manejo de los adobes; pero además los diseños de las viviendas con amplios aleros, o con corredores exteriores, protegiendo las paredes; con fundaciones de piedra para impedir que suba por capilaridad la humedad del suelo son otras

maneras, ya clásicas, de proteger y mejorar las construcciones de adobe. (Sistemas Constructivos: Adobe Tradicional, 2020, p. 23)

- Muros de adobe

Esta constituido con piezas moldeadas de barro secadas al sol. Las dimensiones más comunes son de 0,40 m de largo, 0,25 m de ancho y 0,16 m de espesor, los que emplean en aparejo de "cabeza" dan muros de 0,40 m de espesor y en soga, 0,25 m, Fig.1. En esta época las magnitudes de los bloques se han reducido, resultando muros de menor espesor, que incrementan su vulnerabilidad. En este subgrupo además tienen la posibilidad de integrar las estructuras con muros de rocas pegadas con mortero de barro y techo ligero. (Kuroiwa, J. 2002, pg. 128).



Figura N° 3 Colapso de la fachada al quedar libre en voladizo

Fuente: (Kuroiwa, J. 2002, pg. 130)

La estructura de las edificaciones con muros de adobe es la típica estructura tipo cajón, la cual está conformada por cuatro paredes, conectadas entre sí en forma perpendicular. De esta manera, se constituye en un conjunto cerrado rectangular, en la época de la colonia este tipo de estructuras era típico de casonas que se usaban para viviendas.

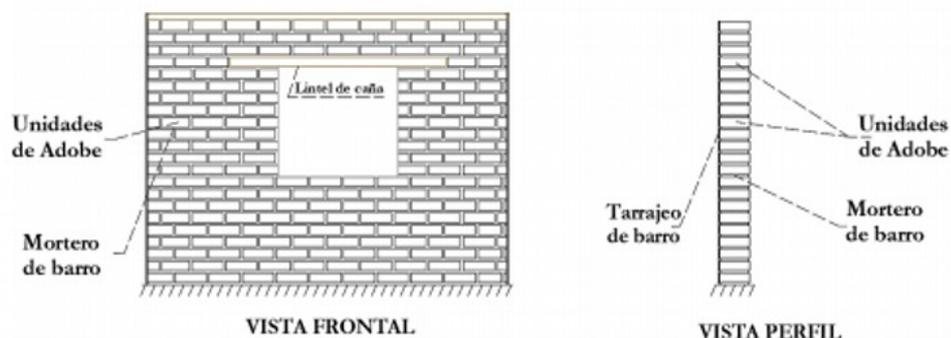
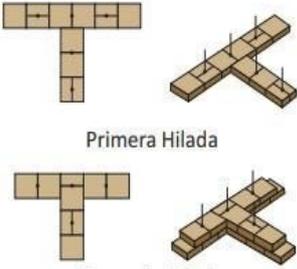
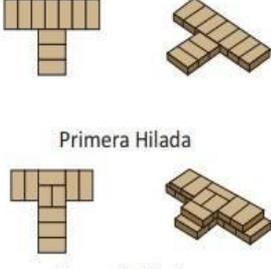
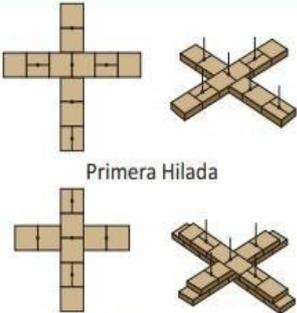
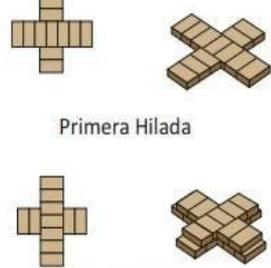
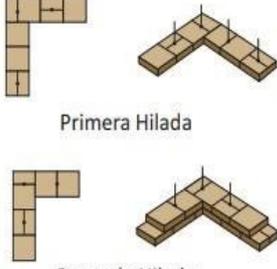
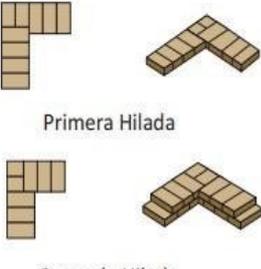


Figura N° 4 Estructura típica de la Mampostería de Adobe (Frontal y Perfil)

Fuente: (Santa Maria. 2018, pg. 7)

Tipo de encuentro	Muros reforzados	Muros no reforzados
<p>En</p> 	 <p>Primera Hilada</p> <p>Segunda Hilada</p>	 <p>Primera Hilada</p> <p>Segunda Hilada</p>
<p>En</p> 	 <p>Primera Hilada</p> <p>Segunda Hilada</p>	 <p>Primera Hilada</p> <p>Segunda Hilada</p>
<p>En</p> 	 <p>Primera Hilada</p> <p>Segunda Hilada</p>	 <p>Primera Hilada</p> <p>Segunda Hilada</p>

Fuente: (Dirección

Figura N° 5 Tipos de Amarre en encuentros de muros de adobe con o sin refuerzo

Para el momento del asentado los adobes se deben humedecer. Deben disponerse a plomo y cordel y la mezcla (mortero) debe tener un espesor de 2.5 cm aproximadamente. Se expone que exista un vano por cada muro arriostrado. Generalmente los vanos deberán estar preferentemente centrados. El borde vertical no arriostrado de puertas y ventanas tendrá que ser llamado como borde independiente. Varios vanos en un solo muro tienen la posibilidad de debilitar la construcción. La amplitud de puertas y ventanas (vanos) va a ser de 1/3 de la longitud del

muro y la distancia entre el borde independiente al arriostre vertical más próximo no va a ser menor de 3 ni más grande de 5 veces el espesor del muro. Se exceptúa la condición de 3 veces el espesor del muro en la situación que la pared este arriostado al extremo. (Manual de Construcción Norma Técnica E.080 Adobe,2020, p. 22)

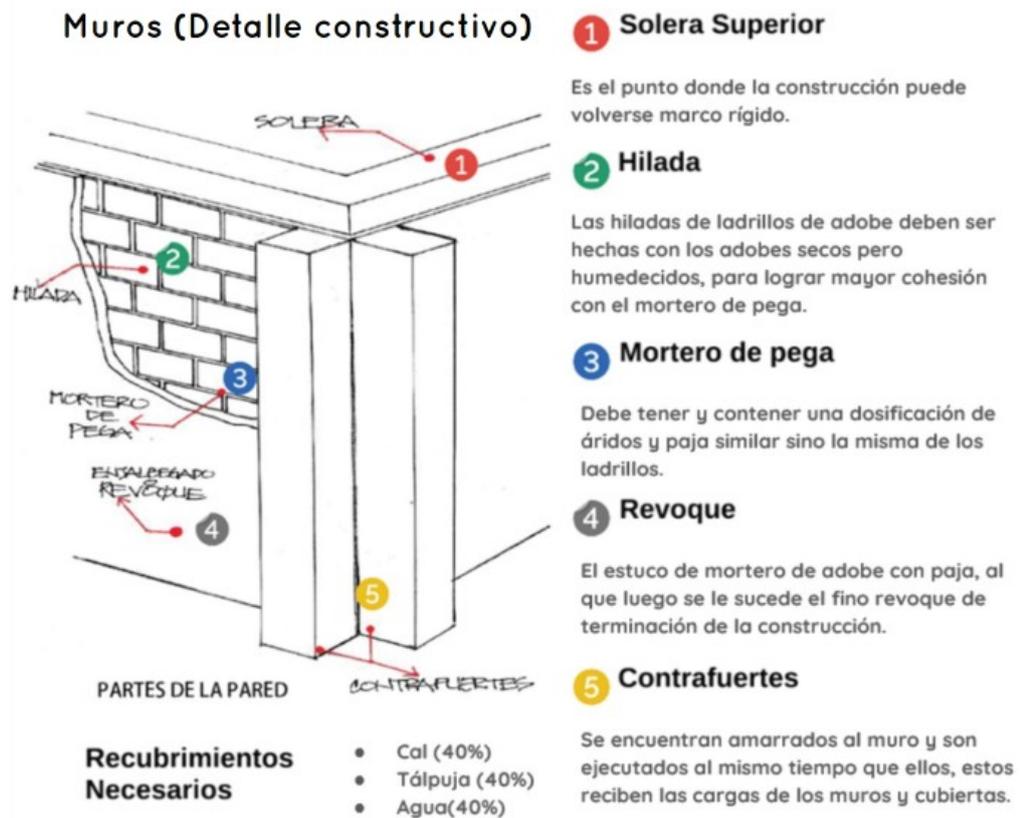


Figura N° 6 Tipos de Amarre en encuentros de muros de adobe con o sin refuerzo

Fuente: Sistemas Constructivos: Adobe Tradicional. 2020

- Características de una vivienda típica de adobe

Las construcciones antiguas típicas tienen muros de adobe de 0,40 y 0,25 m de espesor, altura de 4 a 4,5 m, puertas de 1,00 m de ancho x 2,10 m de altura. Ventanas de ancho variable cuyo borde superior está también a 2,10 m y techos con viguetas de madera, cobertura de caña y torta de barro y paja. La cimentación es de concreto ciclópeo pobre de 0,50 de ancho y 0,80 a 1,00 m de profundidad. (Kuroiwa, J. 2002, pg. 129)

Según Jaguaco S. (2007). Uno de los principios esenciales de la construcción de adobe sismo resistente es el uso de distribuciones en planta compactas y tipo caja. Las sugerencias principales se resumen a continuación:

- Emplear un techo liviano y aislado en lugar de un techo de tierra pesado y compacto.
- Determinar la distribución de muros para abastecer soporte mutuo por medio de muros transversales, en intervalos regulares en ambas direcciones o usar contrafuertes.
- Conservar pequeños y bien distribuidos los vanos de los muros.
- Construir sobre una cimentación firme.

### 2.2.2 Quincha

La quincha se define como una técnica tradicional para la construcción de muros y consiste en una estructura a base de cajonería con un relleno de tierra vertida en estado plástico (barro) mezclada con fibras vegetales. Debido a la presencia de diferentes materiales, se clasifica como un sistema constructivo "mixto". Compuesta por estructura principal, estructura secundaria, relleno y revestimiento, esta técnica, al igual que algunos tipos de monumentos del norte de Chile, puede no tener relleno, dependiendo de los materiales utilizados y su composición, aunque existen muchas variaciones. La estructura principal puede estar hecha fácilmente de troncos, rastrillos, cañas, bambú, troncos o elementos tallados o aserrados de varias dimensiones y secciones transversales, formando marcos o tabiques en todos los casos. (Jorquera, N., 2017)

La Quincha se basa en un entramado de caña o bambú revestido con barro. El material es antisísmico gracias al entramado de caña, cuya elasticidad absorbe las vibraciones previniendo que se propaguen por lo demás de la composición. Adicionalmente, su ligereza permite su montaje y reduce la carga sobre la construcción. El mecanismo de la quincha fue inventado en el antiguo Perú (Quincha significa pared en quechua) y fue

popular primordialmente por su resistencia a los terremotos. Por ejemplo, antiguamente se construía el segundo piso de una habitación con tecnología de quincha liviana y elástica. Sin embargo, este método tiene muchas otras ventajas y será muy interesante en el futuro. La Quincha garantiza una óptima extracción del calor gracias a la capa de barro que recubre el tubo. (Predes, 2022)

Esta es una técnica que utiliza materiales locales en línea con las trayectorias más ecológicas que enfatizan el consumo de los recursos y conocimientos locales. El material es madera, caña, barro mezclado con fibra vegetal (paja). Este sistema se puede utilizar en zonas con diferentes características (clima, suelo, etc.) y se pueden adaptar diferentes recursos y materiales de trabajo a cada lugar. El proceso de construcción es sencillo y lo puede hacer una pequeña empresa local, y dependiendo de las necesidades y recursos de la familia, el espacio se puede hacer en módulos. La información de la Quincha tradicional ha sido sometida en el tiempo a estudios, investigaciones y experimentaciones, para recurrir sus características estructurales y mejorarlas en función de las nuevas exigencias. El procedimiento está todavía en curso gracias al aporte de universidades, centros de estudios, iniciativas de cooperación. (Predes, 2022)

En los tiempos más actuales, esta tecnicidad ha atraído también la atención de estudios de arquitectura que colaboran en la construcción de viviendas eco-sostenibles.

La Quincha prefabricada es un logro de estos estudios. Aprovechando el conocimiento ancestral en el consumo de la caña y el barro, se basa fundamentalmente en la estandarización del sistema constructivo, para proporcionar el montaje e intensificar el rendimiento del material. En contraste de la quincha tradicional, la prefabricada emplea paneles modulares consistentes en bastidores de madera rellenos con caña trenzada y recubiertos con barro o algún otro material como yeso o cemento. Adicionalmente, la parte inferior de los paneles se fijan sobre una base de concreto y verticalmente se apoyan en una estructura de columnas de madera. (Predes, 2022)

- Propiedades mecánicas de la quincha

La quincha es un compuesto de varios elementos que forman un muro flexible y liviano. Los paneles de quincha están elaborados en base a armazones de madera rellenos con mallas de caña y enlucidos de barro. En nuestro país esta tecnología no cuenta con una norma específica que regule su diseño. Por este motivo los ensayos realizados en paneles de quincha siguen métodos estándar para prueba de paneles consignados en la Norma ASTM E-72 (Kuroiwa 1972, pg. 148)

En muchos casos, el valor del módulo de elasticidad se determina a partir del ensayo de flexión, sin embargo, suele considerarse que las resistencias obtenidas de ensayos en compresión paralelas a las fibras constituyen el mejor índice de comportamiento mecánico de la madera (Fernández F, et al; 1986). Según el ensayo realizado en el Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda (2012), la determinación del módulo de elasticidad se lleva a cabo en el tramo elástico del ensayo de compresión, siendo este en promedio 3348 kg/cm<sup>2</sup>. (p. 8)

- Muros de quincha

- I. Fundación: Constituye la base de la composición y por consiguiente debería saciar la capacidad de tolerar el peso de la casa y repartirla sobre el lote en la hondura elemental.
- II. Estructura Principal: Cumple el papel de estructurar y ser capaz de aguantar cada una de las cargas a las cuales la construcción va a estar sometida a lo largo de su historia eficaz, diseñada con la regla nacional vigente. Está compuesta principalmente por recursos de madera o metal.
- III. Estructura Secundaria: Sostiene y tiene el relleno del muro. Compuesta por recursos como cañas, bambú, mimbre o madera aserrada, además es considerada la implementación de mallas de acero en tipologías contemporáneas. Relleno: Cumple la capacidad de darle las cualidades termo - acústicas al muro, formado por tierra arcillosa y fibras vegetales, dependiendo del sitio de la obra y las necesidades

térmicas.

IV. Revestimiento: Cumple la capacidad de reducir la permeabilidad de agentes externos a la composición y al relleno. El revoque se puede subdividir en revoque grueso y el revoque fino (que le entrega un destruido más minucioso (Jorquera, N. 2017)

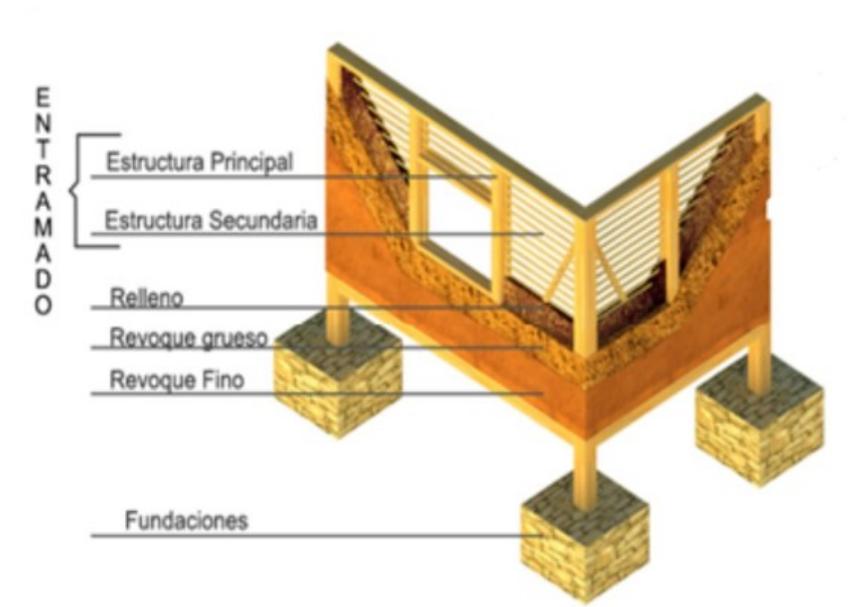


Figura N° 7 Entramado de un sistema constructivo de quincha

Fuente: Sistema constructivo sustentable en reinterpretación patrimonial

- Características de una vivienda típica de quincha

Las paredes son una fusión de postes y viguetas de madera, tejidos con caña, cubiertos con mortero de barro y paja y recubiertos con yeso y arena, lo que le da un buen acabado. Los techos tienen vigas de madera, troncos de árboles o cañas gruesas, cubiertas con cañas delgadas, planchas onduladas de asbesto cemento o de zinc. (Kuroiwa, J. 2002, pg. 138)

La vivienda de quincha al ser muy liviana presenta las mejores condiciones para resistir un sismo de alta intensidad sin colapsar. El sistema de sismo resistencia comprende la estructura de cimentación y el sobrecimiento, la construcción de los muros con marcos de madera y relleno de caña brava, la colocación de una viga de contorno, el relleno

de los muros con barro y el revestimiento final con una malla de gallinero y mortero de cemento y arena. (Alcaraz, Carolina, 2018, p. 7)

Cimentación: La cimentación debe ser de concreto ciclópeo cemento: hormigón en proporción 1:10 con 50% de piedra grande, de dimensiones 0.4m de ancho y 0.40 m de profundidad, para condiciones normales del terreno. En el cimiento se plantan columnas de madera de 4" x 4" con una capa de brea la base para que estén bien protegidas contra la humedad. Las columnas se plantarán en una zanja de 50 cm de profundidad. (Alcaraz, Carolina, 2018, p. 7)

Sobrecimiento: Alcaraz, Carolina (2018). El sobrecimiento debe ser de concreto ciclópeo cemento: hormigón en proporción 1:18 con 25% de piedra mediana, de dimensiones 0.10 m de ancho y 0.30 m de altura y protegerá a los muros de quincha contra la humedad. (p. 8)

Muros de quincha: Alcaraz, Carolina (2018). Los muros están compuestos por columnas de madera tornillo colocadas a 1.20 m de distancia, sobre las cuáles se colocarán listones de madera que permitan tejer la caña brava en forma vertical. (p. 7)

Viga de solera o viga collar: La viga solera es un elemento de unión colocado sobre las columnas y parantes para formar una estructura sólida. La viga collar debe ser de una sola pieza y colocada entre una columna y columna lo cual permitirá lograr la integralidad del módulo de quincha en caso de movimientos sísmicos. (Alcaraz, Carolina, 2018, p. 8)

### 2.2.3 Comportamiento sísmico

El comportamiento sísmico es determinado como la actitud al cambio de la corteza terrestre o como la vibración del suelo, provocado por la energía mecánica producido de los mantos mejores de la corteza terrestre, en una repentina aligeración de la deformación acumulada en un volumen reducido. Los observatorios registran centenas de miles de sismos, todos los años internacionalmente. Afortunadamente, de todos ellos, poquísimos alcanzan la categoría de terremotos y parte importante de ellos ocurren en los fondos oceánicos (generando Tsunamis) o en zonas despobladas. (Zelaya, V. 2007, pg. 23)

El comportamiento sísmico deseado depende directamente de la importancia del edificio. Según el SEAOC se identifican tres tipos de edificaciones: edificaciones comunes, edificaciones esenciales que deben funcionar en una emergencia y edificaciones de seguridad crítica (Muñoz 2001).

La definición del comportamiento esperado de un edificio ante un movimiento sísmico de diferente intensidad debe establecerse cualitativamente en la primera fase conceptual antes de realizar las siguientes fases del proceso. Se destaca. Finalmente, la fase de ejecución debe asegurar la calidad del diseño mediante un adecuado control de calidad durante la ejecución y mantenimiento de la obra. (Terán, 1997, pg. 117)

- Evaluación del comportamiento sísmico de las edificaciones

Una vez completada la fase de concepto Nivel de daño permisible para edificios en cada nivel En la evaluación de amenazas sísmicas de un edificio, es necesario determinar la capacidad para cumplir con el nivel esperado de desempeño, dependiendo de la carga sísmica local típica o característica del lugar. Por lo tanto, la restricción implícita en el nivel de rendimiento esperado de un edificio crítico constituye en sí mismo un criterio de aceptación que sirve de base para las decisiones sobre la necesidad de adaptación o intervención en el edificio. Esta decisión es compleja porque involucra una variedad de factores, incluyendo consideraciones técnicas, económicas, sociales y políticas. Esto presupone desde el punto de vista formal, entre otras cosas, la presencia de tomadores de decisiones que son terremotos y pueden ser personas, instituciones, empresas o estados con gustos generales subjetivos. (Terán, 1997, pg. 119)

Desde un punto de vista operativo, el siguiente paso en la evaluación sísmica de un edificio es la pérdida potencial o pérdida esperada causada por varios niveles de movimiento sísmico debido a que el edificio se

considera potencialmente sísmicamente inadecuado. Los requisitos sísmicos superan la predicción de terremotos porque la pérdida por daños estimada durante la evaluación supera el nivel de daños aceptable. Su desarrollo es parte del proceso de diseño de la Fase 2 basado en el desempeño sísmico. Fase numérica. Esto incluye tanto el diseño preliminar como el final, o el diseño en sí, e incluye el dimensionamiento y el refinamiento de los diversos componentes estructurales y no estructurales del edificio con base en un proceso de evaluación transparente o estratégico. Flexible, simple y conciso para satisfacer las necesidades de la fase de concepto. (Terán, 1997. Cap. 120).

- Comportamiento sísmico de las estructuras conformadas por adobe

Las fallas de las estructuras de adobe no reforzadas, debidas a sismos, son frágiles. A menudo la poca resistencia a la tracción de la albañilería produce la falla del amarre de los muros en las esquinas, empezando por la parte superior; esto a su vez aísla los muros unos de otros y provoca a una pérdida de estabilidad lateral, produciendo el desplome del mismo fuera de su plano. Si se controla la falla de las esquinas, entonces el muro podrá soportar fuerzas sísmicas horizontales en su plano las que pueden ocasionar el segundo tipo de falla que es por fuerza cortante. En este sentido se muestran las típicas grietas inclinadas de tracción diagonal. Las construcciones de adobe deberán cumplir:

- Adecuada longitud de muros en cada dirección, de ser posible todos portantes.
- Disponer una planta que tienda a ser simétrica, preferentemente cuadrada.
- Los vanos deben ser pequeños y de preferencia centrados.
- Conforme la esbeltez de los muros, se definirá un sistema de refuerzo que asegure el amarre de las esquinas y encuentros. (Álvarez Daniel, 2015)

Fuerzas Sísmicas Horizontales.

La fuerza sísmica horizontal en la base para las edificaciones de adobe se

establece con la siguiente expresión:

$$H = SUCP$$

Donde:

S: Factor de suelo (indicado en la Tabla N° 01)

U: Factor de uso (indicados en la Figura N° 06),

C: Coeficiente sísmico.

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

Tabla N° 1 Factor de Suelo S

FACTOR DE SUELO "S"					
ZONA \ SUELO	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	
Z <sub>4</sub>	0.80	1.00	1.05	1.10	
Z <sub>3</sub>	0.80	1.00	1.15	1.20	
Z <sub>2</sub>	0.80	1.00	1.20	1.40	
Z <sub>1</sub>	0.80	1.00	1.60	2.00	

Fuente: (NTE E 030, Diseño Sismorresistente, pg. 13)

Tabla N° 5 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
	A2: Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Se incluyen las siguientes edificaciones: - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones. - Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. - Instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. - Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. - Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.	1,5
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se consideran depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Figura N° 8 Factor de Uso U

Fuente: (NTE E 030, Diseño Sismorresistente, pg. 12)

- Comportamiento del adobe frente a cargas verticales

En general, la resistencia de la albañilería a cargas verticales no presenta problemas para soportar las cargas de uno o dos pisos. Se debe indicar sin embargo que los elementos que forman los entrepisos o techos de estas edificaciones deben estar correctamente fijados al muro mediante la viga collar o solera.

Tabla N° 2 Coeficiente sísmico

Zona sísmica

Coeficiente sísmico C

4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Fuente: NTE E 030, Diseño Sismorresistente



Figura N° 9 Zonificación del Peligro Sísmico en el Perú

Fuente: NTE E 030, Diseño Sismorresistente

Según Yamshiro K., Sanchez A. y Morales R. (1981). La rotura de la estructura de adobe puede deberse principalmente a la baja resistencia a la tracción y la mala adherencia entre el adobe y el mortero. (pg. 451)

Los tipos principales de falla, que a menudo se presentan combinados, son los siguientes:

1. Falla por tracción en los encuentros de muros: En la figura N° 09 este tipo de falla se debe principalmente al refuerzo lateral de las otras paredes de la conferencia, lo que crea una fuerza de tracción directa en una de las paredes. Esta situación se ve agravada por la combinación de esfuerzos de flexión.

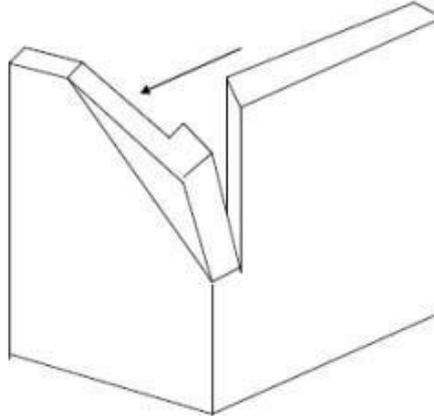


Figura N° 10 Falla típica por tracción

Fuente: Diseño sísmico de construcciones de adobe y bloque estabilizado

2. Falla por flexión: Esta figura muestra algunas variaciones de este tipo de rotura por esfuerzo de flexión cuando el muro actúa como placa apoyada sobre su base y los montantes que lo refuerzan. Las fallas pueden ocurrir en secciones verticales u horizontales inclinadas.

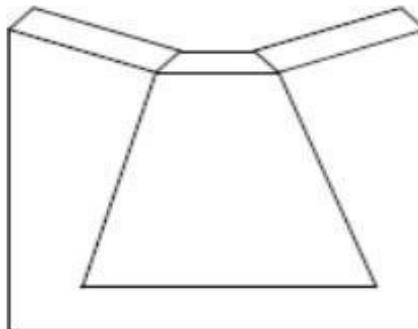


Figura N° 11 Falla por corte

Fuente: Diseño sísmico de construcciones de adobe y bloque estabilizado

En la figura se ilustra este tipo de falla, que se induce cuando el muro trabaja como muro de corte. Se debe en particular, a los esfuerzos tangenciales en las juntas horizontales.

Criterios sismo-resistentes para la intervención de adecuación sísmica:

Según Vargas Neumann (1981). El reacondicionamiento sísmico debe cumplir propósito de diseño adicionales, tales como: Subestimar el impacto de la intervención sobre la integridad de los edificios históricos y los cambios en la apariencia del edificio. Preservar el principio de rehabilitación de intervenciones en la estructura y su fisonomía. Proteja de forma selectiva los detalles arquitectónicos o históricos para minimizar los daños menores causados por terremotos de leves a moderados (magnitud Richter  $< 6$ ) y los daños estructurales para terremotos mayores (magnitud Richter  $> 6$ ). En la figura 12 se sintetiza, para diferentes tipologías murarias en tierra, los niveles de intervención requeridos en función de los objetivos de seguridad para la vida y de la preservación del patrimonio construido, se exponen también las técnicas de intervención requeridas en cada caso.

El comportamiento sísmico de los muros de adobe en edificaciones patrimoniales en zonas de riesgo, fue artificioso considerando que dichos muros, en su fase de agrietamiento inicial, han sido capaces de sufrir varios sismos con ligeras afectaciones y fue caracterizado por la respuesta sísmica de un radio del inconveniente agrietado, denominado radio de aluvión valoración muraria (mcm), al espécimen solicitado por la precipitación del seísmo de balance ya programa murario (ac), circunscrito como la sentencia precipitación sísmica que un mausoleo patrimonial resistiría sin daños mayores. Las señas del radio mcm se dificulta cabal a que las intervenciones de ingestión en la vida evidencian la fase de fisuración real, presentando algunas directrices que permiten subordinarse las tendencias de las trazas de fisuración. La esquematización del radio (mcm) y el crecimiento de un canon aritmético estructural que posibilite la disección de la respuesta dinámica, se realiza utilizando una fase misteriosa que define un arrojado de la precipitación de respuesta mediante el criterio de factor sísmico murario (Csm), cuyo arrojado depende del espacio esencial  $T_m$  convenido por el tributo del radio y la severidad de los sistemas de entrepiso y cubierta. Para el diseño de la

Figura N° 12 Tabla 2. Niveles de diseño para la intervención de mejoramiento sísmico

intervención de mejoría sismo resistente de las edificaciones patrimoniales de adobe. Se exponen en la tabla 2 algunos criterios y

lineamientos basados en las normas conservacionistas, y en los criterios sismo-resistentes para la intervención de acondicionamiento sísmica. (Moran M. & Álvarez O., 2017)

Fuente: Comportamiento sísmico de los muros de adobe en edificaciones patrimoniales

Las construcciones republicanas representan una mezcla de dos

	Niveles de intervención	Objetivos de la intervención	Lineamientos para la intervención
Muros anchos $H/t < 6$ y medianos $H/t < 8$	MÍNIMO	<ul style="list-style-type: none"> <li>Protección de la vida</li> <li>Mejorar la estabilidad muraria</li> </ul>	- Construcción de anclajes (conexiones) entre la viga solera y el muro
	MODERADO	<ul style="list-style-type: none"> <li>Protección de la vida</li> <li>Mejorar la estabilidad muraria</li> </ul>	- Utilizar sistemas de vigas soleras perimetrales cerrada ancladas a los muros
	ALTO	<ul style="list-style-type: none"> <li>Protección de la vida</li> <li>Mejorar la estabilidad muraria</li> <li>Control de grietas inclinadas</li> <li>Control de desplazamientos fuera del plano</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar sistemas de vigas soleras perimetrales cerrada ancladas a los muros</li> <li>- Construcción de tensores (tirantes) adheridos a los muros y anclados en los extremos. Los tensores se ubicarán cerca de viga solera y/o del entrepiso</li> </ul>
Muros delgados $H/t > 8$	MÍNIMO	<ul style="list-style-type: none"> <li>Protección de la vida</li> <li>Mejorar la estabilidad muraria</li> </ul>	- Construcción de anclajes (conexiones) entre la viga solera y el muro
	MODERADO	<ul style="list-style-type: none"> <li>Protección de la vida</li> <li>Mejorar la estabilidad muraria</li> <li>Control de grietas inclinadas</li> <li>Control de volcamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Construcción de anclajes (conexiones) entre la viga solera y el muro</li> <li>- Construcción de tensores (tirantes) adheridos a los muros y anclados en los extremos. Los tensores se ubicarán cerca de la viga solera y/o del entrepiso</li> <li>- Construcción de sistemas de tensores entre muros paralelos, ubicados a nivel del entrepiso o la cubierta, anclados exteriormente a los muros</li> </ul>
	ALTO	<ul style="list-style-type: none"> <li>Protección de la vida</li> <li>Mejorar la estabilidad muraria</li> <li>Control de grietas inclinadas</li> <li>Control de desplazamientos fuera del plano</li> <li>Control de volcamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Construcción de anclajes (conexiones) entre la viga solera y el muro</li> <li>- Construcción de tensores (tirantes) adheridos a los muros y anclados en los extremos. Los tensores se ubicarán cerca de viga solera y/o del entrepiso</li> <li>- Construcción de sistemas de tensores entre muros paralelos, ubicados a nivel del entrepiso o la cubierta, anclados exteriormente a los muros</li> <li>- Rigidizar muros y vínculos con cimentación para evitar volcamiento</li> </ul>

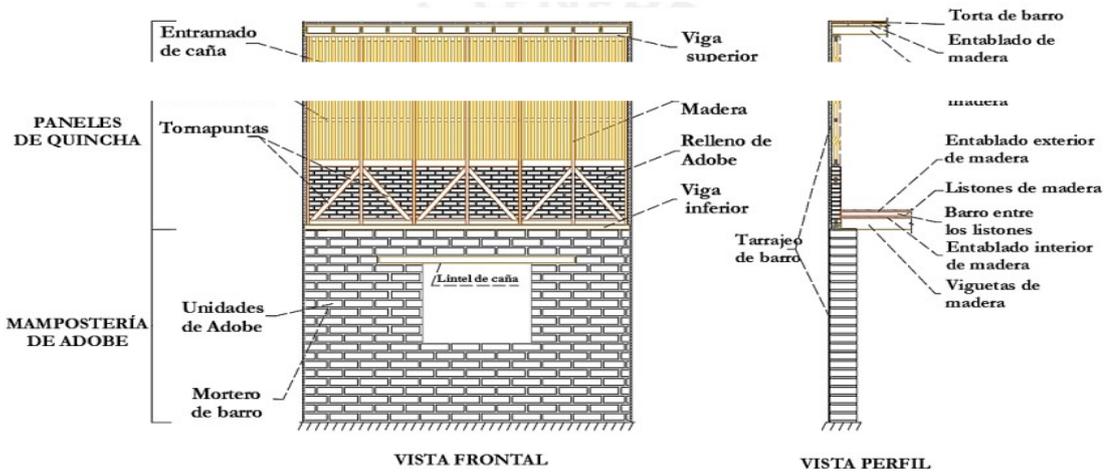
tipologías: el adobe y la quincha. La mayoría de construcciones con este sistema estructural mixto adobe-quincha cuentan con más de 100 años de antigüedad y se encuentran ubicadas en las zonas urbanas costeñas del Perú (Gutiérrez & Manco, 2006).

Tal como señala la norma E.080 que limita a las edificaciones de adobe a solo contar con un piso de adobe en zonas sísmicas como Lima; sin embargo, permite tener estructuras livianas en el segundo nivel como muros de quincha (SENCICO, 2006b). Este requisito general está basado en la experiencia, puesto que, se ha presenciado que edificaciones de adobe (1er piso) y quincha (2do o 3er piso) han soportado diferentes movimientos sísmicos durante su vida útil.

Elementos típicos del sistema mixto adobe-quincha:

En estas construcciones tradicionales con el sistema adobe-quincha que cuentan con dos o más niveles, el primer piso presenta muros de adobe con un gran espesor; mientras que, en los pisos superiores se encuentran

muros de quincha con menor espesor que son livianos y menos rígidos (Figura N° 12). Este sistema presenta principalmente cuatro componentes estructurales: techo, muro de quincha, entrepiso y los muros de adobe (Figura N° 13).



Fuente: Santa Maria Quedas. pg 20

El techo está compuesto por una torta de barro en la parte superior expuesta al ambiente y que esta soportada por un entablado que se colocan de manera continua. El entablado, por último, está apoyado sobre viguetas de madera que transmitirán las fuerzas a los muros de quincha, como se ilustra en la (Figura N° 14)

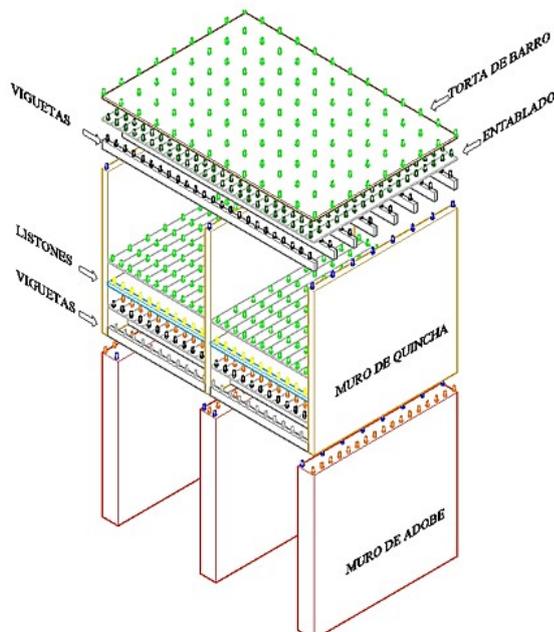


Figura N° 14 Componentes estructurales del sistema Adobe - Quincha

Fuente: Santa Maria Quedas.

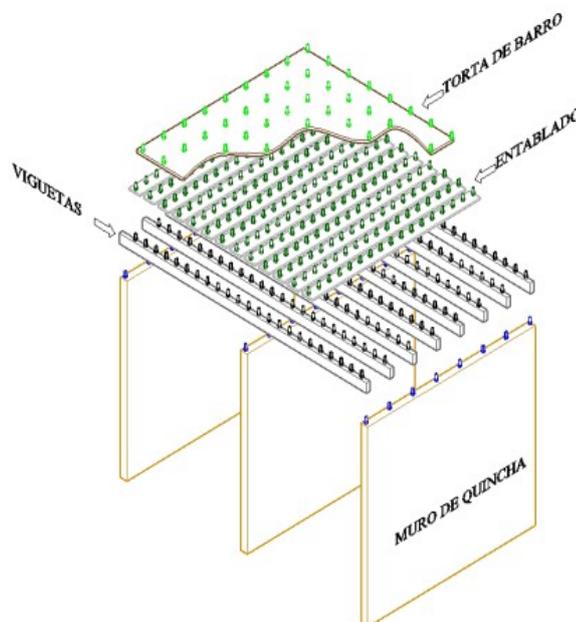


Figura N° 15 Transmisión de cargas del techo a los muros de quincha

Fuente: Santa Maria Quedas.

#### 2.2.4. Zona de transición del sistema mixto adobe-quincha

El sistema mixto adobe-quincha combina dos tipologías completamente distintas que tienen respuestas estructurales diferentes; por lo tanto, la zona de conexión entre el adobe y la quincha debe dar la continuidad necesaria para transmitir adecuadamente las cargas de un nivel a otro sin que esta zona colapse. En la zona de unión entre los muros de adobe y los paneles de quincha con citara, se genera una zona de transición (Figura N° 16) La zona de la citara de los muros de quincha está conformada por unidades de adobe o ladrillos y tornapuntas de madera; por lo que, cuenta con características

mixtas pues no es tan rígida ni pesada como la albañilería de adobe ni tampoco llega a ser tan flexible y ligera como los paneles de quincha. De esta manera se genera un nexo estructural entre ambos sistemas y una secuencia de rigidez y densidad entre ambos niveles (Instituto Nacional de Investigación y Normalización de la Vivienda [ININVI])

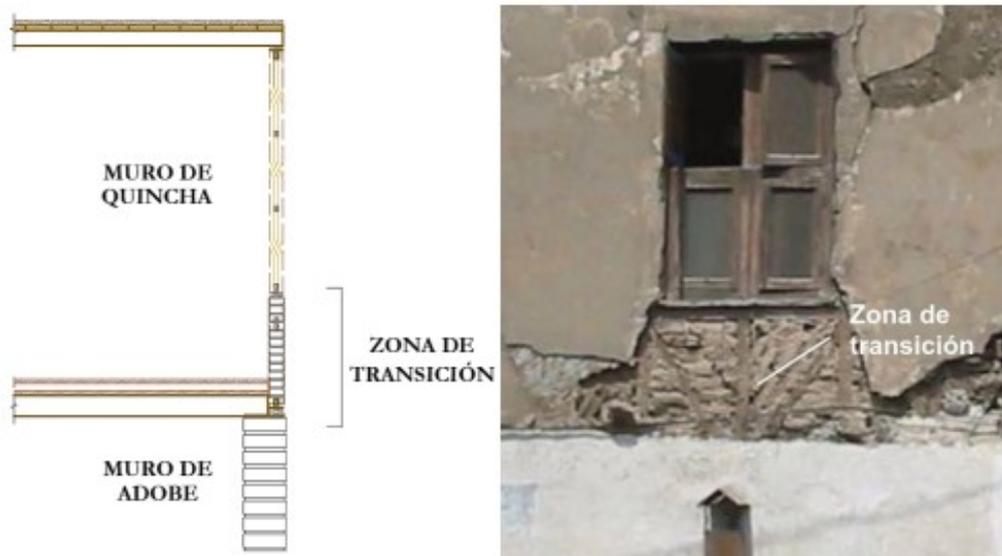


Figura N° 16 Zona de transición del sistema mixto Adobe-Quincha

Fuente: Adaptado de Gutiérrez & Manco, 2006

### 2.2.5 Características de modelos de dos grados de libertad

Los modelos de edificaciones de más de un nivel como las construcciones con el sistema mixto adobe-quincha son simplificados como sistemas de dos grados de libertad “2gdl”. Estos sistemas son representados como dos péndulos invertidos colocados uno encima de otro (Figura N° 15). Las masas simulan el peso de los muros, el entrepiso y el techo; mientras que, los elementos verticales representan las rigideces que presentan los muros en cada uno de los niveles. Estos sistemas poseen características propias como rigidez, amortiguamiento y masa.

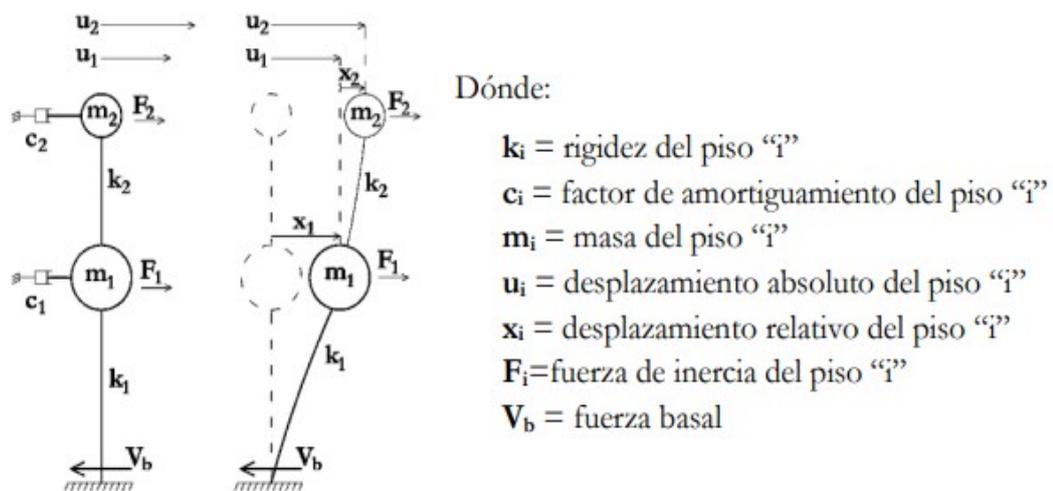


Figura N° 17 Sistema de dos grados de libertad como péndulo invertido

Fuente: Santa Maria Quedas. pg 32

Por otro lado, las cargas sísmicas no son directamente cargas aplicadas a la estructura como se grafica en la (Figura N° 18), sino por lo contrario el movimiento del suelo genera desplazamientos a la estructura que a su vez generan fuerzas internas. Los sistemas de 2gdl pueden ser representados como un conjunto de osciladores.

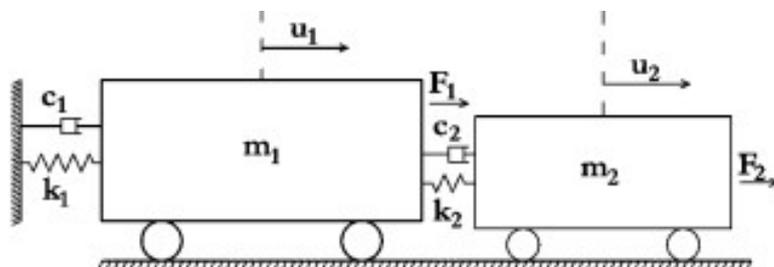


Figura N° 18 Sistema de 2gdl como Osciladores con Fuerzas externas

Fuente: Santa Maria Quedas. pg 32

### 2.2.6 Demanda sísmica

La demanda sísmica escogida para realizar los cálculos es la señal del terremoto de Pisco de 2007 Su epicentro se localizó en las costas del centro del Perú a 40 km al oeste de Pisco y a 150 km al suroeste de Lima, y su hipocentro se ubicó a 39 km de profundidad. Fue uno de los terremotos más violentos ocurridos en el Perú en los últimos años. Liendo Sotomayor, 2022.

Los parámetros hipo centrales del sismo del 15 de agosto fueron calculados utilizando información de las estaciones sísmicas de la “Red Sísmica Nacional – IGP” a cargo del Instituto Geofísico del Perú, siendo los valores obtenidos los siguientes:

Tiempo Origen: 23h 40m 58.0 seg. (GMT, Hora Universal) 18h

40m 58.0 seg. (Hora Local)

Latitud Sur: -13.67°

Longitud Oeste: -76.76°

Profundidad: 40 km

Magnitud: 7.0ML (Richter), 7.9Mw (magnitud momento)

Intensidad Máxima: VII (MM) en Pisco, Chincha, Cañete.

Momento Sísmico: 1.2E+21 N-m (NEIC)

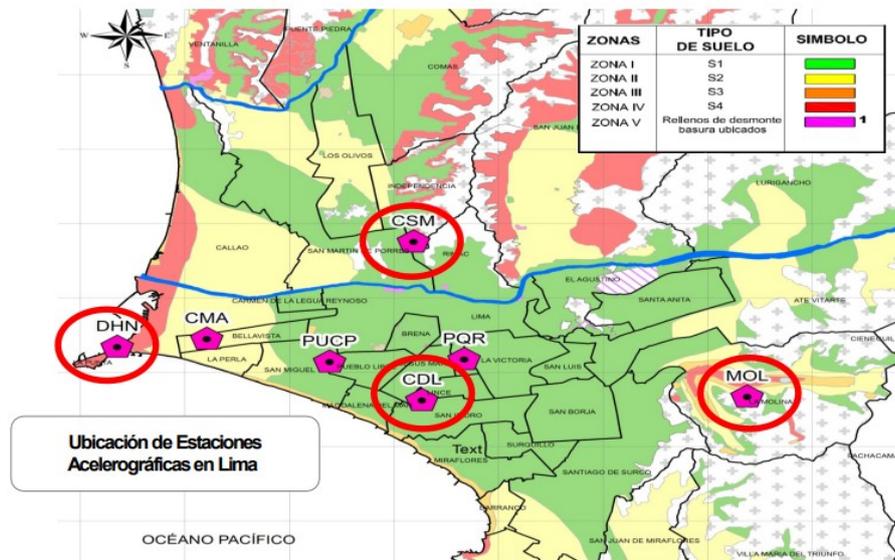


Figura N° 19 Ubicación de Estaciones Acelerográficas en Lima

Fuente: Jorge Alva Hurtado. Sismo en América

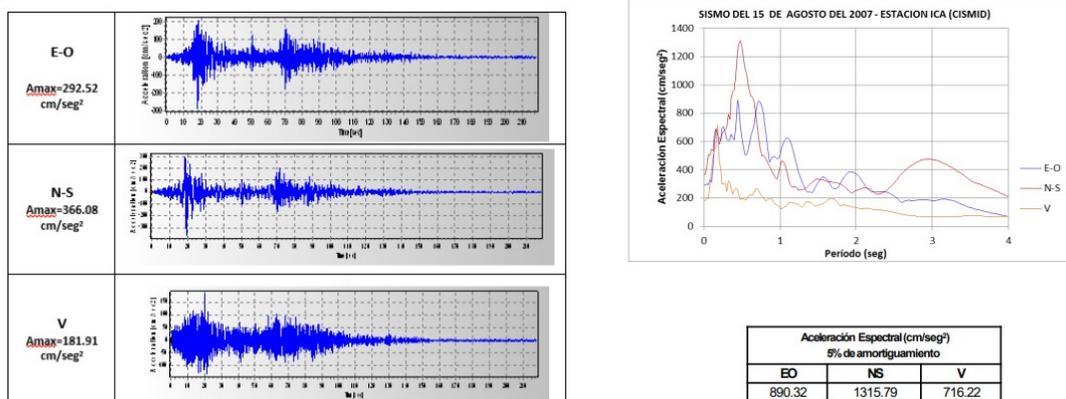


Figura N° 20 Estación Ica 2

### 2.3 Definición de términos básicos

- Adobe artesanal básico: Se define como un bloque esencialmente hecho de barro dormido más la adición de agua, sin cocer y moldeado a mano.
- Adobe artesanal Estabilizado naturalmente: Es el adobe artesanal al cual se le añade diferentes estabilizadores naturales para mejorar su resistencia a compresión e impermeabilidad tales como la goma de tuna, sangre de toro, paja, cascara de arroz, estiércol de vaca, etc.
- Estabilizador: Es un componente que mejora las propiedades físicas y rendimiento del adobe, tales como: resistencia a compresión, porosidad, absorción de agua, profundidad de penetración, resistencia a la abrasión y dureza.
- Flexibilidad: Posible de doblarse un cuerpo fácilmente y sin que exista peligro de que se rompa. Posibilidad para encajar con facilidad a las diversas circunstancias o para acomodar las normas a las distintas situaciones o necesidades.
- Resistencia estructural: La durabilidad es la capacidad que tienen los elementos estructurales de mantener los esfuerzos a los que están sometidos sin romper. Depende de muchos factores entre los que enfatizan el material empleado, su geometría y el tipo de unión entre los elementos.
- Resistencia sísmica: Se dice que una edificación es sismo resistente cuando se diseña y construye con una adecuada configuración estructural, con componentes de dimensiones apropiadas y materiales con una proporción y resistencia suficientes para soportar la acción de fuerzas causadas por sismos frecuentes.
- Rigidez estructural: La rigidez es una magnitud cualitativa de la resistencia a las deformaciones elásticas producidas por un material, que contempla la capacidad de un elemento estructural para soportar esfuerzos sin adquirir grandes deformaciones, en la Ingeniería.
- Tierra: Es el material de construcción natural más importante y abundante en la mayoría de las regiones del mundo.
- Barro dormido: Es el barro que ha pasado por un proceso de dormido y que está listo para amasar y elaborar adobes o morteros.
- Estructuras: En ingeniería civil, es el nombre que recibe al combinado, ensamblado o conectados entre sí, tiene la capacidad de recibir cargas, soportar fuerzas y transferir esas cargas al suelo, dando así a un conjunto de elementos que

brindan la función de resistencia estática de la estructura.

- Peligro Sísmico: Es la probabilidad que se presente un sismo potencialmente destructivo durante cierto período de tiempo en un sitio dado. Representa el peligro latente natural asociado al fenómeno sísmico capaz de producir daños sobre las personas, bienes y el medio ambiente.
- Sistema constructivo: Es el conjunto de elementos, materiales, técnicas, herramientas, procedimientos y equipos, que son característicos para un tipo de edificación en particular.
- Enrocado: Confinamiento entre piedra bola y una lechada de hormigón. Se le puede ver como una decoración sobria y también ancestral, es un elemento fantástico y duradero.
- Ensayo del rollo: Es una alternativa para elegir el suelo en el campo.
- Riesgo Sísmico: es el grado de pérdida, destrucción o daño esperado tras la ocurrencia de un determinado sismo y se puede estimar a partir del grado de exposición de la estructura y su predisposición a ser afectada por el evento sísmico.
- Desempeño Sísmico: de una estructura es el comportamiento esperado ante diferentes niveles de sismo. El desempeño se puede cuantificar a partir de los diferentes niveles de daño que pueden ocurrir en la estructura.
- Ductilidad: Es una propiedad que proponen algunos materiales, como las aleaciones metálicas o materiales asfálticos, los cuales, bajo la acción de una fuerza, pueden deformarse plásticamente de manera sostenible sin romperse, permitiendo obtener alambres o hilos de dicho material.
- Pórticos: Lo que también se denomina pórtico o "pórtico" es generalmente una estructura baja que consta de columnas y vigas horizontales o inclinadas conectadas por conexiones de soporte de momento.
- Torsión: Es un término que alude al acto y el resultado de torcer. El concepto suele referirse específicamente a aquello que se tuerce en sentido helicoidal (como hélice). Torsión es un concepto que se vincula a la acción de torcer.
- Amenaza sísmica: Es cuando existe la probabilidad de que se presenten sismos de cierta severidad en un lugar y en un tiempo determinado.
- Sismo resistencia: Una edificación es sismo resistente cuando se diseña y construye con una adecuada configuración estructural, con componentes de

dimensiones apropiadas y materiales con una proporción y resistencia suficiente para soportar la acción de fuerzas causadas por sismos frecuentes.

- Regularidad estructural: La regularidad estructural determina la distribución del esfuerzo cortante en los elementos estructurales. Este parámetro es una función de la asignación de masa y rigidez tanto en planta como en alzado. Si la estructura tiene irregularidades significativas, la respuesta de la estructura a los requisitos de carga lateral puede ser vulnerable.

## CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS

### 3.1 Hipótesis

#### 3.1.1 Hipótesis principal

Análisis del adobe y quincha permitirá evaluar eficientemente el comportamiento sísmico de una estructura mixta.

#### 3.1.2 Hipótesis específicas

- a) La evaluación de la sismo resistencia del adobe permitirá una significativa mejora en la resistencia estructural ante un comportamiento sísmico en una estructura mixta.
- b) La evaluación de la flexibilidad de la quincha permitirá una significativa mejora en la rigidez relativa ante un comportamiento sísmico en una estructura mixta.
- c) El costo de una estructura mixta compuesta de adobe y quincha es significativamente menor a una estructura tradicional de ladrillos y concreto.

### 3.2 Variables

#### 3.2.1 Definición conceptual de las variables

##### Variable Independiente

La variable independiente es el propósito, o explicación de noción de otro fenómeno. En el experimento es la variable que puede manipular el investigador y se le suele contener tratamiento. Se estudian por la influencia que tienen en la variable dependiente. (Pérez José, 2007).

Para esta investigación las variables independientes son las siguientes:

- Adobe
- Quincha

##### Variable Dependiente

La variable dependiente es el fenómeno que consecuencia, el que debe detallar. Son el centro de la investigación, se modifican en relación con la

variable independiente. (Pérez José, 2007)

Para esta investigación la variable dependiente es:

- Comportamiento sísmico

### 3.2.2 Operacionalización de las variables

La operacionalización de variables está integrada por una serie de procedimientos o indicaciones para ejecutar la medición de una variable definida conceptualmente. En esta se intenta extraer la mayor información posible de la variable seleccionada, a modo de capturar su sentido y adecuación al contexto. (Espinoza E., 2019) (Ver Anexo 02)

## CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### 4.1 Tipo y nivel

#### Tipo

Según Rodríguez, Daniela. (2020). La investigación aplicada es el tipo de investigación en la cual el problema está fijado y es conocido por el investigador, por lo que se recurre a la investigación para facilitar respuesta a preguntas específicas.

Según Mata, Luis Diego. (2019). El enfoque cuantitativo de investigación se describe por privilegiar la lógica empírico-deductiva, a partir de procedimientos rigurosos, métodos experimentales y el uso de técnicas de recaudación de datos estadísticos.

La presente investigación fue de tipo aplicada con enfoque cuantitativo, puesto que se recopila, organiza y analiza de forma experimental; acudiendo a fuentes de investigación científica que prueban sus hipótesis mediante distintos ensayos de prueba, modalidades rigurosas, métodos experimentales y el recurso de técnicas de recolección de datos estadísticos. De esta manera poder cuantificar los resultados obtenidos mediante gráficos, diagramas, tablas, para obtener la respuesta al objetivo de la investigación.

#### Nivel

Según Enrique, Rus Arias (2021). La investigación descriptiva evalúa las características de una población o fenómeno sin entrar a identificar las relaciones entre ellas. lo que hace es definir, clasificar, dividir o resumir. Por ejemplo, mediante medidas de posición o dispersión.

La presente investigación fue de nivel descriptivo, puesto que para su desarrollo se evidencia la disposición de una vinculo significativa entre la variable dependiente y la variable independiente. De los resultados obtenidos se argumenta si la aplicación de adobe y quincha brinda mejora en el comportamiento sísmico de una estructura mixta.

## 4.2 Diseño de investigación

Según Hernández, Fernández (2012). La investigación no experimental o ex post-facto es cualquier investigación en la que resulta imposible manipular variables o asignar aleatoriamente a los sujetos o a las condiciones. De hecho, no hay condiciones o estímulos a los cuales se informa los sujetos del estudio. Los sujetos son presenciados en su ambiente natural, en su realidad.

Según Shuttleworth, Martyn. (2010). Un estudio transversal toma una instantánea de una población en un momento particular, lo que permite obtener conclusiones con relación a los fenómenos a través de una amplia población.

Esta investigación fue no experimental con diseño transversal, ya que las variables independientes no pueden ser manipuladas, nos basamos esencialmente en la observación de los fenómenos tal y como se dan en su contexto natural y así después debatir para determinar lo que sucede en tiempo real, en un momento determinado.

## 4.3 Población y muestra

### Población

Según Lalangui, Donald. (2017). La población se especifica como la totalidad de elementos, individuos, entidades con características similares de las cuales se utilizarán como unidades de muestreo. Así mismo, es conocido como Universo.

La población está conformada por todas las estructuras mixtas encontradas compuestas por adobe y quincha en el distrito de Lurín, Departamento de Lima.

### Muestra

Según Lalangui, Donald. (2017). La muestra es el punto de la población que se selecciona para adquirir de la información. En ella se realizan las mediciones u retroalimentación de las variables de estudio.

La muestra estudiada fue una estructura mixta compuesta de adobe en el primer piso y quincha en el segundo piso ubicada en el distrito de Lurín, Departamento de Lima.

## 4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

### Tipos de técnicas e instrumentos Técnicas

Para llevar a cabo la presente investigación se realizará una visita de campo en el área escogida para la evaluación visual. Así mismo una vez obtenidos datos generales del lugar se estructurará, analizará, y clasificará la información que contribuye al desarrollo de esta investigación.

## Instrumentos

Se presentan los instrumentos a utilizar en esta investigación:

- Norma de Diseño sismorresistente E.030
- Manual de Construcción para edificaciones antisísmicas de Adobe
- Guía práctica de orientación para la implementación de quincha mejorada.
- Software ETABS V. 19
- Excel V. 2016

### 4.4.1 Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos

Se determina que los instrumentos implementados en la presente investigación son válidos y confiables, ya que la evaluación y análisis se realizó haciendo uso de normas actuales. Además, la confiabilidad en cuanto a la implementación del ETABS es un software histórico y pionero para análisis estructural y dimensionamiento nos da una simulación eficiente para cálculos y diseños estructurales.

### 4.4.2 Procedimientos para la recolección de datos

Como primer paso se realizó una búsqueda de material bibliográfico en cuanto a construcciones realizadas con adobe y quincha tanto en el Perú como en otros países, analizamos material como tesis, artículos, libros, normas y manuales relacionados con construcciones antisísmicas hechas de adobe y quincha. Así comprendimos las consideraciones asumidas por cada autor cumpliendo las normas que rigen en nuestro país.

NTE. 030 diseño sismorresistente, NTE .080 Diseño y Construcción con tierra reforzada y el Manual de construcción con adobe. Luego a partir del

diseño realizado de una vivienda compuesta de adobe en el primer piso y quincha en el segundo piso y el diseño de documentos técnicos como plano de arquitectura y estudio de suelo del lugar, se procedió de la siguiente manera: Procedimiento 1: Se realizó el diseño arquitectónico de la estructura mixta para así realizar el modelamiento de la estructura haciendo uso del Software ETABS el cual nos permite adicionar las características propias de los materiales en un modelo 3D aplicando las normas de Diseño sismorresistente. Posteriormente haciendo un análisis de resistencia estructural para el adobe conociendo la vulnerabilidad sísmica de la zona de estudio, la resistencia a la compresión y el periodo de vibración se determinará la resistencia sísmica del adobe ante un comportamiento sísmico. Procedimiento 2: Aplicando las normas de Diseño sismorresistente E. 030, NTE 080 Diseño y Construcción con tierra reforzada y el Manual de construcción con quincha reforzada en el Software ETABS, realizamos un análisis de flexibilidad para la quincha conociendo la vulnerabilidad sísmica de la zona de estudio y el desplazamiento relativo se determinará la rigidez de la quincha ante un comportamiento sísmico. Procedimiento 3: Una vez realizado el diseño de la estructura mixta podremos determinar mediante un análisis de costos el costo total para la composición de dicha vivienda.

#### 4.4.3 Técnicas para el procesamiento y análisis de la información

Los resultados obtenidos con la implementación del software ETABS fueron relacionados aplicando las normas de Diseño sismorresistente NTE 030, NTE 080 Diseño y Construcción con tierra reforzada y el Manual de construcción con adobe y quincha reforzada. Es por ello que para la técnica utilizada en esta investigación es necesario conocer los parámetros indicados en las normas ya mencionadas. Finalmente se realizó el análisis de costos y para ello se procedió a recabar información del costo de los materiales necesarios para la construcción de una vivienda de adobe y quincha.

## CAPITULO V: ANALISIS DE LA EDIFICACION DE ADOBE Y QUINCHA

### 5.1 Características de la Edificación

Previo a la realización del modelado, se diseñó en AutoCAD, el módulo de adobe y quincha.

El módulo tiene un área neta total de 80.73 m<sup>2</sup>. La estructura está compuesta en la primera planta de muros con el material de adobe y la segunda planta muros con el material de quincha. Está distribuida con 2 dormitorios, 1 sala comedor, 1 cocina y 1 baño. La planta del segundo nivel está diseñada con la misma distribución, 2 dormitorios, 1 sala comedor, 1 cocina y 1 baño.

En la Figura N° 21 se observa la distribución con vista en planta del primer piso.

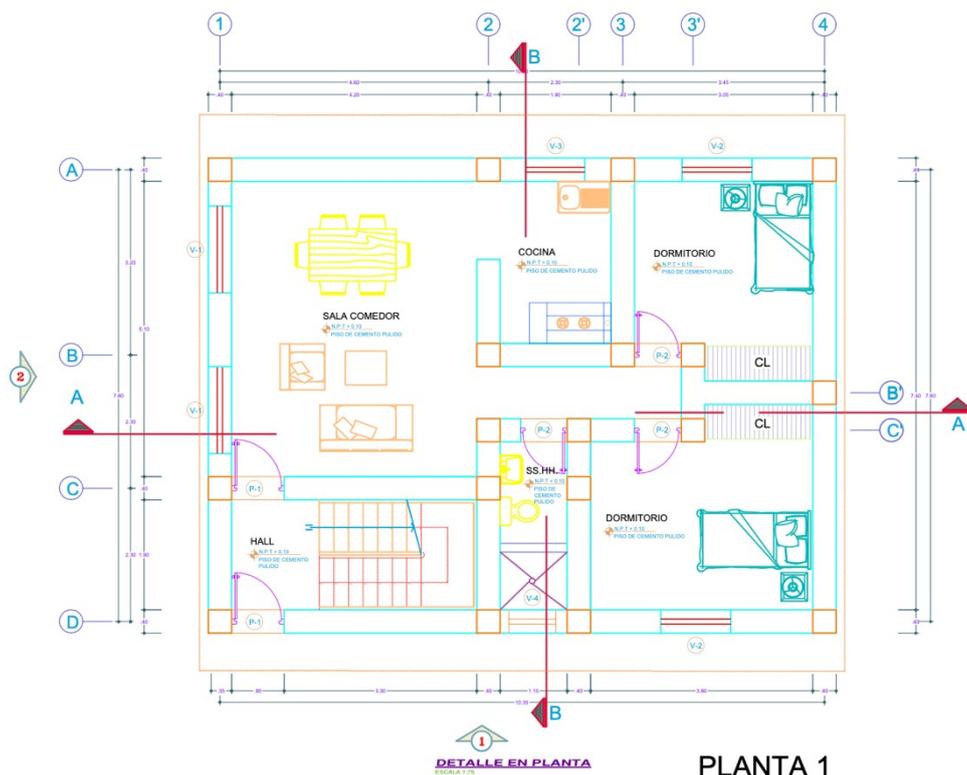


Figura N° 21 Imagen referencial planta 1

Fuente: Elaboración propia

En la Figura N° 22 se observa la distribución con vista en planta del segundo piso.

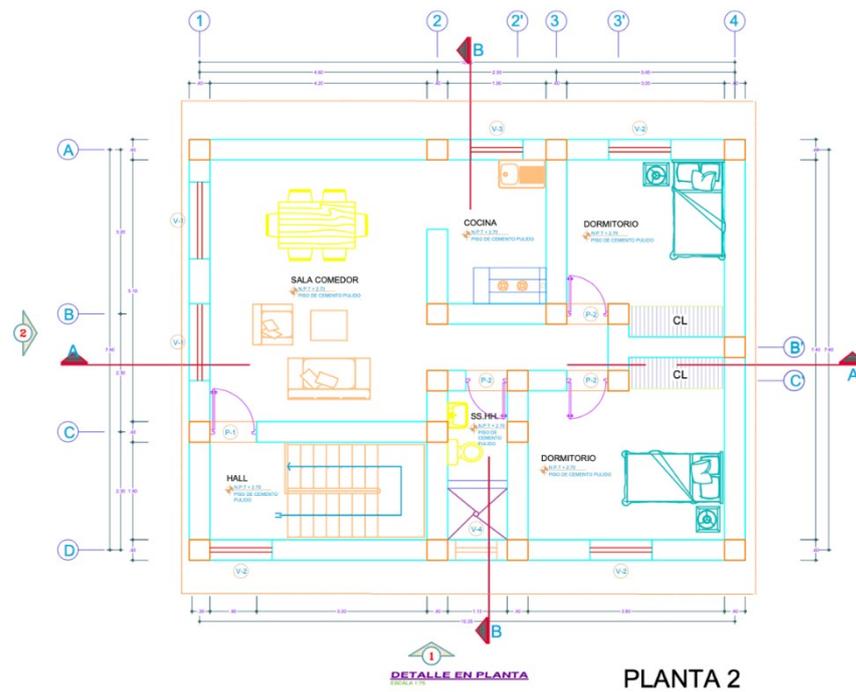


Figura N° 22 Imagen referencial planta 2

Fuente: Elaboración propia

En la Figura N° 23 se observa la fachada principal

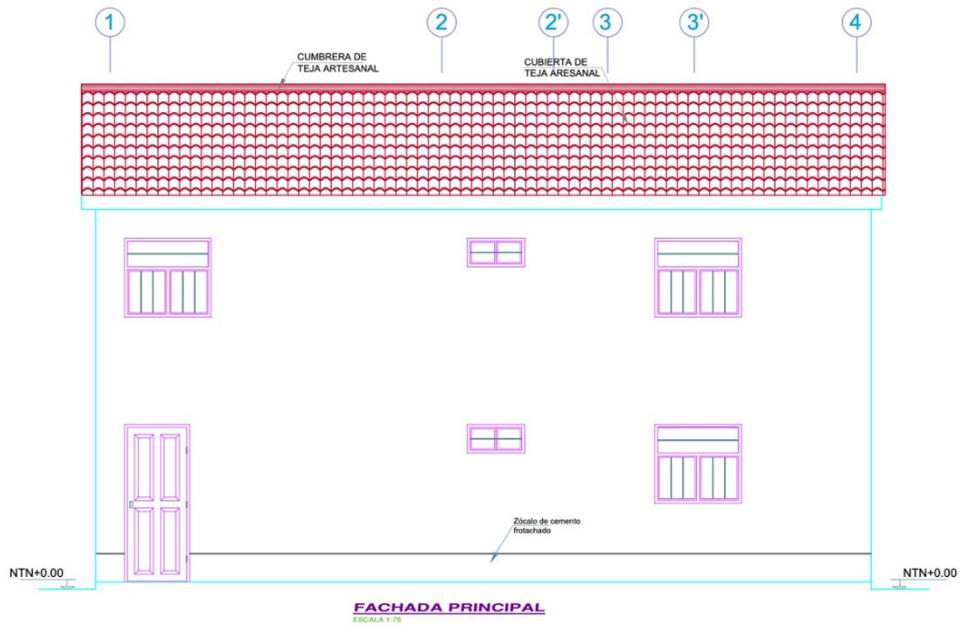


Figura N° 23 Facha lateral del módulo

Fuente: Elaboración propia

En la Figura N° 24 se observa la fachada lateral

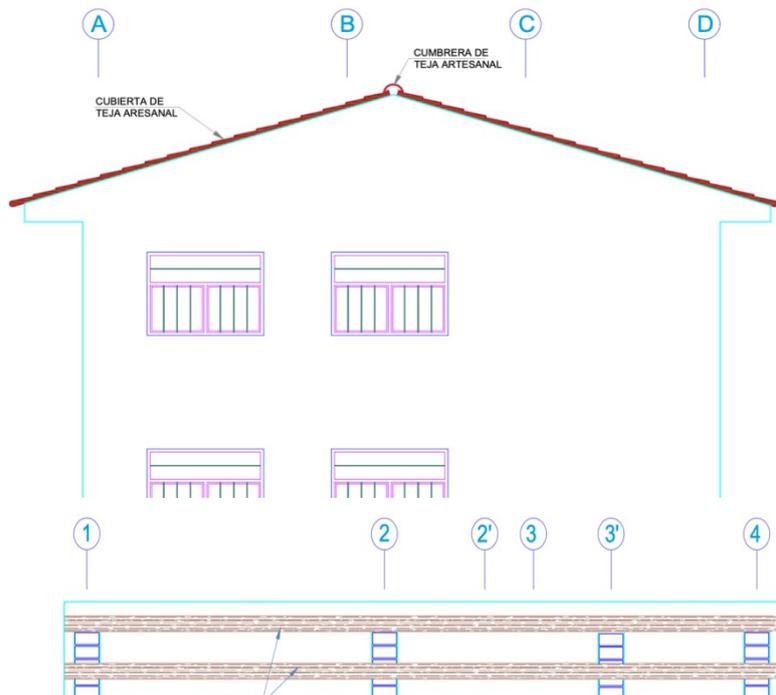


Figura N° 24 Facha lateral del módulo

l  
En

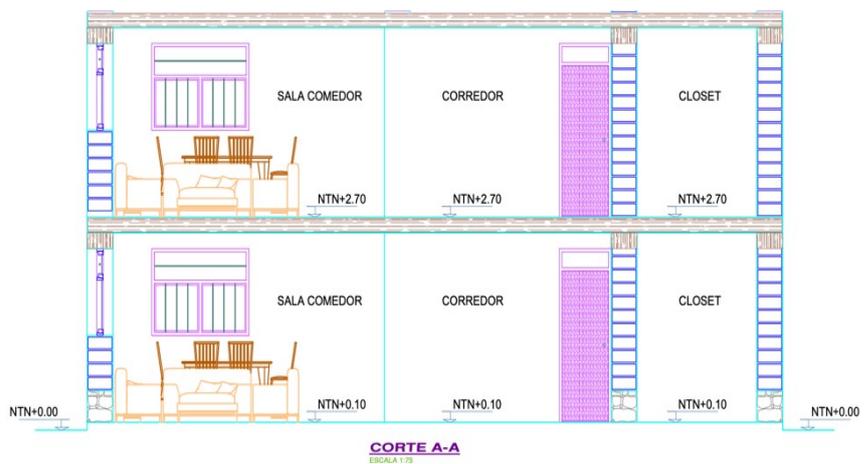


Figura N° 25 Corte A-A del módulo

Fuente: Elaboración propia

## 5.2 Pre dimensionamiento

Dimensiones del muro de adobe y quincha, colocar parámetros según la norma

Para el proyecto de la Casa situada en Lurín, se considera las siguientes dimensiones para los bloques de quincha:

Los adobes fueron preparados con una dosificación de 1 de volumen de paja, 1 de volumen de arena gruesa y 5 de volumen de tierra. Las dimensiones de las unidades cuadradas fueron de 400 mm x 400 mm x 120 mm utilizados en la construcción de los muros a escala natural. El procedimiento consistió en lanzar una masa de adobe dentro de los moldes de madera (gaveras) y enrasar hasta que presente una superficie uniforme.

El tiempo de secado de las unidades de adobe fue cuatro semanas aproximadamente y en el día 10 de fabricados se colocó los adobes de costado para garantizar un secado uniforme. Una vez secos se apiló los adobes en un lugar cercano al área de trabajo. La Norma E.080 (2017) indica que el secado del bloque debe ser lento y debe realizarse sobre tendales protegidos del sol y del viento.

Se diseño según la Norma E.080 la cual nos dice que, para las edificaciones de tierra reforzada, se debe cumplir los siguientes criterios;

- El espesor mínimo del muro es de 0.40 m
- Los vanos deben tener proporciones y ubicación de acuerdo a lo indicado en

la figura N° 24.

- Los muros en general deben tener una esbeltez vertical igual o menor a 6 veces el espesor del muro y una esbeltez horizontal igual o menor a 10 veces el espesor del muro.

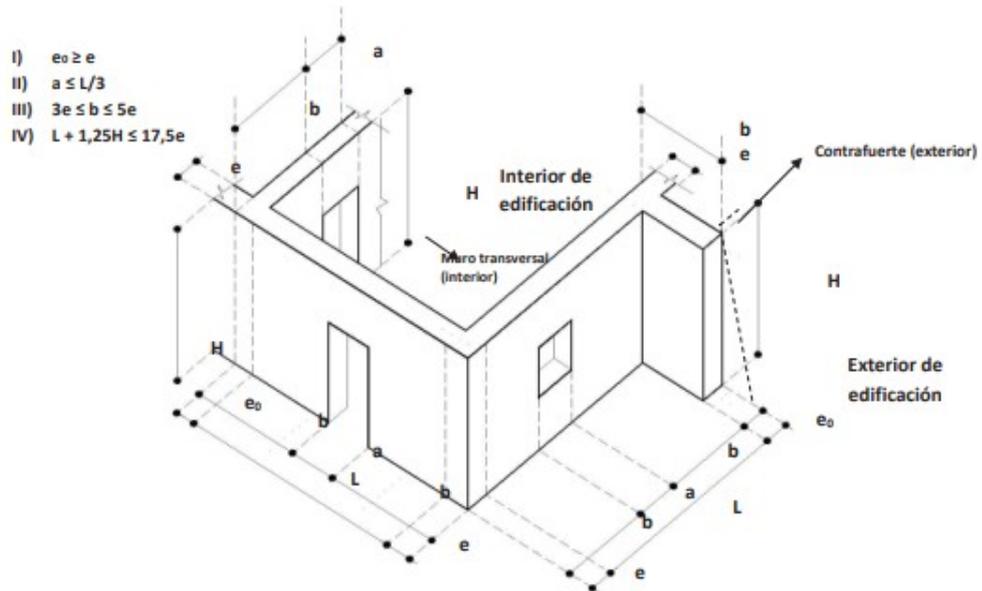


Figura N° 26 Límites Geométricos de muros y vanos

Fuente: Norma Técnica E.080, 2017.

Donde:

L: Longitud libre del muro

B: Distancia con arriostre

Se determinaron los parámetros para el cálculo de las fuerzas sísmicas horizontales, las cuales se resumen en la Tabla N° 3.

Tabla N° 3 Valores según Norma E.080

Factores	Valores
U	1
C	0.25
S	1.4
	Suelo Blando

Fuente: Elaboración propia

### 5.3 Modelamiento en ETABS

Se realizó el análisis sísmico de una edificación de 2 niveles. El primer nivel de adobe destinado al uso para sala, cocina, comedor y dormitorios. El segundo nivel de quincha destinado al uso para sala, cocina, comedor y dormitorios. El sistema estructural predominante en la dirección X es el sistema de adobe reforzado con quincha Tipo 1 y en la dirección Y es el sistema de adobe reforzado con quincha Tipo. Así mismo la construcción tiene un área de 80.73 m<sup>2</sup> el primer nivel y 80.73 m<sup>2</sup> de área del segundo nivel. Se encuentra ubicado en, Distrito de Lurín, Provincia de Lima y Departamento de Lima.

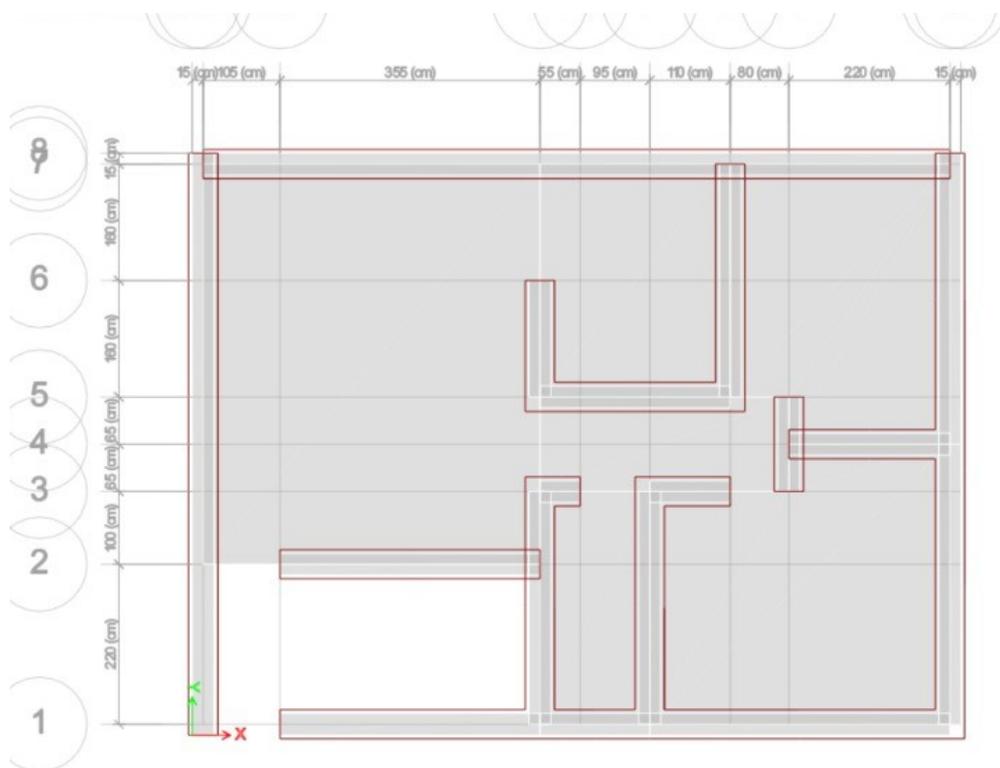
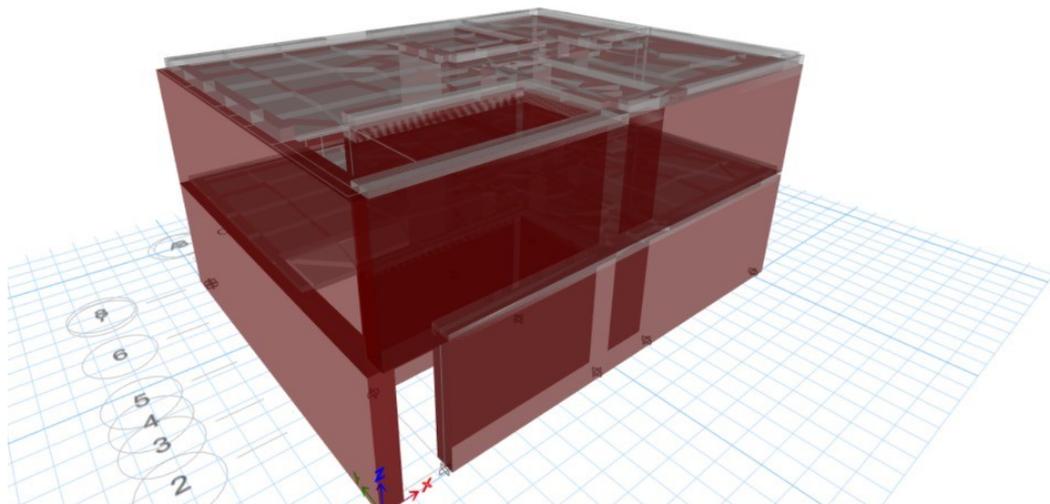


Figura N° 27 Modelado de la estructura mixta vista en planta

Fuente: Etabs v. 19



Fuente: Etabs v. 19

## 5.4 Análisis de la Edificación

En el proceso del diseño que hemos realizado es fundamental el análisis, ya que con ello podemos trabajar sobre espacios construidos con características según el material empleado en este caso adobe y quincha.

### 5.4.1 Evaluación de la edificación a la demanda sísmica

Sismo en X y en Y:

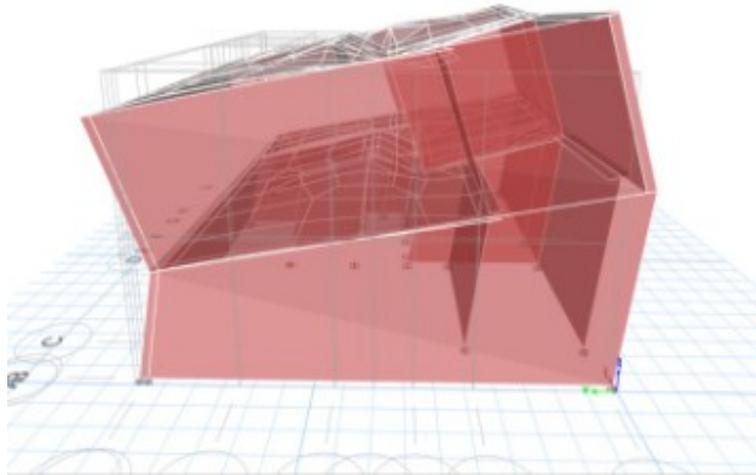


Figura N° 29 Modelado de la estructura mixta vista en 3D

Fuente: Etabs v. 19

En la tabla N° 4 el Software Etabs v. 19 nos da los resultados de las fuerzas y momentos para las 3 direcciones.

Tabla N° 4 Fuerzas y Momentos en las 3 direcciones

OUTPUT CASE	STEP TYPE	FX tonf	FY tonf	FZ tonf	Mx tonf-m	My tonf-m	Mz tonf-m
MODAL	MODE	-0.0087	3.2245	0	-11.7438	-0.0299	19.736
SX	Step By Step	-95.1926	0	0	0	-373.0617	368.1312
SY	Step By Step	0	-95.1926	0	373.0617	0	-551.4427

Fuente: Etabs v. 19

En la figura N° 30 se muestra el modelamiento de la estructura simulada en respuesta del sismo eje x

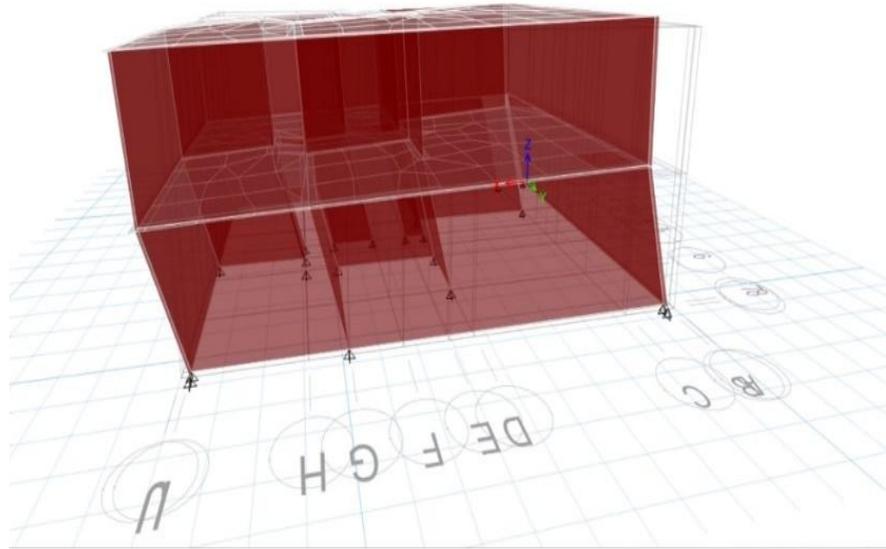


Figura N° 30 Modelado dirección en X

Fuente: Etabs v. 19

En la tabla N° 5 el Software Etabs v. 19 nos da los resultados de las deformaciones para el sentido x e y. siendo el más afectado en la dirección en x.

Tabla N° 5 Valores de la deformación de la estructura

Story	Elevation (cm)	Location	X-Dr (cm)	Y-Dr (cm)
Story 2	500	Top	0.184	0.0027
Story 1	250	Top	0.151	0.0027
Base	0	Top	0	0

Fuente: Etabs v.19

En la figura N° 31 se muestra el modelamiento de la estructura simulada en respuesta del sismo  
del eje Y.  
en el eje Y.

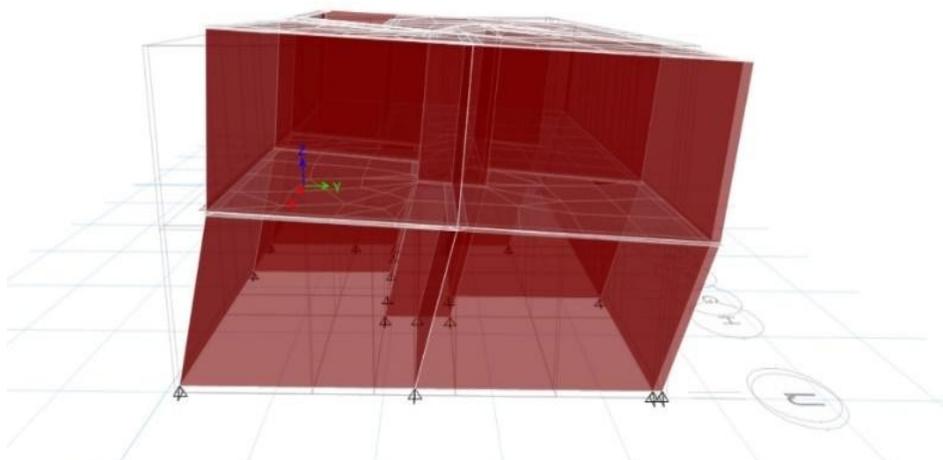


Figura N° 31 Modelado dirección en Y

Fuente: Etabs v. 19

En la tabla N° 6 el Software Etabs v. 19 nos da los resultados de las deformaciones para el sentido x e y. siendo el más afectado en la dirección en y.

Tabla N° 6 Valores de la deformación de la estructura

Story	Elevation (cm)	Location	X-Dr (cm)	Y-Dr (cm)
Story 2	500	Top	0.0048	0.2167
Story 1	250	Top	0.0039	0.166
Base	0	Top	0	0

Fuente: Etabs v.19

En la tabla N° 7 se muestra el valor de las masas obtenidas en las direcciones analizadas para x e y.

Tabla N° 7 Masa de los dos niveles

Story	DIAPHRAGM	MASS X tonf - s2/m	MASS Y tonf- s2/m
Story 1	D1	17.59476	17.59476
Story 2	D2	11.13189	11.13189

Fuente: Etabs v.19

En la tabla N° 8 se muestra el valor de los periodos obtenidos de la estructura mixta.

Tabla N° 8 Periodos de la estructura

MODE	PERIODO (sec)	Frequency cyc/sec	Circfreq rad/sec	Eigenvalue rad2/sec2
1	0.145	6.899	43.3499	1879.2105
2	0.137	7.277	45.7255	2090.8253
3	0.124	8.041	50.5218	2552.4532

4	0.036	27.844	174.9515	30606.0329
5	0.031	31.941	200.6914	40277.0235
6	0.021	47.977	301.449	90871.4724

Fuente: Etabs v.19

En la figura N° 32 se observa la simulación para el primer modo de vibración transicional en Y, simulado en el Software Etabs v. 19

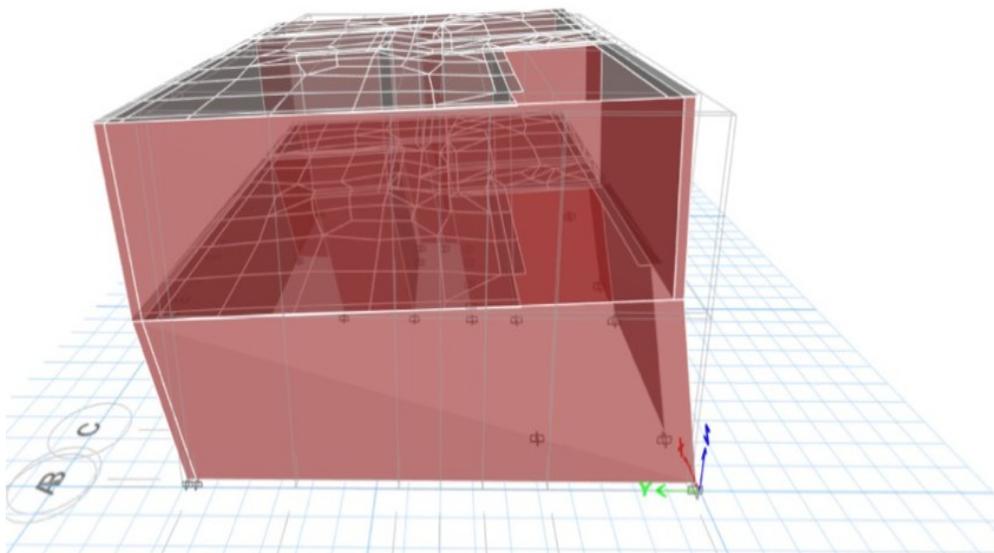


Figura N° 32 Primer modo de vibración (traslacional en Y)

Fuente: Etabs v. 19

En la figura N° 33 se observa la simulación para el segundo modo de vibración transicional en Y, simulado en el Software Etabs v. 19

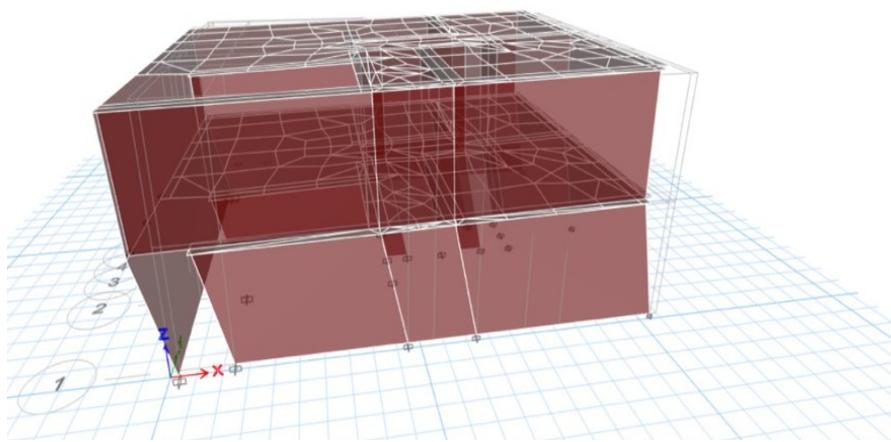


Figura N° 33 Segundo modo de vibración (traslacional en Y)

Fuente: Etabs v. 19

En la figura N° 34 se observa la simulación para el tercer modo de vibración transicional en Y, simulado en el Software Etabs v. 19

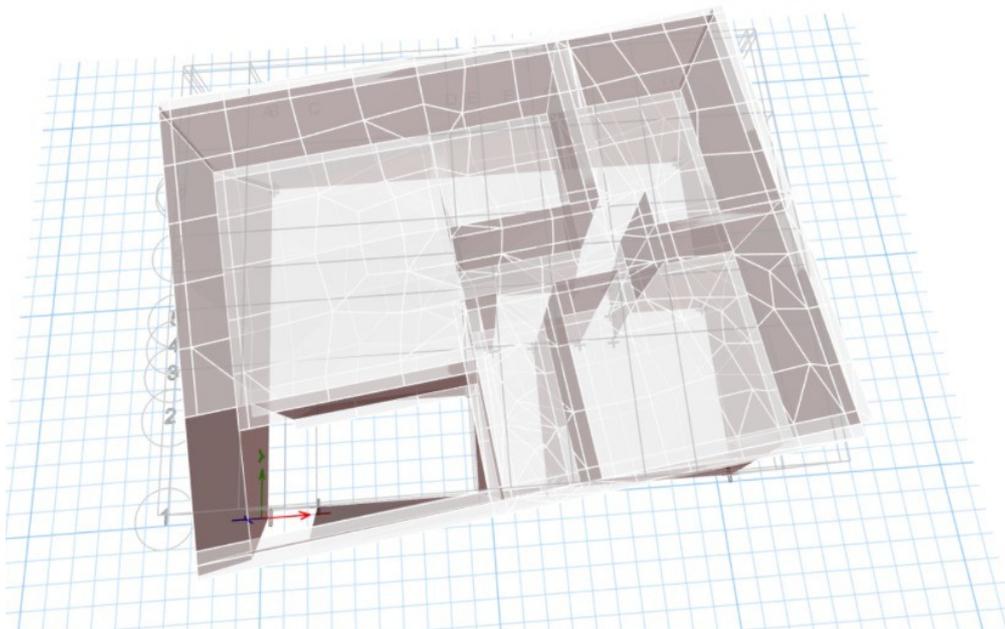


Figura N° 34 Tercer modo de vibración

Fuente: Etabs v. 19

En la figura N° 35 se observa la simulación para el cuarto modo de vibración transicional en Y, simulado en el Software Etabs v. 19

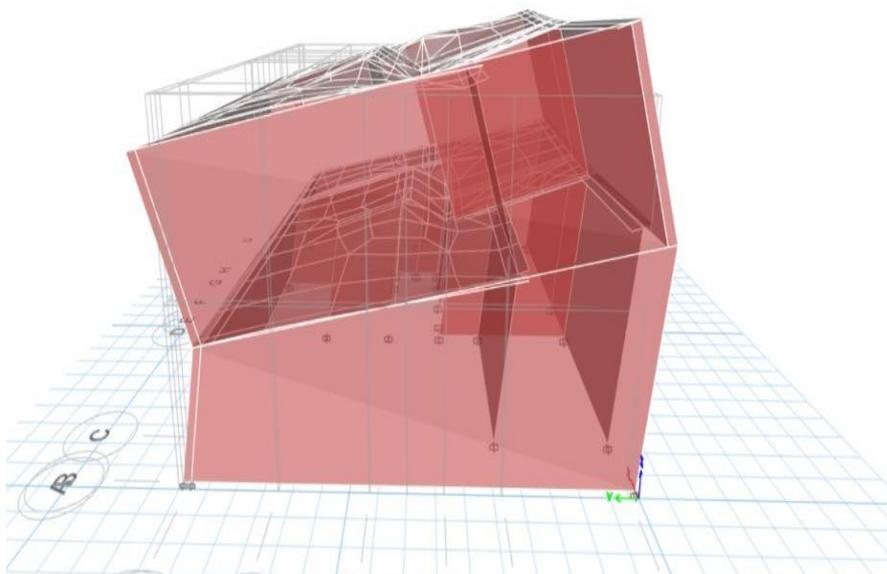


Figura N° 35 Cuarto modo de vibración (rotacional)

Fuente: Etabs v. 19

En la figura N° 36 se observa la simulación para el quinto modo de vibración transicional en Y, simulado en el Software Etabs v. 19

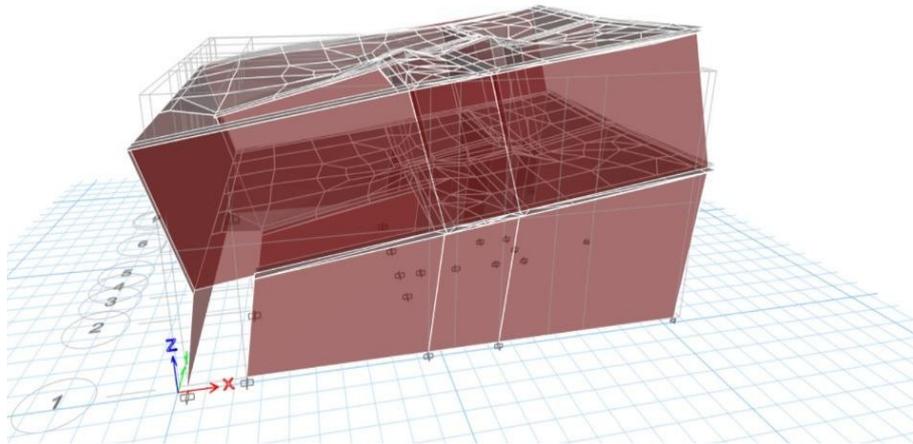


Figura N° 36 Quinto modo de vibración (traslacional en Y)

Fuente: Etabs v. 19

En la figura N° 37 se observa la simulación para el sexto modo de vibración trar

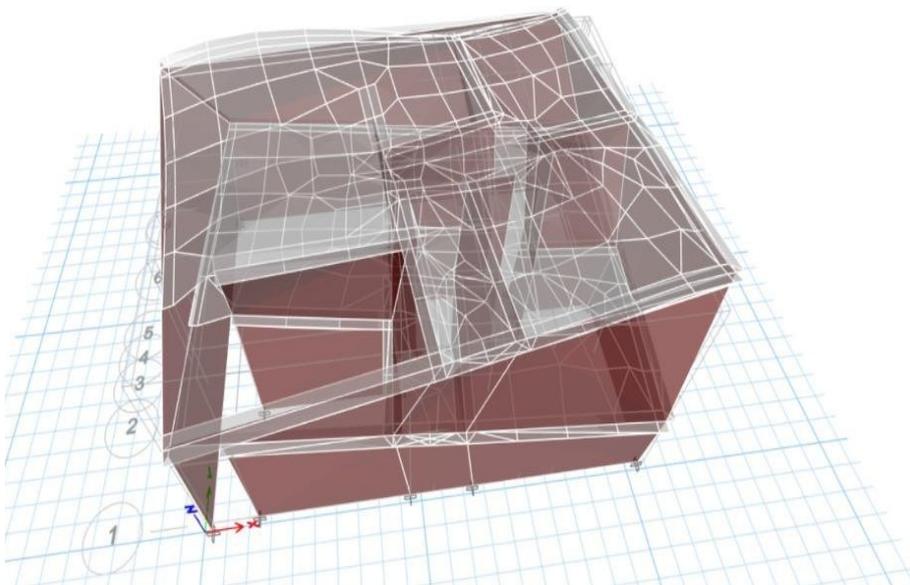


Figura N° 37 Sexto modo de vibración (rotacional)

Fuente: Etabs v. 19

En la tabla N° 9 Se observa los máximos desplazamiento en X de acuerdo a cada piso, simulado en el Software Etabs v. 19

Tabla N° 9 Máximos desplazamientos en X:

Story	Elevation (cm)	Location	X-Dr (cm)	Y-Dr (cm)
Story 2	500	Top	0.1898	0.0023
Story 1	250	Top	0.1559	0.0022
Base	0	Top	0	0

Fuente: Etabs v. 19

En la figura N° 38 se observa la Grafica lineal del desplazamiento vs los pisos en Sx, simulado en el Software Etabs v. 19



Figura N° 38 Grafica lineal del desplazamiento vs pisos en Sx

Fuente: Etabs v. 19

En la tabla N° 10 Se observa los máximos desplazamiento en Y de acuerdo a cada piso, simulado en el Software Etabs v. 19

Tabla N° 10 Máximos desplazamientos en Y:

Story	Elevation (cm)	Location	X-Dr (cm)	Y-Dr (cm)
Story 2	500	Top	0.0048	0.2236
Story 1	250	Top	0.0039	0.1716
Base	0	Top	0	0

Fuente: Etabs v. 19

En la figura N° 39 se observa la Grafica lineal del desplazamiento vs los pisos en Sy, simulado en el Software Etabs v. 19

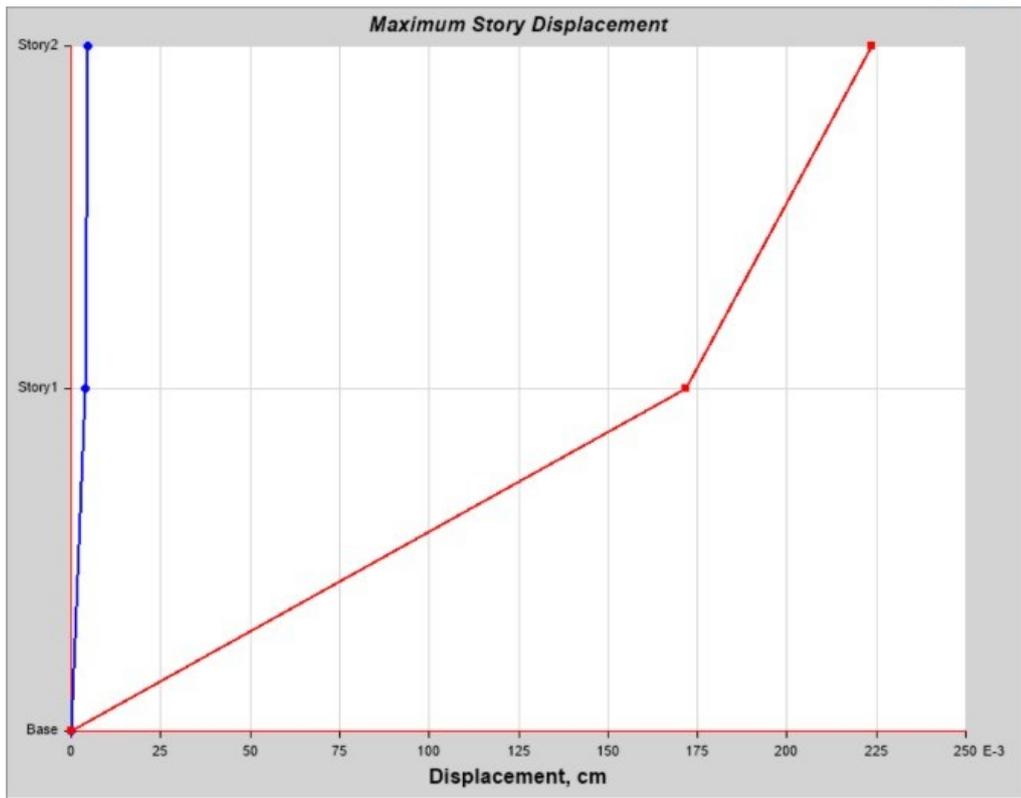


Figura N° 39 Grafica lineal desplazamiento vs pisos en Sy

Fuente: Etabs v. 19

En la figura N° 40 Se observa la función masa que utilizamos para el modelado, simulado en el Software Etabs v. 19

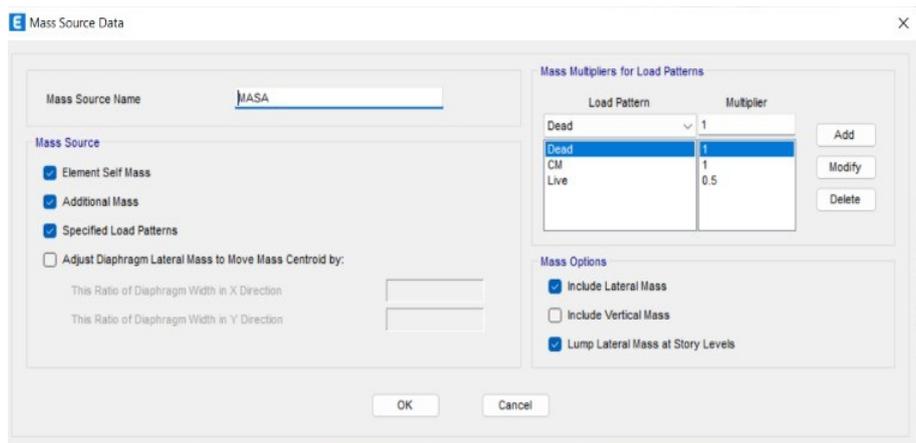


Figura N° 40 Función masa 100% PD +50 %PL

Fuente: Etabs v.19

En la figura N° 41 Se observa la definición de fuerza sísmica en X con el coeficiente 0.35, simulado en el Software Etabs v. 19

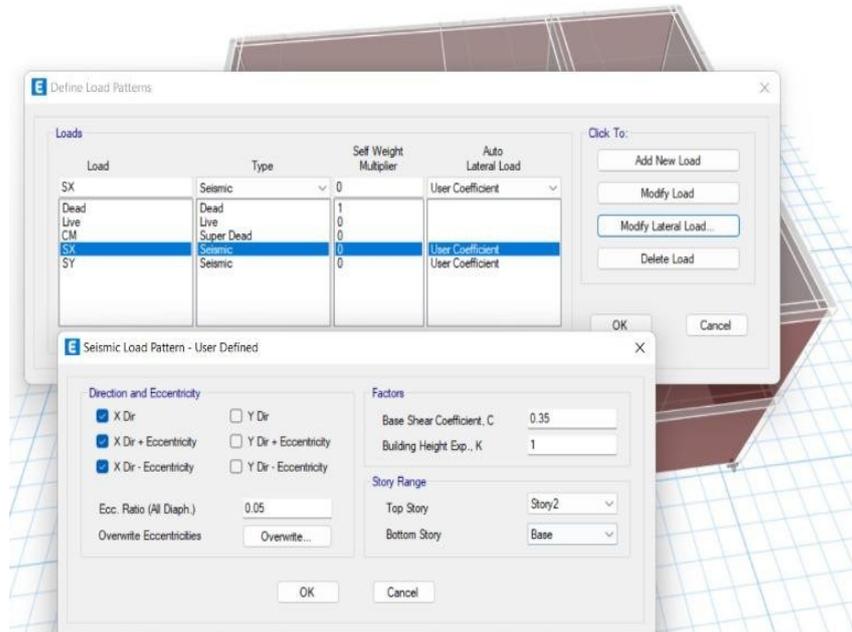


Figura N° 41 Definición de fuerza sísmica en X con el coeficiente 0.35

Fuente: Etabs v.19

En la figura N° 42 Se observa la definición de fuerza sísmica en Y con el coeficiente 0.35, simulado en el Software Etabs v. 19

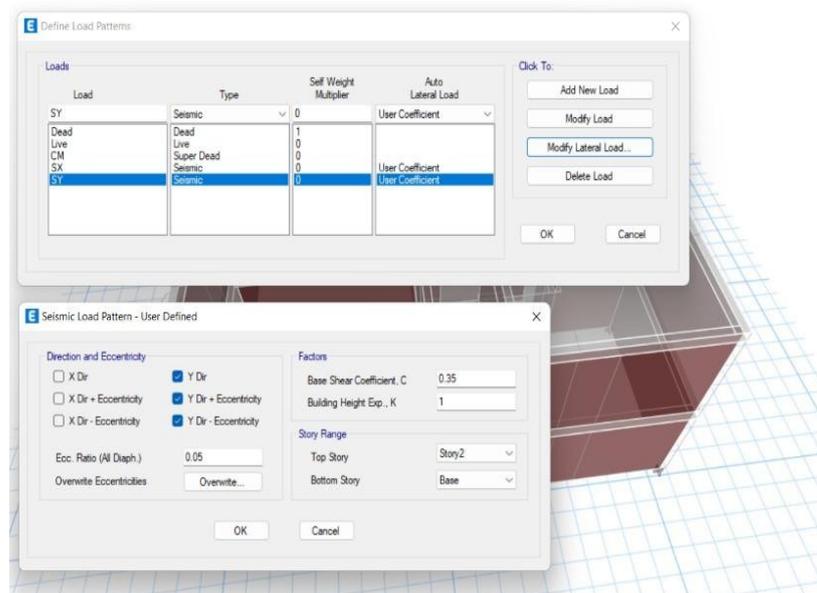


Figura N° 42 Definición de fuerza sísmica en Y coeficiente 0.35

Fuente: Etabs v. 19

#### 5.4.2 Evaluación de la resistencia sísmica del adobe

En la figura N° 43 Se observa los valores insertados para analizar el adobe, simulado en el Software Etabs v. 19

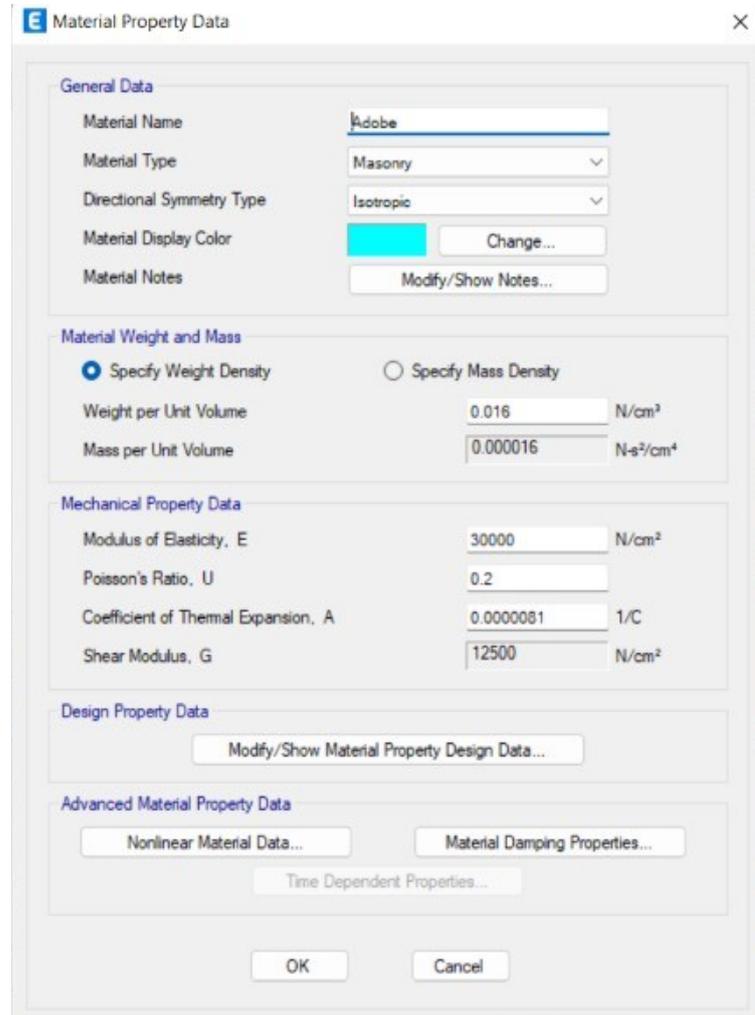


Figura N° 43 Valores insertados para analizar el adobe

Fuente: Etabs v. 19

En la tabla N° 11 Se observa las propiedades que hemos considerado para analizar el adobe, simulado en el Software Etabs v. 19

Tabla N° 11 Propiedades del material del adobe

Propiedades	Unidades	PRIMER PISO (ADOBE)
Módulo de Elasticidad	Gpa	0.3
Peso Especifico	KN/m*2	16

Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 44 Se observa el espesor insertado para analizar el adobe, simulado en el Software Etabs v. 19

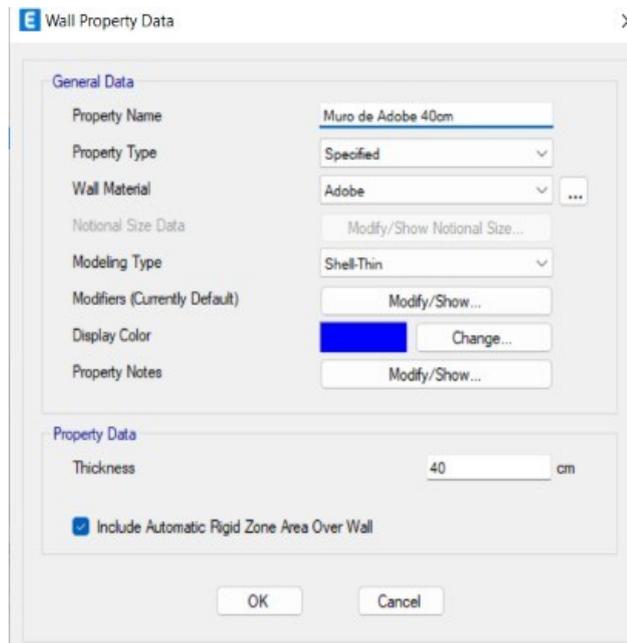


Figura N° 44 Espesor del muro para analizar el adobe

Fuente: Etabs v. 19

### 5.4.3 Evaluación de la flexibilidad de la quincha

En la figura N° 45 Se observa los valores insertados para analizar la quincha, simulado en el Software Etabs v. 19

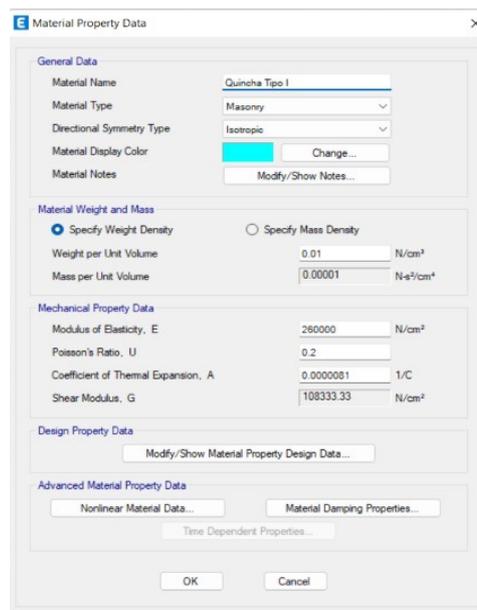


Figura N° 45 Valores insertados para analizar la quincha

Fuente: Etabs v. 19

En la tabla N° 12 Se observa las propiedades que hemos considerado para analizar la quincha, simulado en el Software Etabs v. 19

Tabla N° 12 Propiedades del material de quincha

Propiedades	Unidades	SEGUNDO PISO (QUINCHA)
Módulo de Elasticidad	Gpa	2.6
Peso Especifico	KN/m*2	10

Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 46 Se observa el espesor considerado para analizar la quincha, simulado en el Software Etabs v. 19

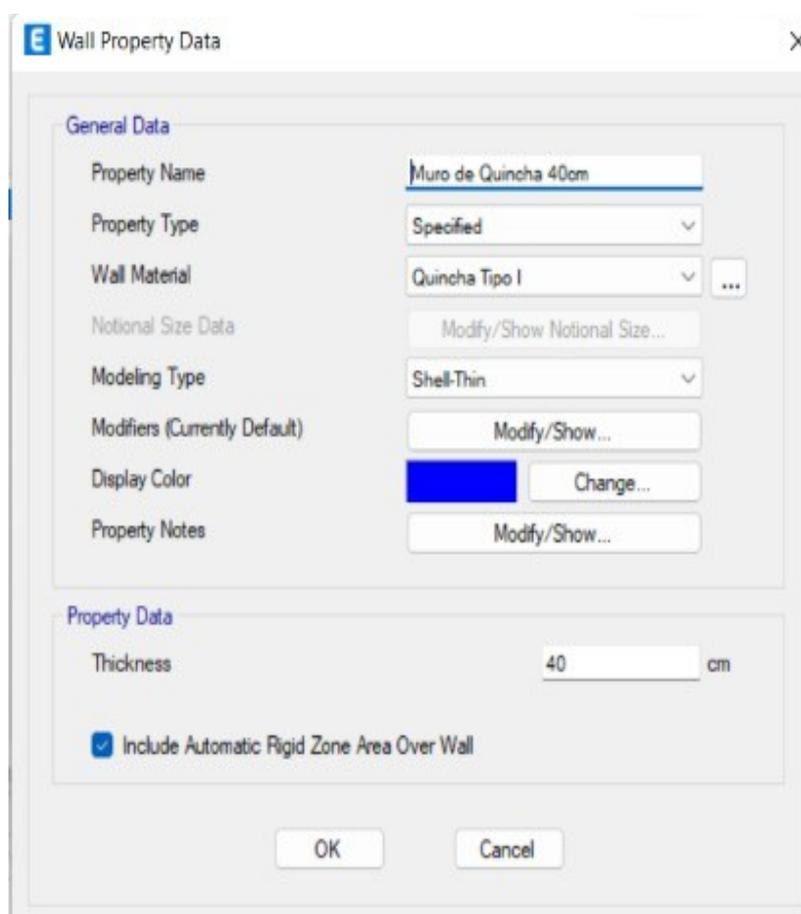


Figura N° 46 Espesor del muro para analizar la quincha

Fuente: Etabs v. 19

- Características del entrepiso

En la figura N° 47 Se observa las características consideradas para el entrepiso, simulado en el Software Etabs v. 19

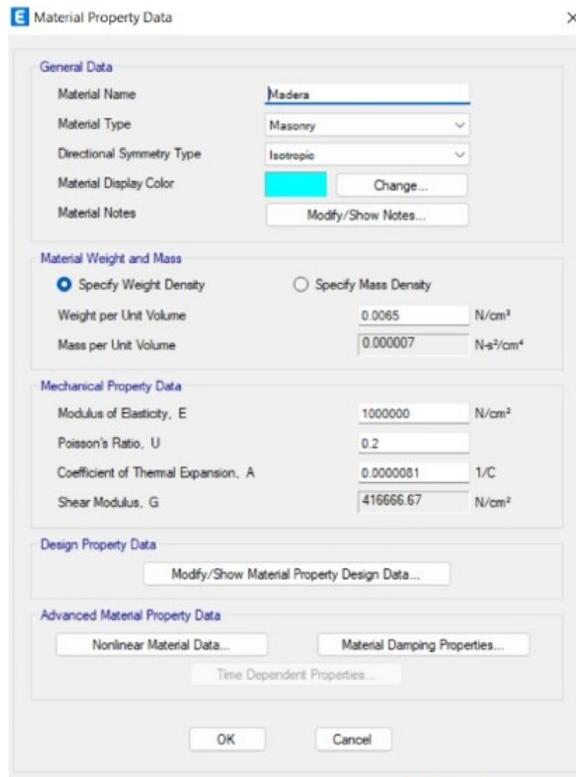


Figura N° 47 Características del entrepiso

Fuente: Etabs v. 19

En la figura N° 48 se observa las características consideradas para el entrepiso, simulado en el Software Etabs v. 19

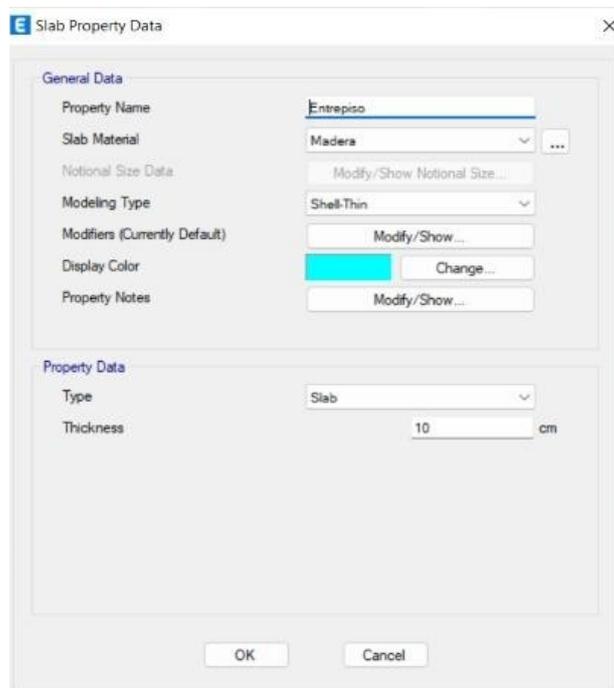


Figura N° 48 Características del entrepiso

Fuente: Etabs v. 19

- Esfuerzos en los muros

En la figura N° 49 Se observa los resultados de los esfuerzos en  $S_x$ , simulado en el Software Etabs v. 19. El esfuerzo máximo en tracción admisible en condiciones de servicio para la tracción producida por flexión (carga normales al plano del muro) es de 39 kpa, según la norma E080.

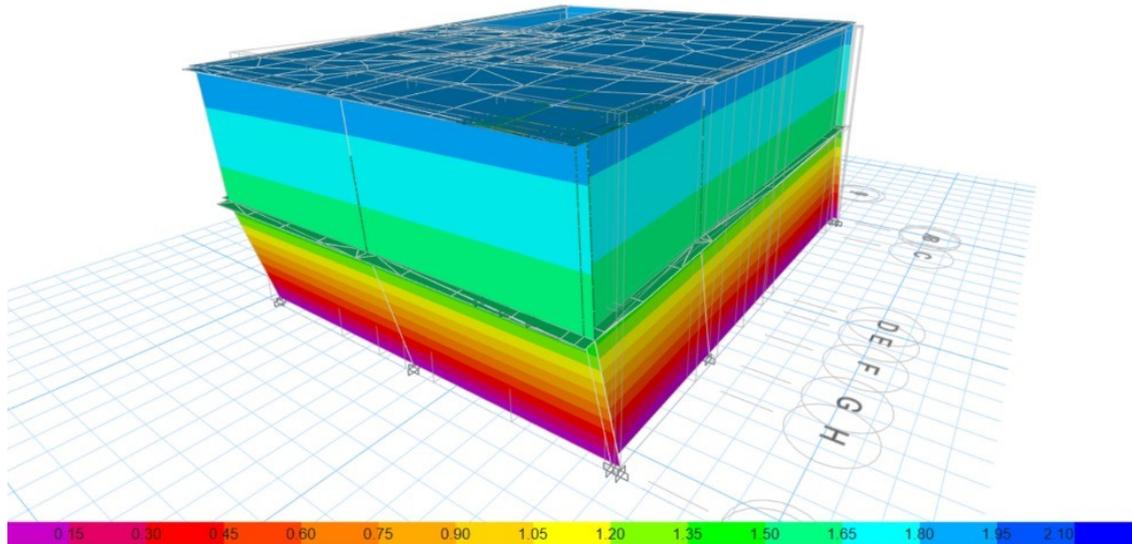


Figura N° 49 Esfuerzo en el modelado en  $S_x$

Fuente: Etabs v. 19

En la figura N° 50 Se observa los resultados de los esfuerzos en  $S_y$ , simulado en el Software Etabs v. 19. El esfuerzo de corte admisible es por compresión diagonal.

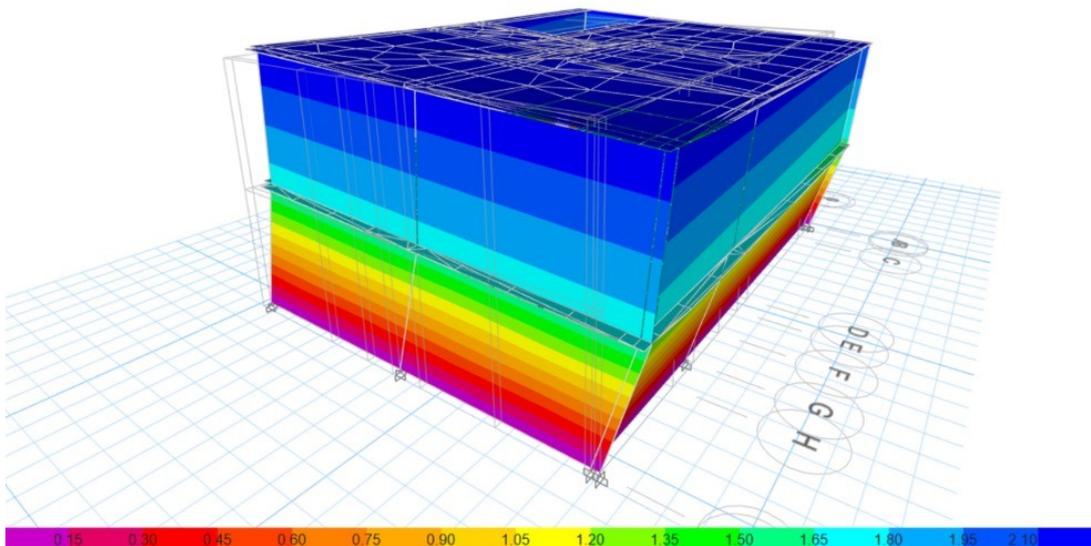


Figura N° 50 Esfuerzo en el modelado en  $S_y$

Fuente: Etabs v. 19

En la figura N° 51 Se observa los resultados de los esfuerzos por carga de servicio, simulado en el Software Etabs v. 19. Según la norma E080, el esfuerzo máximo admisible, en condiciones de servicio se considera la reducción por esbeltez.

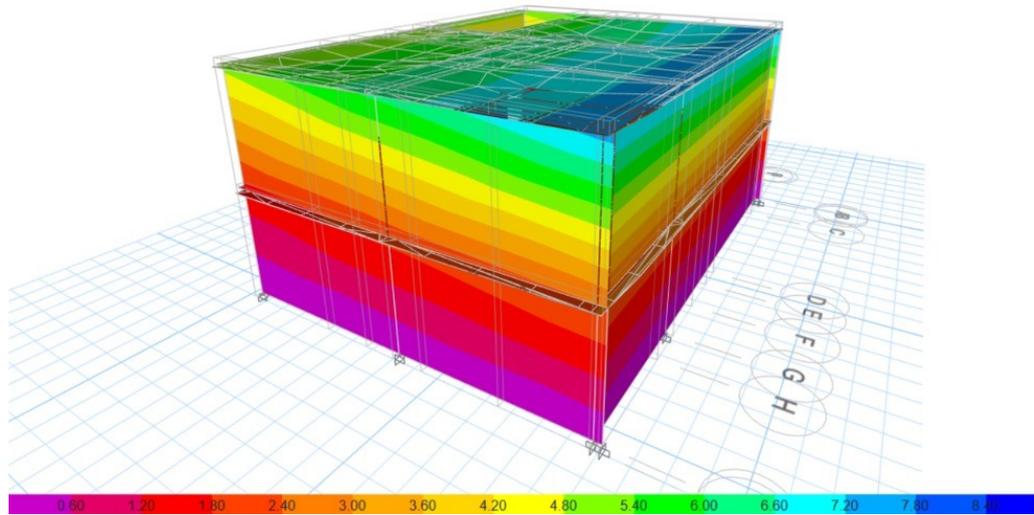


Figura N° 51 Esfuerzo en el modelado en Sy

Fuente: Etabs v. 19

### 5.5 Evaluación de los costos de la estructura mixta

Para obtener el costo total de la construcción de la vivienda con tecnología sismorresistente, así como obtener la participación decidida y activa de la familia, se ha realizado un análisis de costos unitarios:

Tabla N° 13 Memoria descriptiva

Proyecto:	Módulo básico de adobe y quincha
Ubicación:	Distrito de Lurín, Departamento de Lima
Sistema Constructivo:	Sismorresistente
Fecha:	Noviembre, 2022

Fuente: Elaboración propia

Descripción técnica:

El módulo está compuesto de dos materiales, estos son: adobe y quincha, la primera planta está compuesta de adobe y la segunda planta de Quincha. La construcción de este módulo está dirigida a los pobladores de condición económica de extrema pobreza y vulnerables a los fenómenos naturales. Para el desarrollo de esta tesis se han considerado los parámetros normativos indicados en la Norma E.030 Diseño sismorresistente, Norma E. 080 Diseño y consideración con Tierra reforzada y las consideraciones específicas recomendadas en el Manual de Construcción Norma Técnica E.080 Adobe. El módulo de vivienda ha incorporado condiciones mínimas de habitabilidad exigidas internacionalmente para el diseño de los ambientes.

Área del módulo básico de adobe y quincha:

El módulo de la vivienda incluye la construcción de 2 habitaciones, una cocina, un baño y una sala comedor. La misma distribución se realizó en la segunda planta, con un área útil neta techada de 84.00 m<sup>2</sup>.

Cimientos:

La cimentación tiene una dimensión de 0.50 m de ancho y 0.80 de altura y de 0.50 m de ancho y 1.00 de altura, construido con piedra.

Sobrecimientos:

El sobrecimiento, el cual se inserta piedra asentado con barro, tiene una dimensión de 0.30 m de ancho y 0.40 de altura y de 0.60 m de ancho y 0.40 de altura.

Muros:

Los muros son de 0.40 m de espesor y 2.50 de altura. El entrepiso está compuesto por un entablado exterior expuesto al ambiente y que se apoya sobre unos listones de madera que se distribuyen con la misma separación de las viguetas.

Pisos:

El módulo incorpora pisos de cemento pulido de 0.10 m de espesor.

Techo:

La cubierta del módulo- usada típicamente en la zona rural de la costa- está conformada por unidades de adobe o ladrillos y tornapuntas de madera eucalipto labrada (0.20 m x 0.30 m)

Estructura de costos

La estructura de costos contempla la contratación de un solo operario calificado, razón por la cual se asumen rendimientos bajos; la mayoría de las labores

constructivas serán ejecutadas por la comunidad, así como los materiales existentes en la zona descrita anteriormente.

Las Especificaciones Técnicas del “Modulo de adobe y quincha” han sido redactadas de acuerdo con las recomendaciones técnicas de la norma E. 080 Diseño y Construcción con tierra reforzada y anexos, normas vigentes del Reglamento Nacional de Construcciones y los estudios de investigación realizados por la PUCP.

## 1.0 Obras provisionales

### 01.01 Cartel de Obra

Se refiere a la provisión de insumos, mano de obra y herramientas para la instalación del cartel de obra, cuyo diseño responderá a los requerimientos de cada proyecto. Este ítem será medido por Unidad.

## 2.0 Trabajos preliminares

### 02.01 Limpieza de terreno

Se refiere a la provisión de mano de obra y herramientas para la limpieza del área de trabajo antes de iniciar el proceso de trazado y excavación. Deberán ser retirados todas las hierbas, arbustos y montículos para dejar debidamente limpio y perfilado el terreno. Esta partida será medida por m<sup>2</sup>.

### 02. 02 Trazo y Replanteo

Consiste en la provisión de personal técnico, mano de obra, materiales y herramientas para la ubicación y medida de linderos y de todos los elementos indicados en los planos y el establecimiento de normas y señales de referencia. La unidad de medida es por m<sup>2</sup>.

## 3.0 Movimiento de Tierras

### 03.01 Excavación de zanjas

Este ítem consiste en la excavación de las zanjas para alojar los cimientos de las estructuras que contempla el proyecto, de acuerdo a las dimensiones y recomendaciones indicadas en el plano. Este ítem será medido por m<sup>3</sup>.

### 03.02 Nivelación interior

Consiste en la nivelación y limpieza de las superficies a construir. La medida será el número de metros cuadrados según el área que se determine en el terreno.

## 4.0 Obras de Concreto simple

Esta especificación se refiere a la obra de construcción de concreto que no lleva armadura metálica.

#### 04.01 Cimiento Corrido con Piedra

Consiste en la provisión de los materiales, mano de obra, herramientas y equipos para el vaciado con piedra. Se determina el volumen neto total de la zanja m<sup>3</sup>.

#### 04.02 Sobre cimiento

Consiste en la provisión de materiales, mano de obra, herramientas y equipos para el vaciado con piedra de 6". Se determina el volumen neto total de zanja m<sup>3</sup>.

#### 04.03 Encofrado y desencofrado de sobrecimiento de 0.40 m de altura

Comprende la provisión de materiales, mano de obra y herramientas para el encofrado y desencofrado de los sobre cimientos, los que deberán contener sin alteraciones la piedra asentada con barro. Este ítem será medido por m<sup>2</sup>.

#### 5.0 Muros de Adobe y Quincha

Se utilizan adobes con mortero optimizado de barro. Los adobes deben ser del mismo tamaño y ser colocados como indica el plano. Los paneles de quincha y muros de adobe se determina el área neta total de cada tramo en m<sup>2</sup>. La calidad de los adobes y quincha será verificada por el encargado de la obra.

#### 6.0 Tarrajes o enlucidos con Tierra

##### 06.01 Tarrajeo de tierra y arena proporción 1:1

El mortero de tierra y arena en una proporción de 1:1, se aplica en una sola acción conformando una capa con un espesor no mayor a 2.5 cm.

##### 06.02 Tarrajeo de derrames

Se refiere al tarrajeo del perímetro de los vanos que conforman puertas y ventanas con un mortero de tierra y arena en una proporción de 1:1. Se aplica en una sola acción con un espesor no mayor a 0,25 m

#### 7.0 Pisos

##### 07.01 Piso de cemento pulido

Se refiere a la provisión de mano de obra, materiales y herramientas para la construcción de los contrapisos de cemento pulido sobre una base de tierra

debidamente compactada. Se medirá por m<sup>2</sup>.

## 8.0 Techos

### 08.01 Techo de caña

Sera medido en forma global.

### 08.02 Viguetas de caña

Se refiere a la provisión de materiales, mano de obra y herramientas para la habilitación y montaje de las viguetas de caña, de acuerdo a las dimensiones y especificaciones de los planos. Se medirá por área techada en m<sup>2</sup>.

## 9.0 Impermeabilizaciones

### 09.01 Impermeabilizante de sobrecimiento

Es la protección que se coloca sobre los cimientos en el sentido horizontal para evitar que la humedad del terreno suba a los muros. Se medirá la superficie cubierta con aislamiento en m<sup>2</sup>.

Item	Descripción	eje	N°	Unidad	Largo	Ancho	Altura	Desp%	Sub total	Total
<b>1.0 Obras Provisionales</b>										
1.01	Cartel de identificación de obra (1.20x0.80)		1	Unid.					160.00	160.00
<b>2.0 Trabajos Preliminares</b>										
2.01	Limpieza de terreno		1	m2	10.50	8.00			84.00	84.00
2.02	Trazo, Niveles y Replanteo		1	m2						
	<b>TOTAL</b>			m2						84.00
<b>3.0 Movimiento de tierras</b>										
3.01	Excavación de zanjas									
	Excavación de zanjas h= 0.60									
		eje A	1	m3	10.20	0.5	0.8		4.08	
		eje B	1	m3	4.50	0.5	0.8		1.8	
		eje C	1	m3	2.90	0.5	0.8		1.16	
		eje D	1	m3	6.10	0.5	0.8		2.44	
		eje 1	1	m3	6.20	0.5	0.8		2.48	
		eje 2	1	m3	4.65	0.5	0.8		1.86	
		eje 3	1	m3	6.40	0.5	0.8		2.56	
		eje 4	1	m3	7.70	0.5	0.8		3.08	
	<b>TOTAL</b>							1.05	19.46	20.51

Figura N° 52 Plantilla de metrados

Fuente: Elaboración propia

Item	Descripción	eje	N°	Unidad	Largo	Ancho	Altura	Desp%	Sub total	Total
<b>4.0 Obras de concreto simple</b>										
4.01	Cimentación									
		eje A	1	m3	10.20	0.50	0.80		4.08	
		eje B	1	m3	4.50	0.50	0.80		1.8	
		eje C	1	m3	2.90	0.50	0.80		1.16	
		eje D	1	m3	6.10	0.50	0.80		2.44	
		eje 1	1	m3	6.20	0.50	0.80		2.48	
		eje 2	1	m3	4.65	0.50	0.80		1.86	
		eje 3	1	m3	6.40	0.50	0.80		2.56	
		eje 4	1	m3	7.70	0.50	0.80		3.08	
	<b>TOTAL</b>							1.05	19.46	20.51
4.02	Sobrecimiento									
		eje A	1	m3	9.40	0.30	0.40		1.128	
		eje B	1	m3	2.60	0.30	0.40		0.312	
		eje C	1	m3	4.80	0.30	0.40		0.576	
		eje D	1	m3	5.00	0.30	0.40		0.6	
		eje 1	1	m3	6.00	0.30	0.40		0.72	
		eje 2	1	m3	5.25	0.30	0.40		0.63	
		eje 3	1	m3	6.40	0.30	0.40		0.768	
		eje 4	1	m3	8.00	0.30	0.40		0.96	
	<b>TOTAL</b>							1.05	5.694	6.744

Figura N° 53 Plantilla de metrados

Fuente: Elaboración propia

Item	Descripción	eje	N°	Unidad	Largo	Ancho	Altura	Desp%	Sub total	Total
4.03	Encofrado y desencofrado de sobrecimiento									
		eje A	1	m2	9.40		0.40		3.76	
		eje B	1	m2	2.60		0.40		1.04	
		eje C	1	m2	4.80		0.40		1.92	
		eje D	1	m2	5.00		0.40		2	
		eje 1	1	m2	6.00		0.40		2.4	
		eje 2	1	m2	5.25		0.40		2.1	
		eje 3	1	m2	6.40		0.40		2.56	
		eje 4	1	m2	8.00		0.40		3.2	
	<b>TOTAL</b>							1.05	18.98	20.03
<b>5.0 Muros de Adobe y Quincha</b>										
5.01	Muros de Adobe 0.40 m									
		eje A	1	m2	9.40		2.50		23.5	
		eje B	1	m2	2.60		2.50		6.5	
		eje C	1	m2	4.80		2.50		12	
		eje D	1	m2	5.00		2.50		12.5	
		eje 1	1	m2	6.00		2.50		15	
		eje 2	1	m2	5.25		2.50		13.125	
		eje 3	1	m2	6.40		2.50		16	
		eje 4	1	m2	8.00		2.50		20	
	<b>TOTAL</b>							1.05	118.625	119.675

Figura N° 54 Plantilla de metrados

Fuente: Elaboración propia

Item	Descripcion	eje	N°	Unidad	Largo	Ancho	Altura	Desp%	Sub total	Total
5.02	Paneles de quincha									
		eje A	1	unidad	9.40		2.50		23.5	
		eje B	1	unidad	2.60		2.50		6.5	
		eje C	1	unidad	4.80		2.50		12	
		eje D	1	unidad	5.00		2.50		12.5	
		eje 1	1	unidad	6.00		2.50		15	
		eje 2	1	unidad	5.25		2.50		13.125	
		eje 3	1	unidad	6.40		2.50		16	
		eje 4	1	unidad	8.00		2.50		20	
	<b>TOTAL</b>							1.05	118.625	119.675
<b>6.0 TARRAJEOS O ENLUCIDOS CON TIERRA</b>										
6.01	Tarrajeo de tierra y arena									
	1piso									
		eje A	2	unidad	9.40		2.50		47	
		eje B	2	unidad	2.60		2.50		13	
		eje C	2	unidad	4.80		2.50		24	
		eje D	2	unidad	5.00		2.50		25	
		eje 1	2	unidad	6.00		2.50		30	
		eje 2	2	unidad	5.25		2.50		26.25	
		eje 3	2	unidad	6.40		2.50		32	
		eje 4	2	unidad	8.00		2.50		40	

Figura N° 55 Plantilla de metrados

Fuente: Elaboración propia

Item	Descripcion	eje	N°	Unidad	Largo	Ancho	Altura	Desp%	Sub total	Total
	2piso									
		eje A	2	unidad	9.40		2.50		47	
		eje B	2	unidad	2.60		2.50		13	
		eje C	2	unidad	4.80		2.50		24	
		eje D	2	unidad	5.00		2.50		25	
		eje 1	2	unidad	6.00		2.50		30	
		eje 2	2	unidad	5.25		2.50		26.25	
		eje 3	2	unidad	6.40		2.50		32	
		eje 4	2	unidad	8.00		2.50		40	
	<b>TOTAL</b>							1.05	474.5	
6.02	Tarrajeo derrames									
	ventana									
		v1	4	ml	2.60				10.4	
		v2	2	ml	2.30				4.6	
		v3	1	ml	2.10				2.1	
		v4	1	ml	1.20				1.2	
	puerta									
		p1	1	ml	3.1				3.1	
		p2	3	ml	3				9	
	<b>TOTAL</b>							1.05	30.4	31.45

Figura N° 56 Plantilla de metrados

Fuente: Elaboración propia

Item	Descripción	eje	N°	Unidad	Largo	Ancho	Altura	Desp%	Sub total	Total
<b>7.0 PISOS</b>										
7.01	Piso de cemento pulido en interiores									
	espacio interior									
	comedor	2		m2	3.3	5.2			34.32	
	cocina	2		m2	2	2.9			11.6	
	dormitorio 1	2		m2	2.9	3.8			22.04	
	dormitorio 2	2		m2	3	3.2			19.2	
	baño	2		m2	1.2	2.9			6.96	
	<b>TOTAL</b>							1.05	94.12	95.17
<b>8.0 TECHOS</b>										
	Viga de madera de eucalipto									
		32		unidad	10				320	
	<b>TOTAL</b>							1	320	321

Figura N° 57 Plantilla de metrados

Fuente: Elaboración propia

Item	Descripción	eje	N°	Unidad	Largo	Ancho	Altura	Desp%	Sub total	Total
<b>9.0 IMPERMEABILIZACION</b>										
		eje A	1	m2	9.40	0.30			2.82	
		eje B	1	m2	2.60	0.30			0.78	
		eje C	1	m2	4.80	0.30			1.44	
		eje D	1	m2	5.00	0.30			1.50	
		eje 1	1	m2	6.00	0.30			1.80	
		eje 2	1	m2	5.25	0.30			1.58	
		eje 3	1	m2	6.40	0.30			1.92	
		eje 4	1	m2	8.00	0.30			2.40	
	<b>TOTAL</b>			m2				1.05	14.24	15.29

Figura N° 58 Plantilla de metrados

Fuente: Elaboración propia

## 5.6 Presentación y análisis de resultados

En este capítulo se presenta de manera detallada los resultados obtenidos de la evaluación del comportamiento sísmico de una estructura mixta compuesta de adobe y quincha a partir del modelamiento desarrollado en el Software ETABS V.19. Haciendo uso de las normas que rigen en nuestro país: Norma Técnica E.030, Norma Técnica E.080. Así mismo se precisa el análisis de costos de materiales para la construcción de un módulo de dos niveles compuesto por adobe y quincha.

### 5.6.1 Resultados de la evaluación de la resistencia sísmica del abobe

Luego de realizar el modelado para un módulo de 2 pisos compuesto de adobe en la primera planta y de quincha en la segunda planta en el software ETABS v.19, se obtuvo el resultado que si cumple la resistencia del abobe ante un movimiento sísmico, según Norma Técnica E.030.

### 5.6.2 Resultados de la evaluación de la flexibilidad de la quincha

Luego de realizar el modelado para un módulo de 2 pisos compuesto de adobe en la primera planta y de quincha en la segunda planta en el software ETABS v.19, se obtuvo el resultado que, si cumple la flexibilidad de la quincha, según Norma Técnica E.030.

### 5.6.3 Resultados de la evaluación de costos del módulo de adobe y quincha

Luego de realizar el metrado y el análisis de costos unitarios para un módulo de 2 pisos compuesto de adobe en la primera planta y de quincha en la segunda planta, se obtuvo el Costo directo incluido IGV de la obra es de 24,108.51 soles, en la cual se está considerando un margen promedio en desperdicios correspondientes a cada partida.

PRESUPUESTO POR PARTIDAS					
Item	Descripcion	Und	Cant	PU (S/.)	Parcial (S/.)
1.00	Obras provisionales				
1.01	Cartel de identificacion de obra	gib	1.00	160.00	160.00
2.00	Trabajos preliminares				
2.01	Limpieza del terreno	m2	84.00	1.34	112.56
2.02	Trazo, nivel y replanteo	m2	84.00	1.93	162.12
3.00	Movimiento de tierras				
3.01	Excavacion de zanjas	m3	20.51	22.96	470.91
4.00	Obras de concreto simple				
4.01	Cimiento	m3	20.51	155.01	3,179.26
4.02	Sobrecimiento	m3	6.744	137.37	926.42
4.03	Encofrado y desencofrado de sobrecimiento	m2	20.03	51.04	1,022.33
5.00	Muros de Adobe y Quincha				
5.01	Muros de Adobe 0.40 m	m2	119.675	54.42	6,512.71
5.02	Paneles de quincha	m2	119.675	7.2	861.66
6.00	Tarrajeos o enlucidos con tierra				
6.01	Tarrajeo de tierra y arena	m2	475.55	14.29	6,795.61
6.02	Tarrajeo derrames	m2	31.45	14.29	449.42
7.00	Pisos				
7.01	Piso de cemento pulido en interiores	m2	95.17	28.92	2,752.32
8.00	Techos				
8.01	Viga de madera de eucalipto	und	33	19.91	657.03
9.00	Impermebealizacion	m2	15.29	3.02	46.16
<b>COSTO DIRECTO INCLUIDO IGV</b>					<b>24,108.51</b>

Figura N° 59 Presupuesto por partidas

Fuente: Elaboración propia

## 5.7 Discusión de resultados

- a) A partir de los resultados obtenidos se puede observar que una vivienda compuesta de adobe y quincha es una vivienda que puede resistir un movimiento sísmico, debido a la resistencia del adobe cumpliendo con la Norma Técnica E.030. Esto quiere decir que es una construcción fiable para una de las primeras necesidades del hombre, ya que luego de analizar la estructura en el Software de ETABS v. 19 resulta resistente la estructura resiste ante un comportamiento sísmico. Los resultados del análisis nos mostraron que la edificación cumple con la verificación por carga de Gravedad menor a la admisible de  $2.04 \text{ kgf/cm}^2$ . Así mismo según la verificación por corte nos demostró que los techos ligeros de las estructuras de adobe no forman diafragmas rígidos, es decir, se evalúan de manera independiente (se distribuye la carga, proporcional al peso).
- b) A partir de los resultados obtenidos se puede observar que una vivienda compuesta de adobe y quincha es una vivienda que puede resistir un movimiento sísmico, debido a la flexibilidad de la quincha cumpliendo con la Norma Técnica E.030, al analizar la estructura en el Software de ETABS v. 19 resulta resistente ante un comportamiento sísmico. Las deformaciones permanentes sufridas en los muros de quincha, fueron en todos los casos menores que los 3,60 mm, requeridos por la norma, siendo importante destacar que la estructura no sufrió deformaciones apreciables dando mayor seguridad en lo referente a los cerramientos de una vivienda debido a que el valor del módulo de elasticidad de la quincha es de aproximadamente  $3348 \text{ kg/cm}^2$ . En comparación al ladrillo y el adobe, el comportamiento de los muros de quincha a la compresión, presenta valores intermedios. Y si se analiza la respuesta elástica, se observa que tiene mayor capacidad de deformación que el adobe, esto es una ventaja lo que implica que puede absorber mayor carga antes de llegar a un comportamiento plástico y complementa la resistencia de la estructura en la segunda planta.
- c) A partir de los resultados obtenidos se puede observar que una vivienda compuesta de adobe y quincha es tres a cuatro veces más económica que una vivienda de ladrillos y concreto. Esto no quiere decir que sea una construcción vulnerable, ya que luego de analizar la estructura en el Software de ETABS v. 19 resulta resistente ante un comportamiento sísmico.

Según el promedio de cotizaciones de costos de materiales para la construcción de

viviendas de material noble en los diferentes distritos de Lima. Los precios de metros cuadrados en construcción son relativos. Indicando que no es lo mismo construir en un distrito de Lima centro como San Isidro y Miraflores, que en un distrito de Lima sur como Chorrillos o en un distrito de Lima norte como Comas o Carabayllo. Y es que los precios son cambiantes en el sector inmobiliario y siempre varían de acuerdo al tipo de casa solicitada. Pese a ello, sí podemos calcular cuánto costaría los materiales para construir una casa de 90 m<sup>2</sup> aproximadamente en base a cifras estándares vigentes a la fecha, en pleno 2022, en el mercado peruano de construcción, llegando a costar entre 90 mil a 100 mil soles.

## 5.8 Contrastación de Hipótesis

Hipótesis general: Análisis del adobe y quincha permitirá evaluar eficientemente el comportamiento sísmico de una estructura mixta.

Luego de realizar el análisis de la estructura mixta en el Software Etabs v. 19 corroboramos que la hipótesis general si se cumple, los valores obtenidos en la verificación por corte y por gravedad para la primera planta de material de adobe cumple, estando por debajo de los valores admisibles, así mismo las deformaciones obtenidas en la evaluación de la estructura ante un comportamiento sísmico, fueron mínimas. Es decir, las deformaciones permanentes sufridas en la estructura en ambos casos eje x y eje y, fueron menores a los requeridos por la norma. Este dato resulta interesante al momento de analizar el comportamiento frente a las deformaciones, siendo importante destacar que significa que la estructura no sufrió deformaciones apreciables.

Hipótesis específica 1: La evaluación del sismo resistencia del adobe permitirá una significativa mejora en la resistencia estructural ante un comportamiento sísmico en una estructura mixta.

Al obtener los resultados del análisis realizado a la estructura mixta, se confirma que la hipótesis específica 1 si cumple, con los parámetros hallados, factor de uso, factor de suelo y coeficiente sísmico para el tipo de suelo del distrito de Lurín, para la verificación por gravedad y verificación por corte cumplen con los valores admisibles, siendo estos de menor a 2.04 kgf/cm<sup>2</sup> y mayor a 0.113 kgf/cm<sup>2</sup>

respectivamente. Así mismo para los 6 modos analizados, se obtuvieron periodos menores a 0.15. Esto nos demostró que el adobe no disipa energía, es por ello que, ante un movimiento sísmico, los adobes se adaptan al movimiento de la onda, mientras que el ladrillo, por su rigidez, no resiste la onda

Hipótesis específica 2: La evaluación de la flexibilidad de la quincha tipo I permitirá una significativa mejora en la rigidez relativa ante un comportamiento sísmico en una estructura mixta.

Al lograr los resultados de la evaluación realizada a la estructura mixta, se confirma que la hipótesis específica 2 si cumple la resistencia por carga vertical y para el ensayo de resistencia al corte. Con los datos obtenidos que se refieren al módulo de elasticidad y capacidad de carga, los cuales pueden ser empleados en el diseño resistente de viviendas construidas.

Hipótesis específica 3: El costo de una estructura mixta compuesta de adobe y quincha es significativamente menor a una estructura tradicional de ladrillos y concreto.

Luego de realizar el análisis del expediente técnico de la construcción del módulo de adobe y quincha la hipótesis específica 3 se cumple favorablemente, asumiendo que la estructura de costos es compartida con la comunidad, en cuanto al aporte de mano de obra para aquellas partidas que requieren mano de obra no calificada y de la utilidad de los materiales aprovechables y existentes en la comunidad, tales como tierra, paja, caña y agua para los materiales de construcción. Y esta hipótesis se cumple en su totalidad debido a que al comparar el costo de materiales a utilizar en la construcción de un módulo de adobe y quincha respecto a una vivienda de ladrillos y concreto, el costo de los materiales de esta última resulta de 3 a 4 veces más aproximadamente. Es posible desagregar aún más los costos y con ello conseguir una reducción en el presupuesto, si se incluye el aporte de los gobiernos locales con insumos tales como piedra, arena y hormigón

## CONCLUSIONES

1. Los resultados obtenidos al analizar la estructura mixta ante un comportamiento sísmico simulado con valores de condición y propiedades del suelo del distrito de Lurín, Provincia de Lima, resultan admisibles para los criterios regidos por la Norma Técnica E.030, modelado bajo los criterios de la Norma Técnica E.080. Las deformaciones obtenidas fueron de 0.1898 en la primera planta y 0.1559 en la segunda planta. Por esta razón concluimos que la estructura mixta es aceptada. Actualmente la preocupación por el cuidado del medio ambiente y reducir la contaminación en el ámbito constructivo, es muy grande, por lo que este tipo de vivienda es una opción constructiva sustentable, por el bajo impacto ambiental, y económico que este genera.
2. Los resultados que se presentaron para obtener la flexibilidad de la quincha Tipo I ante un comportamiento sísmico simulado con valores de estudios realizados, en respuesta a la segunda hipótesis específica nos detallan que efectivamente la estructura mixta cumple con todos los parámetros. Las deformaciones permanentes sufridas en la estructura en ambos casos eje x y eje y, fueron menores a los requeridos por la norma.
3. Los resultados que se presentaron para obtener la flexibilidad de la quincha con tecnología sismorresistente, en respuesta a la primera hipótesis nos detallan que efectivamente la estructura mixta compuesta de adobe y quincha cumple con todos los parámetros, según la Norma Técnica E.030. Ante la respuesta elástica de la quincha, se observa que tiene mayor capacidad de deformación que el adobe, esto es una ventaja lo que implica que puede absorber mayor carga antes de llegar a un comportamiento plástico y complementa la resistencia de la estructura en la segunda planta.
4. Los resultados que se presentaron para obtener el costo total de la construcción de viviendas con tecnología sismorresistente, en respuesta a la tercera hipótesis nos detallan que efectivamente el costo de una estructura mixta compuesta de adobe y quincha es significativamente menor a una estructura tradicional de ladrillos y concreto, obteniendo una resistencia admisible ante un comportamiento

sísmico. Los valores obtenidos fueron de 3 a 4 veces menor en costo de materiales que una vivienda de material noble. Por esta razón, muchas de las construcciones existentes en el Perú presentan este sistema estructural adobe-quincha y se mantienen estables a pesar de los números movimientos sísmicos que han ocurrido en todo su tiempo de vida, independientemente del trabajo de conservación que se le haya dado.

## RECOMENDACIONES

1. Partiendo de la investigación y análisis que realizamos para la estructura mixta de adobe y quincha, sugerimos que a pesar de que los resultados obtenidos mediante el Software Etabs v.19 nos muestran confiabilidad, se debe analizar esta estructura de manera física con simuladores disipadores de energía sísmica.
2. Para la elaboración de adobes artesanales y construcción de viviendas sismorresistentes se recomienda guiarse en la Norma E 0.80 Construcción con tierra, Perú, 2013 y en el Manual de Construcción con Adobe Reforzado con Geomalla de viviendas de bajo costo saludables y seguras, Lima, 2010. En consideración con la investigación, sugerimos que realicen estudios para poder contribuir a una nueva norma específicamente para el material de quincha, ya que en el Perú solo contamos con una norma para el adobe, mas no para la quincha.
3. Tomando en cuenta la importancia de esta presente investigación y en función a los resultados obtenidos, sugerimos que se considere realizar trabajos futuros con la finalidad de ampliar el conocimiento de la resistencia de materiales con tierra reforzada y a la vez fomentar que se realicen viviendas con estos materiales, que a pesar de ser de bajo costo demostró que es seguro ante un comportamiento sísmico.
4. Partiendo de los resultados obtenidos, se recomienda revisar la nueva tecnología sismo resistente como es la quincha mejorada para futuras investigaciones. Lo que se busca es que este material absorba las vibraciones evitando que se propaguen por el resto de la estructura. Así mismo su ligereza facilita su montaje, aminora las cargas sobre la edificación y en caso de colapso no provoca demasiados daños. Es una tecnología novedosa y se viene usando muy poco debido al desconocimiento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcázar, Carolina. (2018). *Características técnicas de la vivienda de adobe reforzado*. Recuperado de: <https://docplayer.es/84249773-Characterísticas-tecnicas-de-la-vivienda-de-adobe-reforzado.html>
- Barrios, A., Granados, T. & Rojas N. (2020). *Sistemas Constructivos: Adobe tradicional*. Recuperado de: [https://issuu.com/adyanirabarrios/docs/sistema\\_constructivo\\_adobe\\_-\\_cbc0\\_1-1#:~:text=El%20adobe%20es%20un%20ladrillo,como%20paredes%2C%20muros%20y%20arcos.](https://issuu.com/adyanirabarrios/docs/sistema_constructivo_adobe_-_cbc0_1-1#:~:text=El%20adobe%20es%20un%20ladrillo,como%20paredes%2C%20muros%20y%20arcos.)
- Cárdenas, Martín. (1998). *Cultura Lima: el adobe como material de construcción*. (Boletín del Instituto Riva Agüero), Lima-Perú
- Cevallos, Carolina. (2015). *Análisis estructural de un albergue comunitario a base de adobe tecnificado, en la comunidad la moya perteneciente a la parroquia Calpi, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo y su incidencia en el comportamiento estructural sísmo resistente*. (Proyecto de investigación previo a la obtención del título de ingeniera civil), Universidad técnica de Ambato, Ecuador.
- Chavez Jordys & Cueva Jhon. (2020). *Propuesta de vivienda nodular sostenible mediante la utilización de paneles de quincha prefabricada para atención de las demandas de refugio de Sondorillo, Huancabamba, Piura*. (Tesis de postgrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
- Claver, Gutiérrez. (2006). *Características sísmicas de las construcciones de tierra en el Perú. contribución a la enciclopedia mundial de vivienda*. (Tesis de postgrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Delgado, Ericka. (2006). *Comportamiento Sísmico de un Módulo de Adobe de Dos Pisos con Refuerzo Horizontal y Confinamientos de Concreto Armado*. Lima, Perú. Recuperado de: <http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/617/2007/04/Adobe-Confinado---2-pisos.pdf>
- Enrique Rus Arias. (2021). *Investigación descriptiva*. Economipedia. Recuperado de: <https://economipedia.com/definiciones/investigacion-descriptiva.html>

- Esteves M. & Cuitiño G. (2020) *El sistema constructivo de la quincha en zonas rurales del Norte de Mendoza, Argentina*. Recuperado de: [http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1390-92742020000100153#:~:text=La%20hip%C3%B3tesis%20sostiene%20que%20el,menor%20uso%20de%20materiales%20naturales.](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-92742020000100153#:~:text=La%20hip%C3%B3tesis%20sostiene%20que%20el,menor%20uso%20de%20materiales%20naturales.)
- García I. (2017) *Estudio de permeabilidad en el adobe implementando agregados naturales*. (Tesis de postgrado). Universidad Tecnológica de la Mixteca. Huajuapán de León, Oaxaca - México.
- Hernando Tavera. (2019) *Peligro sísmico*. Instituto Geofísico del Perú, Lima Perú. Recuperado de: [http://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/IGP/Mapa\\_Peligro\\_Sismico\\_Peru\\_2015\\_Version\\_Preliminar.pdf](http://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/IGP/Mapa_Peligro_Sismico_Peru_2015_Version_Preliminar.pdf)
- Jorquera, Natalia. (2017). *Construcción en Quincha liviana*. Chile. Universidad de Concepción. Recuperado de: <https://www.archdaily.pe/pe/988392/quincha-liviana-sistemas-constructivos-sustentables-de-reinterpretacion-patrimonial-en-chile#:~:text=La%20quincha%20es%20una%20t%C3%A9cnica,apliquen%20los%20materiales%20de%20relleno.>
- Kuroiwa, Julio. (2002). *Reducción de desastres: viviendo en armonía con la naturaleza*. Lima, Perú. Recuperado de: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/3297>
- Lalangui, Donald. (2017). *Población y Muestra de Tesis*. *Emprendimiento Contable Perú*. Recuperado de: <https://www.emprendimientocontperu.com/poblacion-y-muestra-de-tesis/>
- Llumitasig, S. & Siza, A. (2017), *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 de postgrado) Universidad Técnica de Ambato, Ambato - Ecuador.
- M. Blondet. (2011). *Construcción sismorresistente en tierra: la gran experiencia contemporánea de la Pontificia Universidad Católica del Perú*. Lima, Perú
- Manco, Tatiana. & Gutiérrez, Lourdes. (2018). *Características sísmicas de las construcciones de tierra en el Perú, Contribución a la enciclopedia mundial de vivienda*. (Tesis de postgrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima -

Perú.

- Mata Solis Luis Diego. (2019). *El enfoque cuantitativo de Investigación. Profesor universitario con experiencia en Investigación. Co-fundador de Investigalia*. Lima Perú. Recuperado de:  
<https://www.redalyc.org/pdf/3587/358741821004.pdf>
- Pérez, Jose. (2007). *Las variables en el método científico. Revista de la Sociedad Química del Perú*. Recuperado de: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1810-634X2007000300007](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2007000300007)
- Roa Melina & Larrota Maria. (2020). *Construcciones en Adobe para las comunidades de Recursos Limitados*. (Trabajo de Grado para optar el Título de Arquitecto. Colombia). Universidad la gran Colombina, Colombia.
- Salinas, Erick (2019). *Construcción casa materna con Adobe sismorresistente*. Lima, Perú. Recuperado de:  
<http://www.repositoriogalicia.asfes.org/wp-content/uploads/2017/01/Construccion-Casa-Materna-con-Adobe-Sismorresistente.pdf>
- Santa Maria, Arturo. (2018). *Comportamiento dinámico de una estructura mixta de dos pisos compuesta por adobe y quincha*. (Tesis de postgrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima -Perú.
- Silva, Roberto. (2018). *Desempeño sísmico de muros de quincha tradicional mediante el método del espectro de capacidad. Desempeño sísmico de muros de quincha tradicional mediante el método del espectro de capacidad*.
- Torres, Roger. (2016). *Las fibras naturales como refuerzo sísmico en la edificación de viviendas de Adobe en la Costa del Departamento de Ica*. Lima, Perú. (Tesis de postgrado). Universidad Nacional Agraria La Molina
- Vargas JN. Ottazzi. (1981). *Investigaciones en adobe, Earthen buildings in seismic areas*. Recuperado de: [https://www.google.com/search?q=Investigaciones+en+adobe+%2CEarthen+buildings+in+seismic+areas.&rlz=1C1SQJL\\_esPE877PE877&oq=Investigaciones+en+adobe+%2CEarthen+buildings+in+seismic+areas.&aqs=chrome..69i57.447j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8](https://www.google.com/search?q=Investigaciones+en+adobe+%2CEarthen+buildings+in+seismic+areas.&rlz=1C1SQJL_esPE877PE877&oq=Investigaciones+en+adobe+%2CEarthen+buildings+in+seismic+areas.&aqs=chrome..69i57.447j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8)
- Yamshiro K., Sanchez A. y Morales R. (1981). *Diseño sísmico de construcciones de*

*adobe y bloque estabilizado*. Recuperado de:

<http://cidbimena.desastres.hn/docum/crid/Diciembre2005/pdf/spa/doc13320/doc13320-contenido.pdf>

## ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Consistencia

TITULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES $y = f(x)$	DIMENSIONES
<b>"APLICACIÓN DE ADOBE Y QUINCHA PARA EVALUAR EL COMPORTAMIENTO SISMICO DE UNA ESTRUCTURA MIXTA "</b>	<b>PROBLEMA GENERAL</b> ¿ Cómo el adobe y la quincha influyen en el comportamiento sísmico de una estructura mixta?	<b>OBJETIVO GENERAL:</b>  Evaluar la influencia del adobe y la quincha en el comportamiento sísmico de una estructura mixta	<b>HIPOTESIS PRINCIPAL:</b>  Una adecuada y eficiente aplicación del adobe y quincha permitirá evaluar eficientemente el comportamiento sísmico de una estructura mixta.	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE (x):</b>  a) Adobe  b) Quincha	Resistencia sísmica  Flexibilidad
		<b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS:</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</b>	<b>HIPOTESIS ESPECÍFICAS:</b>	<b>VARIABLE DEPENDIENTE (y):</b>
a) ¿Como la resistencia sísmica del adobe influye en la resistencia estructural en una estructura mixta?		a) Evaluar la resistencia sísmica del adobe para lograr una mejor resistencia estructural ante un comportamiento sísmico en una estructura mixta	Una adecuada evaluación de la sismorresistencia del adobe permitirá una significativa mejora en la resistencia estructural ante un comportamiento sísmico en una estructura mixta	Comportamiento sísmico	Resistencia estructural
b) ¿Como la flexibilidad de la quincha influye en la rigidez de una estructura mixta?		b) Evaluar la flexibilidad de la quincha para lograr una mejor rigidez ante un comportamiento sísmico en una estructura mixta	Una adecuada evaluación de la flexibilidad de la quincha permitirá una significativa mejora en la rigidez relativa ante un comportamiento sísmico en una estructura mixta		Rigidez
c) ¿Cuál es el costo de una estructura mixta compuesta de adobe y quincha?		c) Evaluar los costos de la estructura mixta compuesta de adobe y quincha.	El costo de una estructura mixta compuesta de adobe y quincha es significativamente menor a una estructura tradicional de ladrillos y concreto.		

Elaboración propia

Fuente:

## Anexo 2: Matriz de Operacionalización

Variable		Definición Conceptual	Dimensiones	Indicador
Independiente	Adobe	Se define al adobe como un bloque macizo de tierra sin cocer, el cual puede contener paja u otro material que mejore su estabilización frente a agentes externos. (De la Peña, 1997)	Resistencia Sísmica	Resistencia a compresión (NTP 339.034)
	Quincha	Consiste fundamentalmente en paramentos verticales hechos en base a marcos de madera sobre los cuales se teje un entramado de caña, que se rellena posteriormente con Barro y paja. (Vergara Enzo, 2014)	Flexibilidad	Periodo de vibración (NTP E – 030) Desplazamiento relativo
Dependiente	Comportamiento sísmico	El comportamiento sísmico inadecuado de las estructuras es la causa principal de pérdidas humanas y económicas, básicamente, los avances que se realizan en el diseño de estructuras se aplican a las estructuras nuevas y, en menor medida, a la rehabilitación de estructuras existentes, a pesar de que el número de edificios existentes es mucho mayor que las estructuras nuevas. (Zelaya, V. 2007)	Resistencia estructural	Vulnerabilidad sísmica Amortiguamiento (NTP E-031)
			Rigidez	Cortante basal

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 3: Cronograma de Actividades

Para la elaboración del cronograma se consideraron un total de 16 semanas que equivale a 7 meses aproximadamente.

#### *Cronograma de actividades para el plan de tesis*

Item	Actividades	2022							
		May	Jun	Jul	Agos	Sep	Oct	Nov	Dic
1	Plan de tesis	X	X	X					
2	Planteamiento del problema	X							
3	Marco teórico		X	X					
4	Sistema de hipótesis			X					
5	Metodología de la investigación			X					
6	Aplicación de la investigación			X	X	X	X		
7	Aspectos administrativos		X	X	X	X	X		
8	Bibliografía						X		
9	Sustentación								X

Fuente: Elaboración propia