



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

“Modelamiento estructural y deformaciones laterales
en viviendas con muros de adobe reforzado en la comunidad de
Machallata, Paucarcolla, Puno 2021”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Ccansaya Cordova, Marco Antonio (orcid.org/0000-0003-2049-2025)

ASESOR:

Mg. Arévalo Vidal, Samir (orcid.org/0000-0002-6559-0334)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

Dedico esta investigación a mi madre Zoraida y a mis hermanos Katherine, Jhordán y Nathali por la inmensa confianza que tuvieron en mi para culminar mi carrera profesional.

Agradecimiento

A mi familia por darme la oportunidad de culminar esta meta, a mis amigos que con su apoyo me orientaron a culminar una meta más en mi vida, que me apoyaron en este largo camino de desarrollo profesional, por su incondicional paciencia y por compartir conocimientos de manera desprendida demostrando su compromiso.

Índice de Contenido

CARATULA	I
DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE DE CONTENIDO	IV
INDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
RESUMEN.....	IX
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA	12
3.1. Tipo y Diseño de investigación	13
3.1.1. Tipo de investigación:.....	13
3.1.2. Diseño de la investigación.....	13
3.1.3. Nivel de investigación.....	14
3.1.4. Enfoque de Investigación	14
3.2. Variables y Operacionalización	14
3.2.1. Variable Independiente: Modelamiento Estructural.....	14
3.2.1.1. Definición Conceptual de la Variable Independiente:.....	14
3.2.1.2. Definición Operacional de la variable independiente:	15
3.2.2. Variable Dependiente: Deformación Lateral.....	15

3.2.2.1.	Definición Conceptual de la variable dependiente.	15
3.2.2.2.	Definición Operacional de la variable dependiente.	15
3.3.	Población, Muestra y Muestreo	16
3.3.1.	Población	16
3.3.2.	Muestra	16
3.3.3.	Muestreo	16
3.3.4.	Unidad de análisis	17
3.3.5.	Técnica.....	17
3.3.6.	Instrumento	18
3.3.7.	Validez	18
3.3.8.	Confiabilidad	19
3.4.	Procedimiento.....	19
3.4.1.1.	Cálculo del porcentaje de mezcla.....	20
3.4.2.	Elaboración del adobe.....	21
3.4.2.1.	Moldeo y secado	21
3.4.3.	Control de Calidad.....	23
3.4.3.1.	Análisis del ensayo Anexo 01: Cinta de barro	23
3.4.3.2.	Análisis del ensayo Anexo 02: Resistencia seca.....	24
3.4.3.3.	Análisis del ensayo Anexo 03: Contenido de humedad	25
3.4.3.4.	Resistencia.....	25
3.4.3.5.	Ensayos de Laboratorio.....	26
3.4.4.	Descripción arquitectónica	29
3.4.5.	Descripción de los componentes de la vivienda.....	31
3.4.6.	Descripción estructural en muros de adobe	32
3.4.7.	Modelado estructural en muros con bloques de adobe.....	32
3.4.7.1.	Análisis de Vulnerabilidad	33
3.4.7.2.	Metrado de cargas.....	34
3.4.7.3.	Metodología de análisis sísmico.....	34
3.4.8.	Análisis Estático No Lineal	37
3.4.9.	Análisis Dinámico Espectral	38

3.4.9.1. Cargas de Corte	40
3.4.9.2. Esfuerzos a tracción (Tn / m).....	41
3.4.10. Modelo Dinámico.	42
3.4.11. Desplazamientos Laterales.....	43
3.4.11.1. Desplazamientos Laterales Admisibles	44
3.5. Método de análisis de datos	46
3.6. Aspectos éticos	46
IV. RESULTADOS.....	48
V. DISCUSIÓN.....	53
VI. CONCLUSIONES	56
VII. RECOMENDACIONES.....	58
REFERENCIAS.....	60
ANEXOS	62

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. INTERPRETACIÓN DE LA VALIDEZ DE LOS INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	18
TABLA 2. CONFIABILIDAD DE CONTEXTO DEL INSTRUMENTO DE LAS VARIABLES	19
TABLA 3. CONFIABILIDAD DE CONTEXTO DEL INSTRUMENTO DE LAS VARIABLES	21
TABLA 4. CUANTIFICACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA.	29
TABLA 5. CUANTIFICACIÓN DE ESTRUCTURAS CONFORMADA POR EL MODULO.....	31
TABLA 6. NIVEL DE VULNERABILIDAD EN MUROS	33
TABLA 7. FACTOR DE SUELO.....	35
TABLA 8. FACTOR DE USO (U) Y DENSIDAD SEGÚN TIPO DE EDIFICACIÓN ...	35
TABLA 9. ZONA SÍSMICA.....	36
TABLA 10. AMPLIFICACIÓN SÍSMICA.....	37
TABLA 11. FACTOR DE USO (U) Y DENSIDAD SEGÚN TIPO DE EDIFICACIÓN .	44
TABLA 12. DERIVAS POR PISO	45
TABLA 13. FACTOR DE USO (U) Y DENSIDAD SEGÚN TIPO DE EDIFICACIÓN .	45
TABLA 14. DISEÑO DE MEZCLA – RESISTENCIA A COMPRESIÓN.....	49
TABLA 15. ESFUERZOS CORTANTES MODELADO ESTRUCTURAL.....	50
TABLA 16. RESUMEN DE ESFUERZO A TRACCIÓN EN LOS MUROS.....	50
TABLA 17. DERIVA MÁXIMA EN ENTREPISO DE ALBAÑILERÍA.	51
TABLA 18. DERIVA MÁXIMA EN ENTREPISO DE MÓDULO DE VIVIENDA DE ALBAÑILERÍA	51
TABLA 19. DERIVAS MÁXIMAS DE DESPLAZAMIENTO LATERALES	55

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. MODELO DEL BLOQUE DE ADOBE	22
FIGURA 2. MOLDEADO Y SECADO DE BLOQUES DE ADOBE.	23
FIGURA 3. DIMENSIONES DE LA PRUEBA DE CINTA DE BARRO.	24
FIGURA 4. PRUEBA DE RESISTENCIA SECA	24
FIGURA 5. PRUEBA DE RESISTENCIA – CARGA DE UN ADULTO.	25
FIGURA 6. PRUEBA DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN.....	26
FIGURA 7. PRUEBA DE RESISTENCIA ULTIMA A COMPRESIÓN.	27
FIGURA 8. ENSAYO DE GRANULOMETRÍA.....	27
FIGURA 9. PRUEBA DE GRANULOMETRÍA PORCENTAJES QUE PASAN.....	28
FIGURA 10. PRUEBA DE GRANULOMETRÍA ABACO DE CASAGRANDE.....	28
FIGURA 11. PLANO DE ARQUITECTURA, VISTA EN PLANTA DE VIVIENDA MODULO EN ESTUDIO. FUENTE: (MINISTERIO DE VIVIENDA - PNVR).....	30
FIGURA 12. PLANO DE ARQUITECTURA, VISTA EN ELEVACIÓN DE VIVIENDA MODULO EN ESTUDIO. FUENTE: (MINISTERIO DE VIVIENDA - PNVR).....	30
FIGURA 13. MAPA ZONA SISMICA	36
FIGURA 14. ESPECTRO DE RESPUESTA.....	39
FIGURA 15. ESFUERZOS CORTANTES MÁXIMOS TN/M2.	40
FIGURA 16. ESFUERZOS A TRACCIÓN TN/M. FUENTE: (PROPIA)	41
FIGURA 17. DESPLAZAMIENTOS LATERAL EJE X-X.....	42
FIGURA 18. DESPLAZAMIENTOS LATERAL EJE Y-Y	43
FIGURA 19. DISTRIBUCIÓN DE LOS REFUERZOS	46
FIGURA 20. CUADRO DE RESULTADOS DE ESPECÍMENES OBTENIDOS PARA LA COMPRESIÓN DE ADOBES FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	49

Resumen

La investigación se realizó debido a la problemática en la construcción de viviendas con muros de adobe, principalmente en las zonas rurales del sur del Perú, con la finalidad de parámetro su estabilización. En su desarrollo consta de cálculos de esfuerzo y deformaciones en muros, aplicando los métodos de esfuerzo – deformación, el diseño de mezcla de los bloques de adobe y las deformaciones laterales en los muros reforzados el centro poblado Machallata, donde se realizó el modelamiento estructural de la vivienda a investigar considerando parámetros sísmicos. La investigación se realizó con la identificación del tipo de material predominante en las viviendas, con fallas estructurales presentes en las viviendas. El objetivo general de la investigación es obtener parámetros sismo- resistente y estabilidad a partir del uso bloques de adobe, mortero y refuerzo con carrizo con la finalidad de estandarizar metodologías de construcción antisísmica.

El objetivo específico es el diseño estructural en muros reforzados, elaboración, moldeo y secado de los bloques de adobe y controlar las deformaciones laterales presentes ante un evento sísmico, la investigación consta de identificar las viviendas en campo con material predominante, procesos contractivos, identificación de fallas presente, con la finalidad de parametrizar y estandarizar los lineamientos de construcción.

Palabras clave: Deformaciones laterales, esfuerzos, desplazamientos, bloque de adobe, agrietamiento.

Abstract

The investigation was carried out due to the problem in the construction of houses with adobe walls, mainly in rural areas of southern Peru, in order to parameterize its stabilization. In its development it consists of calculations of effort and deformations in walls, applying the methods of effort - deformation, the mixture design of the adobe blocks and the lateral deformations in the reinforced walls of the Machallata populated center, where the structural modeling of the house to be investigated considering seismic parameters. The investigation was carried out with the identification of the type of predominant material in the houses, with structural faults present in the houses. The general objective of the research is to obtain earthquake-resistant parameters and stability from the use of adobe blocks, mortar and reed reinforcement in order to standardize anti-seismic construction methodologies.

The specific objective is the structural design in reinforced walls, elaboration, molding and drying of the adobe blocks and control the lateral deformations present before a seismic event, the investigation consists of identifying the houses in the field with predominant material, contractive processes, identification of faults present, in order to parameterize and standardize the construction guidelines.

Keywords: Lateral deformations, stresses, displacements, adobe block, cracking.

I. INTRODUCCIÓN

La construcción con bloques de adobe en las zonas rurales del Perú se ha incrementado considerablemente, debido a la existencia predominante materia prima que se cuenta en la zona de construcción, construcciones con técnicas precarias, en zonas de alta sismicidad que describimos a continuación.

En el ámbito Internacional, a nivel de América del Sur y Centro América, se vienen desarrollando diversos estudios en fin de obtener parámetros de construcción con materia prima de la zona, mediante la construcción de viviendas con muros de adobe reforzado, con la finalidad de poder brindar un modelo de construcción resistente ante eventos sísmicos considerables, con altos rendimientos a sobre esfuerzos y estándares económicos acorde a la realidad de cada sociedad, en diversos países como : Chile (Santiago), Ecuador (Quito) y México (Chihuahua), entre otros; que buscan una metodología de construcción auto sostenible con el uso de la materia prima de su entorno. Es de gran importancia indicar que los estudios se dan en función a aspectos fundamentales como son el tipo de material en la construcción, los distintos tipos de suelo, los tipos de falla predominante en los muros reforzados, la zona sísmica, los estudios son de manera indistinta ya que, por tratarse de un material común, tomaremos énfasis en el aspecto del refuerzo pudiendo ser de distintos materiales de la zonas de estudio de acuerdo al enfoque que este planteado.

En el Ámbito Nacional, el material predominante en el Perú es el adobe. Al año 2017, el instituto nacional de estadística e informática registro 2 millones 148 mil 494 viviendas con material predominen de adobe y tapia, lo que representa el 27.9%.

Debido a la construcción con técnicas precarias con bloques de adobe presentan un alto riesgo y vulnerabilidad sísmica, debido a que no cuentan con los refuerzos horizontales, verticales y debía unión entre bloques mediante mortero tierra, los que provocan el incremento de fallas y que posteriormente llevan al colapso parcial total de las viviendas.

La última década se ha presentado diversos estudios con la finalidad de poder obtener una metodología óptima en la construcción con muros de adobe reforzado, con el uso de distintos materiales como con sus refuerzos con bambú, carrizo, caña, fibra de maguey, entre otros.

En la actualidad el Perú viene realizando proyecto de construcción de viviendas calientes “Sumac Wassi” en las zonas alto andinas de Puno, Cusco, Apurímac, Ayacucho, Huancavelica, Lima, entre otros, donde su principal materia prima es la de bloques de adobe, reforzando los muros con carrizo de manera longitudinal y transversal, incorporando un alto grado de resistencia en comparación con las construcciones convencionales con muros de adobe sin refuerzo.

En el aspecto local, en el centro poblado de Machallata en la región Puno se tomó como área de estudio para la investigación, con presencia de construcción con adobe convencional viviendas de dos niveles, viviendas sin la presencia de cimentaciones o reforzamientos laterales, muchas de las edificaciones son principios básicos de la construcción, elaborados de manera ancestral, con bloques de adobe que no presentan uniformidad en sus dimensiones, deficiencia el proceso constructivo,

La construcción de las viviendas en el centro poblado de Machallata se encuentran en riesgo constante debido a que las principales unidades de construcción son los bloques de adobe, unidades de construcción que al estar expuestas a al ambiente natural presentan absorción de la humedad atmosférica, por lo que su resistencia disminuye considerablemente, estos procesos de absorción a lo largo del tiempo generan fallas considerables que producen el desplome de los muros.

La principal materia prima para la construcción de bloques de adobes es mortero de barro y el ichu (Fibra vegetal), este último como un estabilizante de bloques

Por otro lado, Las construcciones tradicionales en adobe en el sector rural no cuentan con refuerzos por tal motivo tienden a estar expuestos a eventos sísmicos por presentar una mayor masa, al no contar con refuerzos entre sus conexiones o juntas, la falta de uniformidad en los muros, estos métodos de construcción se a

pasado de generación en generación. En la actualidad la construcción fueron mejorando con el material noble, en zonas urbanas, pero aun un gran porcentaje de viviendas rurales sigues construyéndose con adobe, siendo expuesto ante eventos sísmicos de gran magnitud más aún si las edificaciones son de dos pisos El análisis de la investigación es determinar de qué manera los carrizos actúan sobre los muros de adobe obteniendo resultados en funciona a la dosificación de 1.5%, 3% y 4.5% y los refuerzos con carrizo en muros con adobe convencional en las pruebas de compresión, flexión y tracción obteniendo resultados que fueron comparados con los requerimientos especificados en el norma E-080 del Reglamento Nacional de Edificaciones peruanas.

En consecuencia, el problema general, será: “¿De qué manera influye el Modelamiento Estructural en Viviendas con Muros de Adobe Reforzado en la Comunidad de Machallata, Paucarcolla, Puno 2021?; y los **problemas específicos** de esta investigación son: ¿De qué manera influye el Análisis Estático No Lineal en viviendas con muros de adobe Reforzado en la Comunidad de Machallata, Paucarcolla, Puno 2021?”, ¿De qué manera influye el análisis dinámico espectral en viviendas con muros de adobe Reforzado en la Comunidad de Machallata, Paucarcolla, Puno 2021?” y ¿De qué manera influye el control de deformación lateral en viviendas con muros de adobe Reforzado en la Comunidad de Machallata, Paucarcolla, Puno 2021?.

Como Justificación de la Investigación se tiene:

Justificación Teórica: se considera los conocimientos y criterios desde la cuantificación de los criterios recolección de datos, modelado matemático y de los resultados obtenidos análisis cuantificables, parámetros mínimos establecidos según norma E.030 en función al diseño y proporción de los bloques de adobe.

Justificación Práctica: Se consideró justificación práctica debido a la fabricación y moldeado de los bloques de adobe y el análisis estructural en los muros con refuerzos, se puede identificar posibles fallas en la estructura.

Justificación metodológica: La investigación se aplicarán metodologías y procedimientos presentes en las investigaciones científicas para lo cual se plantea los objetivos generales y específicos a continuación:

Objetivo General:

“Realizar el Modelamiento Estructural de la vivienda con muros de adobe reforzado en la comunidad de Machallata, Paucarcolla, Puno 2021”, los

Objetivos Específicos:

- “Determinar el análisis estático no lineal en las viviendas con muros de adobe Reforzado en la Comunidad de Machallata, Paucarcolla, Puno 2021”
- “Determinar el análisis dinámico espectral en las viviendas con muros de adobe Reforzado en la Comunidad de Machallata, Paucarcolla, Puno 2021”
- “Controlar los desplazamientos laterales en las viviendas con muros de adobe Reforzado en la Comunidad de Machallata, Paucarcolla, Puno 2021”.

Con lo descrito en los párrafos anteriores planteamos como **Hipótesis General:**

“El Modelamiento Estructural tiene gran influencia en viviendas con muros de Adobe Reforzado en la Comunidad de Machallata, Paucarcolla, Puno 2021” y las

Hipótesis Específicas: “El análisis estático no lineal influyen de manera significativa en las viviendas con muros de adobe Reforzado en la Comunidad de Machallata, Paucarcolla, Puno 2021”, “El análisis dinámico espectral influyen de manera significativa en las viviendas con muros de adobe Reforzado en la Comunidad de Machallata, Paucarcolla, Puno 2021” y “Los desplazamientos laterales influyen de manera significativa en las viviendas con muros de adobe Reforzado en la Comunidad de Machallata, Paucarcolla, Puno 2021”

II. MARCO TEÓRICO

Con Referencia a los Antecedentes Nacionales:

(SOLIS, 2019) Con el orden de las ideas anteriores, Altamirano García (2017) en su tesis de pos grado: Estableció como objetivo: Determinar en qué forma afecta la adición del carrizo prensado como refuerzo del adobe, Pueblo nuevo – Ica. Obteniendo como resultados: se puede observar que la resistencia a compresión, las probetas con adición de carrizo prensado en los porcentajes de 1.5%, 3% y 4.5% presentan mayor capacidad a la compresión, superando con 0.5 km/cm^2 , 1.1 km/cm^2 y 1.7 km/cm^2 respectivamente a un adobe convencional, llegando a la **Conclusión** que el carrizo prensado en porcentajes mencionados tiene impactos positivos en los reforzamientos de adobe en los ensayos de compresión y tracción. Además, (TORRES, 2016) (RUBIÑOS, 2009) Expone en su tesis de pre grado, como **objetivo**: propuso como alternativa el refuerzo de una vivienda de una planta con bloques de adobe con refuerzo sísmico, utilizando la fibra natural Agave henequén como malla tejida, en la zona costera del departamento de Ica, de ello se obtuvo los siguientes **resultados**: utilizando en software SAP se realizó un modelado matemático obteniendo valores por medio de tanteos, las informaciones necesarias se obtuvieron de manera preliminar.

Se elaboró la fuerza horizontal sísmica partiendo de la metodología propuesta por la regla técnica, como la zonificación y el factor de uso. La fuerza obtenida horizontal fue 0.40 del peso de la estructura. La carga viva empleada fue 50 kg/m^2 y la muerta de 150 kg/m^2 , terminando con la siguiente **conclusión** fue que se hizo el análisis para cada muro de los ejes. En cada uno de ellos se halló el máximo esfuerzo producido por la cortante basal sísmica, tanto en flexión como en corte. Dichos esfuerzos máximos sobrepasaron el valor del adobe, cuya resistencia indicaba como límite 2 Kg/cm^2 . Por tanto, se trabajó con tales valores máximos, a partir de ellos, diseñar la forma de la malla tejida con fibras de henequén. Se trata de 24 mallas tejidas con hilos de este material, como una red de fibra trenzada. El arreglo de las 24 mallas, cada quien con su diseño particular desarrollado, va envuelto o recubierto a los 12 muros –de lado a lado- en toda su extensión. Unidos estos muros reforzados, a lo largo y a lo ancho, por cuerdas o rafias sin medida

estándar cada 30 cm, amarrados a través de orificios en la pared de la misma dimensión anterior o de grapas metálicas. Y finalmente revestidos con un tarrajeo de enlucido clásico.

Prosiguiendo con los antecedentes en mención internacionales tenemos:

(RUBIÑOS, 2009), en su tesis titulada de pre grado en Chile tuvo el **objetivo:** incentivar las técnicas de construcción con material de tierra en función a la investigación de distintas fuentes que nos mencionan los resultados favorables que posee la unidad de albañilería, de la misma manera enfocarse con distintas condiciones en los distintos sectores de Chile, siendo en esta oportunidad el área de estudio la región de Maúlle, realizando la investigación y verificando que cumple con las condiciones mencionadas anteriores.

se obtuvo **resultados:** mediante un comparativo de los resultados de construcción de viviendas con material en concreto armado resulta un 25% más costoso que una vivienda de adobe compactado, siendo una construcción viable, amigable con el medio ambiente y sobre todo limpia. Llegando a las **conclusiones:** la presente investigación toma las condiciones óptimas de las condiciones del adobe, los insumos de la fabricación y moldeado en la construcción, que se realizaban de manera ancestral, los ensayos realizados arrojan resultados óptimos para la fabricación del bloque de adobe, por lo cual son óptimas para la construcción de una vivienda.

También tenemos a (ORTEGA, 2015) con su tesis de pre grado del Ecuador donde considera su **objetivo:** La búsqueda de los diseños de mezcla óptimo, con la finalidad de obtener la máxima resistencia, para un determinado dimensionamiento de adobe en la construcción de viviendas en la Parroquia Vilcabamba, Obteniendo como **resultados:** se considera la norma peruana, los que indican sobre la gradación de la materia prima encontrarse entre los parámetros de su conformación de : 10 – 20 % arcilla, el 15 – 25 % de limo, y por último de 55 – 70 % arena; se tendrá presente que los materia prima presente igual o mayor al 2% de material

orgánico, serán descartados , de la misma manera en el caso del 10 % de la arcilla, . Llegamos a las **conclusiones:** Se probo que los diseños y dosificaciones, a partir de la relación resistencia a la compresión (Kg/cm²) vs humedad optima (%), y de la resistencia a la compresión (Kg/cm²) Vs Área (cm²) como se indica en las gráficas 8.64, 8.65, 8.66 y 8.67. El porcentaje óptimo de humedad considerado para la cantera M1 es de 13.20 % y una densidad seca de 1876 Kg/cm³.

Para culminar tenemos a (LLUMITASIG CHICAIZA, y otros, 2017) con su tesis de pre grado, Ecuador siendo su **objetivo:** Obtener la máxima resistencia a compresión de los bloques de adobe con aditivos de manera estabilizador que es el estiércol de vaca, sangre de toro, savia de penca de tuna y paja; con el fin de obtener su comportamiento sísmico mediante un modelamiento estructural usando un modelo a escala. Llegando a **resultados:** obteniendo de manera experimental la resistencia ultima de compresión de los bloques de adobe con materiales de arcilla, Pusuchisí del cantón Latacunga- Ecuador, buscando la mejor alternativa para la estabilización, con fibras vegetales, estiércol, salva de penca de tuna y sangre de toro.

A continuación, los Artículos Científicos con base de la investigación:

Luis, Camilo y Juan Carlos (2017), en su artículo con titulo **“Estudios de vulnerabilidad sísmica, rehabilitación y refuerzo de casas en adobe y tapia pisada”** de la Universidad de los Andes Colombiana de Ingeniería Sísmica y el Fondo para la Reconstrucción Social del Eje Cafetero, **Objetivo:** El objetivo del ensayo fue determinar las características generales del comportamiento del muro ante cargas cíclicas horizontales actuando en su plano, tales como rigidez inicial y degradación de la rigidez con la deformación horizontal, capacidad máxima horizontal, ductilidad, resistencia al corte residual después de la primera falla, un estimativo de la capacidad de disipación de energía y del amortiguamiento y el mecanismo de falla. Llegando a resultados: que de acuerdo con los resultados presentado los refuerzos con tablas de confinamiento mejoran notablemente el

comportamiento de los muros ante cargas en el plano del muro, ya que incrementan sus desplazamientos. (Estudios de vulnerabilidad sísmica, rehabilitación y refuerzo de casas en adobe y tapia pisada, 2007)

Sergio M. Alcocer (1997) en su artículo: “**Comportamiento Sísmico de Estructuras de Mampostería**”, del Área de Ingeniería Estructural y Geotecnia, centro nacional de prevención de desastres, México, con **Objetivo:** Efecto del grado de acoplamiento a flexión entre dos muros. Obteniendo los **resultados:** Se ha permitido confirmar el método de cálculo de resistencia con fines de diseño sumando la contribución de la mampostería V_m , y los refuerzos horizontales (Comportamiento Sísmico de Estructuras de Mampostería, 2017)

Juan C. Rivera (2012) con su artículo: “**El Adobe y Otros Materiales de Sistemas Constructivos en Tierra Cruda**”, Del Departamento de Ingeniería Civil y Laboratorio de Química de la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá, con **Objetivo:** obtener las propiedades de la adobe, orden físico, mecánico y químico, imprescindibles para el conocimiento del adobe como material estructural y su correspondiente evaluación sísmica – resistente. Se obtuvo los **Resultados:** con referencia a la caracterización de los materiales estructurales hace referencia al ordenamiento y cuantificación más relevante: bajos contenidos de humedad, moderada concentración de materia orgánica, análisis granulométrico presenta características de suelos finos CL con baja plasticidad. (El adobe y otros materiales de sistemas constructivos en tierra cruda: caracterización con fines estructurales, 2012)

La investigación toma en consideración las siguientes teorías.

Con relación a la respuesta sísmica, según Escamilla (2002) la respuesta estructural tiene como objetivo llegar a probabilidades aceptables para que la estructura tenga buen comportamiento frente a un evento sísmico dado.

La resistencia es una propiedad física que posee los elementos estructurales de soportar los esfuerzos a los que se encuentran sometidos sin sufrir falla o rotura (Torres, 2014), para medir la resistencia en esta investigación definiremos:

Esfuerzos Tracción: Son aquellos elementos estructurales sujetos a fuerzas de tracción (Torres, 2021).

Esfuerzos de Compresión: Son aquellos elementos estructurales sujetos a fuerza de compresión (Torres, 2021).

Fuerza cortante basal: Según (Saavedra, 2016), el cortante basal es la fuerza acumulada de cada nivel de piso, calculada en la base de la edificación.

En cuanto a la configuración estructural: es refiere a la estructuración del proyecto la cual está sujeta a la distribución arquitectónica; se consideró de gran importancia para el desarrollo de esta tesis en investigación lo siguiente.

Densidad de muros: Es la relación entre el área ocupada por los muros dividido entre el área total de la estructura.

Ancho de vanos: Es el ancho de una abertura en el muro, el cual es utilizado para ventana, puerta o libre.

Debemos indicar también que en **la albañilería de adobe** en la cual los muros son la estructura del sistema, entonces, para una adecuada estructuración, deben considerarse ciertos criterios como:

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación:

Según los objetivos que se busca obtener, será de tipo aplicada “busca obtener, actuar y modificar una realidad problemática.

La presente investigación se planteó realizando la verificación y observación directa de las viviendas a evaluar en los lugares de estudio donde se encuentra nuestra muestra de fallas estructurales en este caso agrietamientos, fallas entre uniones de bloques de adobe y falta de refuerzos en los muros para poder determinar y optar por medidas y acciones de acuerdo a las condiciones de las viviendas en estudio, usando y estandarizando métodos de construcción

La investigación presente se tuvo una hipótesis que será posible a partir del uso de adobe, mortero y carrizo, obtener parámetros sismo resistentes en los muros de adobe de viviendas rurales que cumpla con seguridad ante eventos sísmicos es evidente la existencia de casos con fallas estructurales en muros, deficiencia en los procesos constructivos en la unión de los bloques de adobe con mortero de barro y la inexistencia de refuerzos verticales y horizontales.

Según criterios mencionados en los párrafos anteriores se determina que la investigación es **Hipotético - Deductivo**.

3.1.2. Diseño de la investigación

Según el Artículo de Lopez dice “**El objetivo** de estudio es buscar una relación entre variables y los predictores a partir de criterios de pronósticos”

Como comenta López en la investigación se observa en su estado natural tal cual como ocurren las fallas estructurales por la deficiencia de refuerzos para su posterior análisis, en el proceso de formulación de la tesis se tomó información en un periodo de tiempo en una determinada muestra de análisis.

con mención en los párrafos se llega a concluir que es cuasi experimental. (Colección de Tesis y Propuesta de Investigación en TICs, 2015)

3.1.3. Nivel de investigación

Según (Metodología de la Investigación, 1997) (CORONADO, 2021) dice: El objetivo: "En estudio por el investigador es definir los sucesos, contextos, situaciones demarcando los fenómenos ocurridos que se presentan para describir sus propiedades detalladamente"

Durante la investigación se realizó la recolección de datos de manera detallada se consideró los casos con mayor incidencia o gravedad que se pudieron observar, las distintas fallas estructurales en los muros de la vivienda bajo un criterio de mayor gravedad, en algunos casos se presenta como falta de adherencia entre bloques a falta de juntas, perforaciones en los muros, falta de refuerzos en los muros.

Conclusión , según el alcance de la investigación el nivel **Descriptivo**.

3.1.4. Enfoque de Investigación

Nos referirnos al enfoque de nuestra investigación de estudio, los describimos como cuantitativa, y abarca los procedimientos de investigación del tema en función al planteamiento del problema. Aplicando métodos y técnicas estadísticas para la obtención de veracidad o falsedad de la hipótesis.

3.2. Variables y Operacionalización

3.2.1. Variable Independiente: Modelamiento Estructural

3.2.1.1. Definición Conceptual de la Variable Independiente:

Comité ACI 444. define como el modelo estructural a "La representación física de una estructura total o parcial de una estructura. comúnmente, el modelo sct" construido a una escala reducida". La precisión del modelo incluye las propiedades del material, la precisión en la fabricación, las

técnicas de aplicación de las cargas, los métodos de medición y la interpretación de los resultados.

3.2.1.2. Definición Operacional de la variable independiente:

Para obtener los resultados del modelado estructural realizaremos un modelado en el software SAP. Para generar resultados mediante los análisis lineales y elástico, tomando en consideración las principales unidades de construcción existente, técnicas de auto construcción de viviendas, identificación de falencias en sus procesos constructivos y medios de disminuir con un análisis del modelado estructural, obteniendo la mejora alternativa auto-sostenible.

3.2.2. Variable Dependiente: Deformación Lateral

3.2.2.1. Definición Conceptual de la variable dependiente.

“Se define una metodología para determinar las deformaciones horizontales de manera rápida, es determinando las derivas máximas en edificaciones conformados de vigas, columnas y albañilería, es la evaluación estructural de manera separada mediante el cálculo estructural”. (CORONADO, 2021)

3.2.2.2. Definición Operacional de la variable dependiente.

Con referencia a la variable se de la operacionalización con la cuantificación de los desplazamientos laterales producto de resultados de un modelado estructural obteniendo las derivas inelásticas los que podemos analizar, controlar y obtener conclusiones.

3.3. Población, Muestra y Muestreo

3.3.1. Población

Según, Arias et al. (El Protocolo de la Investigación III, 2016) dice: “La población en la investigación son un grupo de situaciones y casos, definiendo parámetros limitados y accesibles que conformara el referente para la determinación de su muestra que cumpla con los criterios referente al estudio planteado”.

Realizada la presente investigación se tomó como población el centro poblado de Machallata distrito de Paucarcolla en la región Puno, donde se encuentra 53 viviendas, dispersos en toda el área de influencia.

Los bloques de adobe se realizaron la misma proporción de mezcla, siguiendo como guía en RNE-080 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

3.3.2. Muestra

Según (La Investigación - Accione en el Aula, 2000), dice: Uno de los temas que más a contrariado a los académicos es la determinación de la población y la muestra, y definir las metodologías que se aplican para la selección de los componentes de cada muestra

Se tomó como muestra 53 viviendas ubicadas en el centro poblado de Machallata que fueron evaluados para su posterior análisis.

Durante el desarrollo de la investigación se obtuvo 8 unidades como muestra según las normas del adobe E-080, donde indica seis cubos para ensayo a compresión se tomarán ocho unidades, obteniéndose así los resultados de los ensayos en la muestra.

3.3.3. Muestreo

(MEDINA PASAJE, 2005)menciona que: “es la metodología por la cual selecciona los componentes de una determinada muestra de una cantidad de población. “está conformado por una determinada secuencia de reglas, metodologías y criterios

para la selección de elementos de población que muestren los sucesos en toda la población”.

Considerado lo mencionado en la descripción anterior se considero como muestra no probabilístico intencional por tomar 01 vivienda, la vivienda se presenta con características similares y funcionales como muestra de nuestra población de 53 viviendas del centro poblado de Machallata por ser el que presentaba las características básicas entre todas las viviendas con las demás.

3.3.4. Unidad de análisis

(ASCONA , y otros, 2013) expone: “Según la Unidad de Análisis, indica que es el elemento o especie como el objeto delimitado, para ser investigado por el investigador”

Se observa que la unidad primordial en el centro poblado Machallata fueron las viviendas y los bloques de adobe, en este caso las viviendas que se plantea en el muestra

Técnicas e instrumento de recolección de datos.

3.3.5. Técnica

Según, (DIAS SANJUAN, 2017) menciona que: “Durante la observación directa el investigador entra en contacto con los eventos, de manera que los sucesos se investigaran como objetivo principal”

Los procesos de desarrollo los realizamos mediante observación de manera directa in situ donde se pudo apreciar los primeros comportamientos de las viviendas y los bloques de adobe a evaluar, tomando y obteniendo información confiable y real de las principales deficiencias, mediante este método, se aplico en la investigación científica, el cual es la observación directa.

3.3.6. Instrumento

Según el (Metodología de la Investigación, 2020), comenta que: “En la recolección de datos usualmente se inicia mediante la recopilación de datos usando variados recursos para poder acercarse a los fenómenos logrando registrar información”.

Mediante la recopilación de las evidencias y la información recolectada y obtenida en campo, consideramos en este caso todas aquellas fallas estructurales presentes en los muros, las coberturas y los distintos tipos de fallas en los bloques de albañilería de adobe presentes en la edificación de las viviendas en el centro poblado de Machallata, para la investigación se usaron Fichas para la recolección de datos.

3.3.7. Validez

En este orden de ideas (HERNANDEZ SAMPIERI, 2017), dice: “La validez asiste cuando se da uso a un instrumento mediante el cual se puede medir la variable teniendo una grado de exactitud según las características del elemento a medir”.

Se presenta la tabla 3 y la tabla 4 evaluado por expertos dando su viabilidad y aprobación a los instrumentos para usar en investigación científica, se presentan a continuación las siguientes tablas:

Tabla 1. Interpretación de la validez de los instrumentos de recolección de información.

Validez perfecta	1.00
Excelente validez	0.77 – 0.99
Muy valida	0.66 – 0.71
Valida	0.60 – 0.65
Validez baja	0.54 – 0.59
Validez nula	< 0.53

Fuente: Recopilada de Oseda (2011).

3.3.8. Confiabilidad

Según (HERNANDEZ SAMPIERI, 2017) explica: “confiabilidad” consiste en garantizar que un estudio pueda aplicarse considerando la misma metodología sin alterar los resultados, es decir, es una medida de la replicabilidad de los resultados de la investigación.

Según Ruiz Bolívar alcanza el cuadro de confiabilidad para ilustrar mejor el criterio según su rango y magnitud en la tabla 4:

Tabla 2. Confiabilidad de contexto del instrumento de las variables

Rangos	Magnitud
0.81 a 1.00	Muy alta
0.61 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a 0.20	Muy baja

Fuente: Ruiz Bolívar (2002).

3.4. Procedimiento

De acuerdo al desarrollo de la investigación se aplicó los siguientes procedimientos: Se realizó la identificación de área de estudio, dentro de los contextos de estudio, contemplando su delimitación del área de estudio, para así obtener un planteamiento del problema, para proceder a plantear nuestras hipótesis y función a nuestro problema general. Una vez planteado nuestro problema y a consecuencia nuestras hipótesis procedemos a plantearnos objetivos en relación al área de estudio. Se recopiló información bibliográfica de innumerables fuentes, para su posterior revisión y que sirvan como un bastón de soporte para el desarrollo de la investigación.

ETAPA 01: Acopio de Información

- La información recolectada se realiza en la comunidad de Machallata en el distrito de Paucar Colla – Puno.
- En el sector de estudio se toma como base de estudio por la presencia de constantes fallas estructurales en videdas auto construidas por lo pobladores del sector.
- Se toma en consideración las fallas mas recurrentes y en común para realizar el trabajo de investigación.

ETAPA 02: Acopio de los Agregados

3.4.1.1. Cálculo del porcentaje de mezcla.

Las edificaciones por lo general se realizan con recursos propios de la zona, aplicando fibra de paja o icho. La proporción optima de los materiales usados en el moldeado y la fabricación de los bloques de adobe deberán ser óptimos con la finalidad de lograr resistencia al corte debido a la composición.

Según (ORTIZ ZAMORA, 2019), “La adición consiste en encontrar proporciones de paja trabajable para fabricar adobes, con el fin de lograr la resistencia optima y la durabilidad requerida, para ello se verifica su resistencia mediante ensayos de laboratorio, ya que al dar una mayor dosificación puede disminuir su resistencia del adobe, y su resistencia se mide en Kg/cm²” .

Las gradaciones de los materiales usados en la presente investigación se presentan a continuación:

Tabla 3. Confiabilidad de contexto del instrumento de las variables

	Arcillas	12.00 %
Proporción	Arena	60.00 %
Materiales	Limo	18.00 %
	Paja o ichu	20.00 %

Fuente: Elaboración Propia

ETAPA 03: Evaluación de unidades de Albañilería

3.4.2. Elaboración del adobe

La presente investigación considera los procedimientos para la fabricación de los bloques de adobe y medio adobe, los procedimientos ordenados cronológicamente, las dimensiones consideradas para los bloques de adobe son de 40cm x 40cm x 10cm y medios bloques de 19cm x 40cm x 10cm.

3.4.2.1. Moldeo y secado

La metodología aplica en la fabricación y moldeo de los bloques de adobe pueden ser tradicionales usando formas de doble fondo vaciando la mezcla permitiendo producir bloques, la investigación cuenta con dos tipos de bloques de adobe, por lo tanto, tendremos dos moldes.

Los moldes deben ser fabricados con madera estructural cepillada y recubierta con petróleo con la finalidad de evitar deformaciones en la madera y extender su vida útil. El modelo se realiza con el siguiente procedimiento

- Los moldes serán remojados en agua en el uso de cada bloque colocándolos en el piso.
- Se tomarán porciones de la mezcla de barro, para luego tirarlo con fuerza al interior del molde, la cantidad de mezcla aplicado en el molde será lo suficiente para poder llenarlo, evitando los rellenos en posteriores.

- Se usará una regla de madera para retirar los excesos sobre los moldes.
- Se retira el molde suavemente hacia arriba y uniforme evitando deformaciones, el proceso de la fabricación podrá definirse si existen deficiencias en la preparación de la mezcla como son:
- Si el bloque de adobe se deforma al retirar el molde amerita que contiene mayor cantidad de agua.
- Si el bloque de adobe presenta grietas o fisuras latentes es debido a que existe poca agua en la preparación de la mezcla.

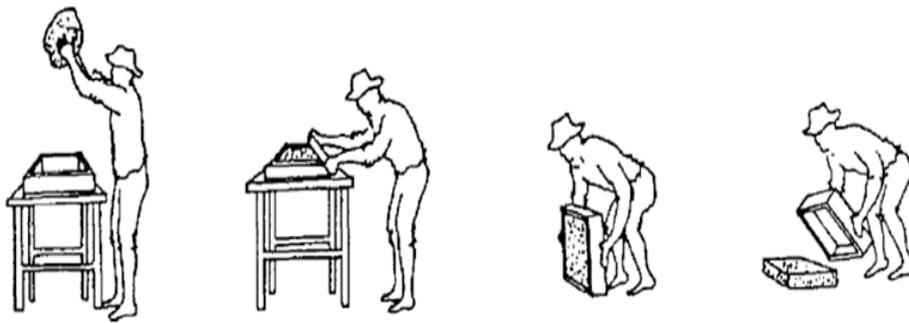


Figura 1. Modelo del Bloque de Adobe

Fuente: Morales Morales, (1993)

El objetivo del moldeo de los bloques de adobe es obtener bloques uniformes y parejos en sus vértices, el secado se realizará en superficies planas y horizontales, libre de malezas y material orgánico con la finalidad de albergar la mayor cantidad de bloques de adobe, luego de cuatro días del moldeo se procede a colocarlos de canto con el fin de lograr un secado homogéneo, pasado los diez días se procede a recoger y deben ser apilados.



Figura 2. Moldeado y secado de bloques de adobe.

Fuente: (Propia)

3.4.3. Control de Calidad

La metodología y control de calidad es fundamental en la fabricación, nos permite evaluar las posibles deficiencias presentes en nuestras proporciones de mezcla y presentar agrietamiento en el bloque de adobe por lo que se deberá seguir los siguientes procedimientos previos a los ensayos de compresión:

3.4.3.1. Análisis del ensayo Anexo 01: Cinta de barro

Se realizó el ensayo de la cinta de barro durante un tiempo de 10 minutos, tomando un porcentaje de muestra de barro para realizar cilindros de un diámetro de 12 mm, colocando en la mano para formar cilindros pequeños de un diámetro de 4 mm dejándolo colgar lo más que se pueda.

Si las longitudes obtenidas por se encuentran entre los rangos de 20cm y 25cm se determina que el suelo presenta arcilla en su composición, si se corta en un rango menor a 10cm el suelo tiene menor proporción de arcilla en su composición.

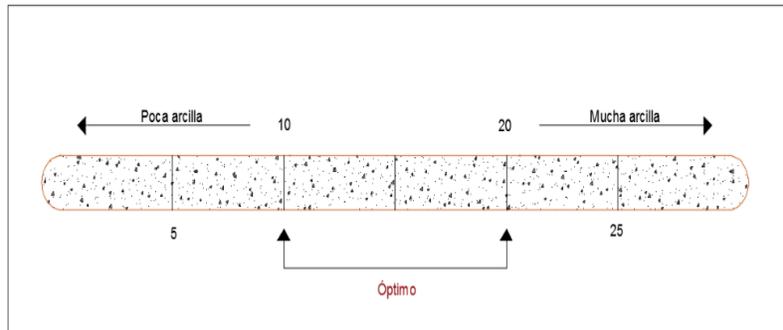


Figura 3. Dimensiones de la prueba de cinta de barro.

Fuente: (Llunitasig Sandra - Siza Lisette)

3.4.3.2. **Análisis del ensayo Anexo 02: Resistencia seca**

La metodología de la prueba es tomar un trozo de la mezcla y formar con las palmas de la mano bolitas con la poca cantidad de agua evitando que presente deformaciones a simple vista, se formara una cantidad determinada de bolitas. Dejar las bolitas expuestas a la intemperie hasta lograr sus secados por 48 horas evitando el que se humedezca o sea contaminados por agua externa en el proceso de secado.

Una vez obtenido el secado se realiza la compresión de la de las muestras con el los dedos pulgar e índice. La muestra deberá resistir la compresión y se determinan que el suelo es óptimo para la fabricación y moldeado del adobe.



Figura 4.Prueba de resistencia seca .

Fuente: (Actualización de la Norma E-0.80)

3.4.3.3. Análisis del ensayo Anexo 03: Contenido de humedad

La finalidad de la prueba en la muestra es ser comprimida y sometida a caídas de aproximadamente de 1.10 m logrando visualizar las consecuencias de dichas pruebas, si al ser comprimido se desintegra en el duelo contiene una mínima cantidad de agua, si la bolita de tierra se fracciona en pedazo de entre 5 a más el porcentaje de humedad es óptima en la mezcla de preparación del adobe.

Si la bolita no se desintegra al caer al suelo y se aplasta, se concluye que contiene una mayor cantidad de humedad porque deberá disminuir.

3.4.3.4. Resistencia

La prueba consiste en tomar muestras de bloques de adobe secas y sin presencia de fisuras o deformaciones por mal moldeado o aplastados en la base, se realiza la separación de los bloques cada 30 cm sobrando 10 cm a cada extremo y apoyando sobre el un bloque de adobe, para luego aplicarle esfuerzos verticalmente con la finalidad de obtener la mínima resistes de un hombre adulto durante un minuto.



Figura 5. Prueba de resistencia – Carga de un adulto.

Fuente: (Propia)

3.4.3.5. Ensayos de Laboratorio

Los ensayos realizados son en principio para determinar los esfuerzos de rotura, identificando las resistencias a compresión, su procedimiento se detalla a continuación:

- La resistencia última es de 0.6 MPa = 6.12 kgf/cm².
- El ensayo de compresión en muretes de adobe o tapial de altura igual a tres veces la menor dimensión de la base (aproximadamente).
- Se debe cumplir con que el promedio de las cuatro mejores muestras (de seis muestras) sea igual o mayor a la resistencia última indicada, después de 28 días de secado.

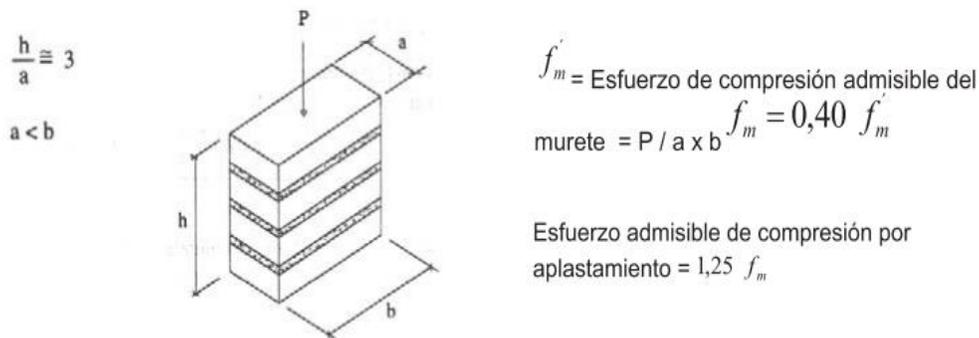
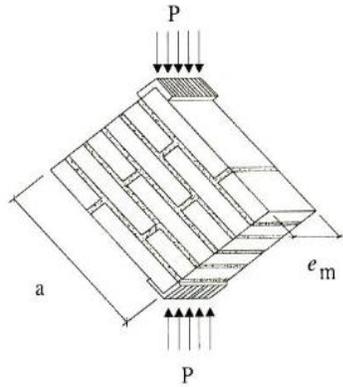


Figura 6. Prueba de resistencia a compresión.

Fuente: (Ministerio de Vivienda de Perú, 2017)

Los ensayos realizados mediante esfuerzos de rotura mínima determinaran la resistencia mínima de los muros a tracción indirecta, el cual siguen los procedimientos siguientes:

- Resistencia última 0.025 MPa = 0.25kgf/cm².
- El ensayo de compresión diagonal o tracción indirecta de muretes de adobe o tapial de aproximadamente 0,65 m. x 0.65 m. x em.
- Se debe cumplir con que el promedio de las cuatro mejores muestras (de seis muestras) sea igual o mayor a la resistencia última indicada, después de 28 días de secado.



$$f_t = \frac{P}{2ae_m}$$

Esfuerzo admisible de corte $v_m = 0,4 f_t$

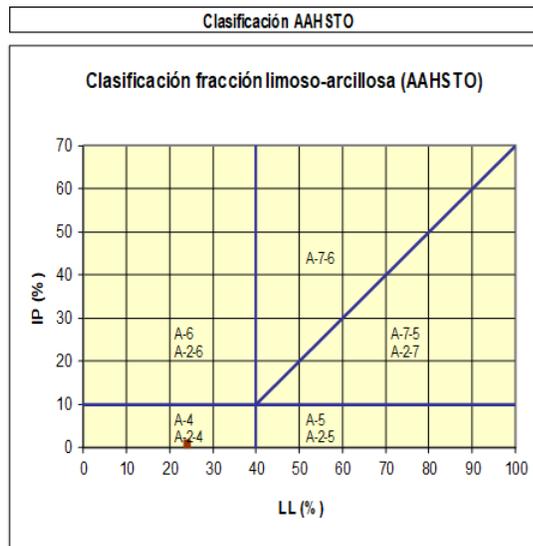
Fuente: (Ministerio de Vivienda de Perú, 2017)

Los resultados se obtendrán de las muestras que presentaron mejor promedio, siendo las muestras que presentaron mayor resistencia última. La resistencia es calculada como el cociente entre la fuerza de rotura del ensayo a tracción y el área transversal, considerando el diámetro nominal de la driza. El diámetro nominal es el nombre por el cual se define a la driza. (Ministerio de Vivienda de Perú, 2017)

Tamiz (mm)	Pasa (%)	Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)
100	100.00	100.00	0.00	0.00
80	100.00	100.00	0.00	0.00
63	100.00	100.00	0.00	0.00
50	100.00	100.00	0.00	0.00
40	100.00	100.00	0.00	0.00
25	100.00	100.00	0.00	0.00
20	96.90	96.90	3.10	3.10
12.5	93.94	93.94	6.06	2.96
10	92.43	92.43	7.57	1.51
6.3	88.03	88.03	11.97	4.40
5	84.28	84.28	15.72	3.75
2	77.95	77.95	22.05	6.33
1.25	73.49	73.49	26.51	4.46
0.4	60.18	60.18	39.82	13.31
0.160	46.19	46.19	53.81	13.99
0.080	39.98	39.98	60.02	6.21

Limite liquido LL	24.10 %
Limite plastico LP	23.60 %
Índice plasticidad IP	0.50 %

Pasa tamiz N° 4 (5mm):	84.28 %
Pasa tamiz N° 200 (0,080 mm):	39.98 %
D60:	0.40 mm
D30:	mm
D10 (diámetro efectivo):	mm
Coefficiente de uniformidad (Cu):	
Grado de curvatura (Cc):	



Material limoso-arenoso
 Pobre a malo como subgrado
A-4 Suelo limoso

Valor del índice de grupo (IG): 0

Figura 8. Ensayo de Granulometría.

Fuente: (Elaboracion Propia)

- El porcentaje que pasas por el tamiza n° 200 es menor a 50% entonces se clasifica como un suelo grueso
- Se determinó que los porcentajes que paso por el tamiz N° 4 supera al 50% de la muestra podemos determinar que se está trabajando con arenas.
- Por ultimo como el porcentaje de finos es mayor al 15 % se recurrirá a la tabla de plasticidad, limite liquido vs índice de plasticidad obteniendo resultado de un suelo arcilloso de plasticidad media.
- Se obtuvo los límites de consistencia correspondientes:

Tabla 4. Cuantificación de los límites de consistencia.

RESULTADOS DEL ANALISIS	Limite Liquido LL	25.11%
	Limite Plástico LP	24.10%
	Índice Plasticidad LL	0.55%

Fuente: Elaboración Propia

ETAPA 04: Descripción Arquitectónica

3.4.4. Descripción arquitectónica

Se realizará un módulo estándar con las condiciones básicas funcionales que puedan cumplir y satisfacer la necesidad, en función al entorno, condiciones y características del terreno. Contando con los requerimientos básicos de las edificaciones se tomó como zona de estudio en función a las necesidades de la investigación científica, se consideró tres ambientes, dos dormitorios y un área de sala comedor, el modulo cuenta cobertura metálica, la albañilería principal cuenta con dos tipos los bloques de adobe de 0.40 cm por 0.40cm y los medios bloques de adobe de 0.19 cm por 0.40 cm. la estructura se encuentra conformada dentro de un área construida de 33.10 m² , contando con 01 nivel construido.

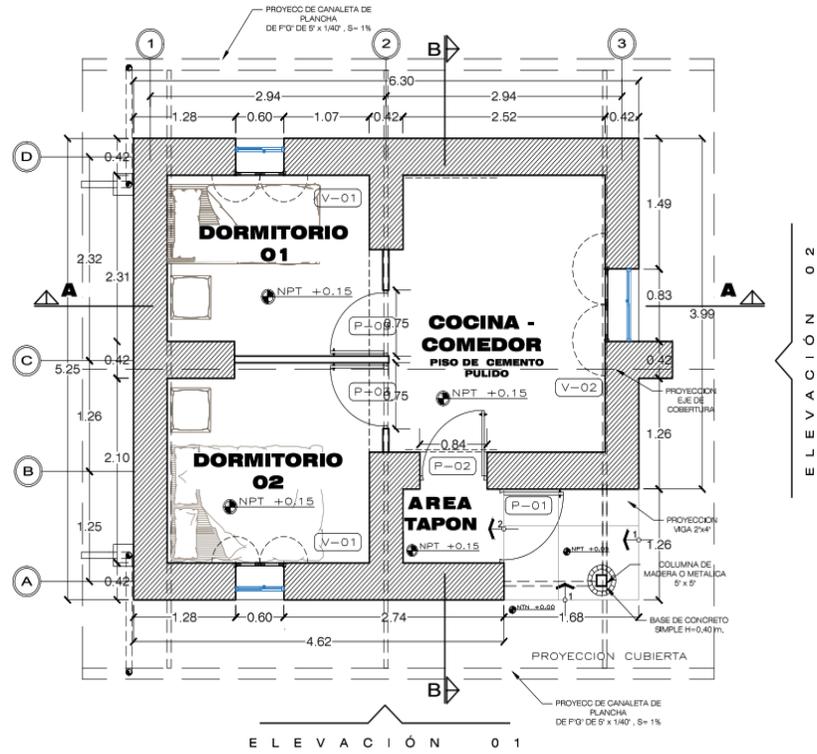


Figura 11. Plano de arquitectura, vista en planta de vivienda Modulo en estudio. Fuente: (Ministerio de Vivienda - PNVR)

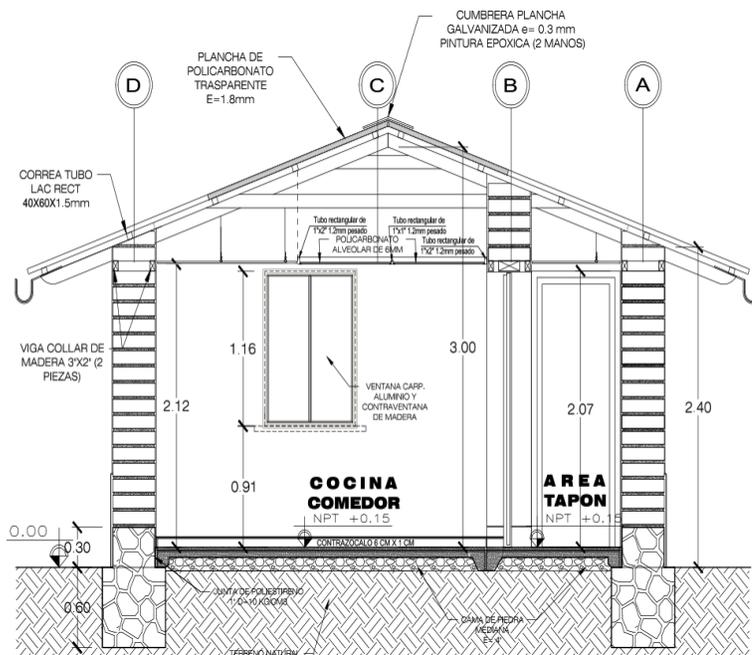


Figura 12. Plano de arquitectura, vista en elevación de vivienda Modulo en estudio. Fuente: (Ministerio de Vivienda - PNVR)

3.4.5. Descripción de los componentes de la vivienda

La edificación cuenta con 03 ambientes, 02 habitaciones dormitorio y 01 habitación sala comedor, los muros están conformados con bloques de adobe de dos dimensiones bloque 01: 0.40cm por 0.40 cm y los bloques 02: 0.19 cm por 0.40 cm, cuenta con ventanas puertas y detalles que a continuación detallamos en la siguiente tabla 6.

Tabla 5. Cuantificación de estructuras conformada por el modulo.

	Espécimen 01	$F_o = 7.10 \text{ kg/cm}^2$	6.44 kg/cm^2
		$F_o = 6.18 \text{ kg/cm}^2$	
		$F_o = 6.05 \text{ kg/cm}^2$	
Adobe	Espécimen 02	$F_o = 6.15 \text{ kg/cm}^2$	6.47 kg/cm^2
		$F_o = 7.03 \text{ kg/cm}^2$	
		$F_o = 6.25 \text{ kg/cm}^2$	
	Espécimen 03	$F_o = 7.28 \text{ kg/cm}^2$	6.59 kg/cm^2
		$F_o = 6.04 \text{ kg/cm}^2$	
		$F_o = 6.46 \text{ kg/cm}^2$	
Cobertura	Madera Tracción por flexión	98.06 kg/cm^2	99.78 kg/cm^2
		101.78 kg/cm^2	
		99.5 kg/cm^2	
	Madera Corte	8.60 kg/cm^2	6.59 kg/cm^2
		7.30 kg/cm^2	
		8.10 kg/cm^2	
Madera	Carrizo Tracción	1220 kg	1200 kg
		1180 kg	
		1201 kg	
Total duchas		18 duchas	
Total inodoros		18 inodoros	
Total, grifos		36 grifos	

Fuente: Propia por recolección de datos laboratorio.

3.4.6. Descripción estructural en muros de adobe

Los muros están constituidos por adobes de 0.40 m x 0.40 m x 0.10 m, y el medio bloque de 0.19 x 0.40 x 0.10, entrelazados entre sí, deben estar conformados mediante una mezcla de barro y paja para mejorar su vida útil ante los agentes externo y la intemperie cumpliendo con lo establecido en la norma E-080 RNE.

El asentado de los bloques de adobe se realizan ínsitu, con juntas de construcción de 2.50 cm unidas mediante un mortero de ichu y barro cernido. La estabilidad de los muros estará en función al material de adhesión que es el mortero de barro, más que la del adobe. Se colocaran los refuerzos horizontales con carrizo o similar, siendo distribuida en función a los esfuerzos generados según el sector de construcción, pudiendo intercalarse cada tres hileras o cuatro hileras en el asentado de los bloques de adobe horizontal con caña chancada, dependiendo del cálculo estructural.

Así mismo, sobre los muros con bloques de adobe se arriostrará mediante una viga collar todo el contorno superior con la rigidizar de manera homogénea de 2"x3" denominada viga collar, montada a lo largo del muro en los cuatro lados, empotrados técnicamente.

ETAPA 05: Modelamiento Estructural

3.4.7. Modelado estructural en muros con bloques de adobe.

En los últimos años, la población rural y urbana se ha incrementado indiscriminadamente por áreas geográficas, y los estudios de prevención se han incrementado rápidamente en proyectos riesgosos, peligrosos, peligrosos y vulnerables. Se trata de metodologías para identificar áreas vulnerables y de alto riesgo.

Las principales fallas en muros con bloques de adobe que no presentan refuerzos son debido a sismos de regular magnitud, son frágiles. Por lo general la presentan una mínima resistencia a tracción debido a que en la albañilería presentan fallas debido a

las juntas que por la falta de homogeneidad generan pérdida de estabilidad generando desplomes. (ALVAREZ GUEVARA, 2015)

3.4.7.1. Análisis de Vulnerabilidad

Uno de los principales análisis en viviendas rurales se dan por parámetros de vulnerabilidad, que enmarcan el nivel de daño que presentan los muros, los bloques de adobe y las juntas con mortero de barro que influyen de una manera directa en la estructura. Identificar la vulnerabilidad en los muros es primordial ya que es ahí donde se presentan los esfuerzos de falla de la vivienda ante eventuales sismos.

Tabla 6. Nivel de Vulnerabilidad en muros

	Muro	Nivel
1	Estable, no presenta fisuras ni agrietamiento en muros y juntas con mortero	BAJA
2	Estable, con presencia de fisuras no mayores a 5mm conectados en entre sí.	MEDIA
3	Con presencia de fisuras, y aparente agrietamiento en las juntas y parte de los bloques de adobe.	ALTA

Fuente: Elaboración Propia.

Los tipos de falla analizados, son los más frecuentes presentes en las viviendas en el centro poblado donde se realiza la investigación.

Según la norma E.080 la estructuración, dimensionamiento y tipologías de vivienda se debe seguir los siguiente:

- Muros de longitud suficiente en cada dirección, si es posible, todos portantes, para proporcionar una buena resistencia estructural al cizallamiento y torsión.
- Tener el diseño de planta de manera simétrica, con geometría cuadrada de preferencia.
- Los vanos de las ventanas y puertas serán pequeños y de preferencia simétricamente distribuido en los muros
- se tendrá que poner énfasis en el diseño de los muros que presenten esbeltez, definiéndose un tipo de refuerzo según el caso.

3.4.7.2. *Metrado de cargas*

Para realizar el modelado estructural se realizó las consideraciones correspondientes:

Carga Muerta

- Peso específico de madera = 900 kg/m³
- Peso específico de la Mampostería de Adobe = 1,600kg/m³
- Cobertura liviana con aislante = 50kg/m².

Carga Viva

- Cobertura ligera =30 kg/m²

3.4.7.3. *Metodología de análisis sísmico*

De acuerdo al reglamento nacional de edificación en la norma E.030 los parámetros sísmicos dependerán básicamente del sitio (REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, 2016).

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

Dónde:

S = Factor de suelo según lo indicado en la Tabla N° 1.

U = Factor de uso según lo indicado en la Tabla N° 2.

C = Coeficiente sísmico según lo indicado en la Tabla N° 3.

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

Factor de suelo (S)

Tabla 7. Factor de suelo

Tipo	Descripción Rocas	Factor de suelo (S)
	Descripción Rocas o suelos muy resistentes	
I	con capacidad portante admisible > 0.3 MPa ó 3.06 kg.f/cm2 Suelos	1.0
	Suelos intermedios o blandos	
II	con capacidad portante admisible > 0.1 Mpa ó 1.4 1.02kg.f/cm2	

Fuente : norma e.030 Diseño Sismo resistente (RNE, 2016)

Factor de uso (U)

Tabla 8. Factor de uso (U) y densidad según tipo de edificación

Tipo de Edificacion	Factor Uso (U)	Densidad
NT A.030 Hospedaje		
NT A.040 Educación		
NT A.050 Salud	1.4	15%
NT A.090 Servicios comunales		
NT A.100 Recreación y deportes		
NT A.110 Transporte y Comunicaciones		
NT A.060 Industria		
NT A.070 Comercio	1.2	12%
NT A.080 Oficinas		
Vivienda: Unifamiliar y Multifamiliar Tipo Quinta	Factor 1.0	8%

Fuente : norma e.030 Diseño Sismo resistente (RNE, 2016)

Zona Sísmica



Figura 13. Mapa Zona Sísmica

Fuente : Norma e.030 Diseño Sismo resistente (RNE, 2016)

Tabla 9. Zona Sísmica

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

Fuente : norma e.030 Diseño Sismo resistente (RNE, 2016)

Factor de amplificación sísmica (C)

El factor de amplificación sísmica se da en función a los parámetros de sitio T_P y T_L ; dependiendo al tipo de periodo largo o cortos.

Tabla 10. Amplificación Sísmica

Si, $T < T_P$;	$C=0,25$
Si, $T_P < T < T_L$;	$C = 2.5 * \left(\frac{T_P}{T}\right)$
Si, $T > T_L$;	$C = \frac{2.5}{T^2} * (T_P * T_L)$

Fuente : norma e.030 Diseño Sismo resistente (RNE, 2016)

3.4.8. Análisis Estático No Lineal

Conocido también como PUSHOVER, su metodología se basa netamente en someter a cargas a la estructura de forma lateral en ambos sentidos de manera individual, obteniendo graficas de capacidad, los principios de dicho análisis es buscar el colapso de la estructura sometiéndolo a los esfuerzos laterales. (CHUQUICAHUA ZELADA, 2020)

Mediante este análisis se genera una gran facilidad para obtener los parámetros sísmicos de un modelamiento estructural, obteniendo con gran facilidad y no tan complicados como el análisis no lineal dinámico.

Con el análisis estático no lineal, se obtienen aproximaciones en el diagrama Fuerza – Desplazamiento. Se cambia el modelo matemático tomando en cuenta la resistencia reducida inducida. (GUTIÉRREZ, 2015)

Los análisis inelásticos nos ayudan a comprender el comportamiento de las estructuras cuando estas están sujetas a una sollicitación que exceda su capacidad elástica. Donde lleva a resolver ciertas dudas relacionadas con normas de diseño y los procedimientos elásticos. (VELAZQUEZ PAUCAR, 2020)

Los cálculos correspondientes para el análisis estático corresponden a las cortante basal en los cimientos o base del edificio en análisis los que se calculan con la fórmula:

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S \cdot P}{R}$$

Distribución sísmica a usar en los sentidos horizontales en pisos indiferentes (i), se calcula con la siguiente fórmula

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$
$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^k}$$

La metodología no estima la rigidez de los elementos no estructurales.

De la misma manera se mide fuerza actuante con la fórmula

$$M_i = \pm F_i \cdot e_i$$

En cada dirección del análisis, la excentricidad accidental de cada nivel

3.4.9. Análisis Dinámico Espectral

La metodología base del análisis dinámico espectral se basa en determinar los puntos de concentración de esfuerzos y la probabilidad de colapso, se considera acciones sísmicas conocida de manera escalada en función al modelo matemático

Por otra parte, referente al análisis dinámico, está dividido en dos subtemas los cuales son análisis dinámico modal espectral, el cual consiste en la respuesta de la estructura que ha sido obtenida por la combinación de contribuciones modales y que están caracterizadas por un coeficiente de participación modal; mientras que el análisis dinámico tiempo - historia se utiliza un modelo en forma matemática de una estructura en la cual considere directamente el comportamiento de todos los elementos, determinando la respuesta que haga frente a un grupo de aceleraciones

en el terreno, por medio de la integración directa de las ecuaciones que deben estar en equilibrio.

se presenta con el cálculo de la aceleración espectral con la formula siguiente:

$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot g$$

Para cada una de las direcciones horizontales analizadas se utilizará un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones (REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, 2016)

En el caso del análisis en el eje vertical utilizamos un espectro de respuesta, obteniendo valores de 2/3 de los espectros horizontales, obteniéndose los espectros correspondientes en ambas direcciones:

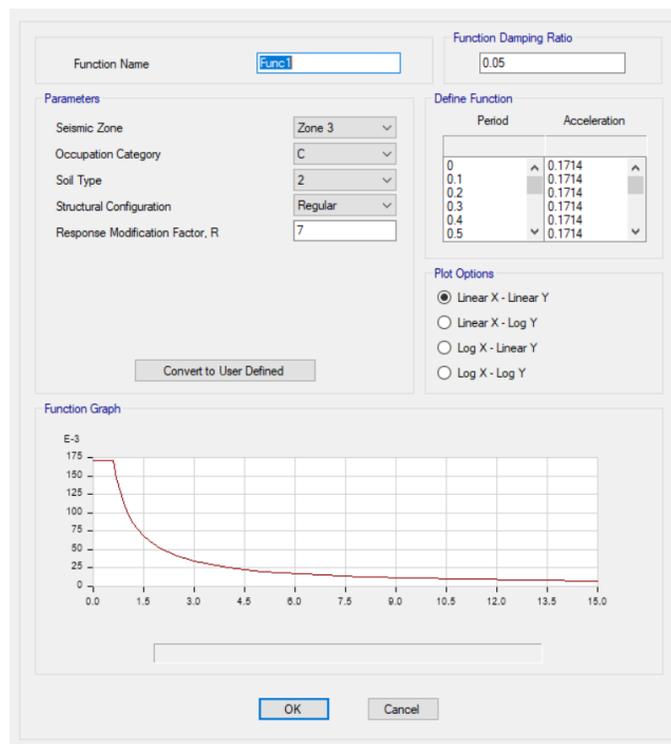


Figura 14.Espectro de Respuesta

Fuente: Elaboración Propia por recolección de datos

A todo los cálculos aplicamos las combinaciones para determinar las respuesta elásticas máximas “ r ” producto de los modos de vibración los que se calculan con:

$$r = \sqrt{\sum \sum r_i \rho_{ij} r_j}$$

El coeficiente “ r ” nos indica las variaciones modales en todo los desplazamientos que presenta la estructura durante el modelado y se expresa de a siguiente manera

$$\rho_{ij} = \frac{8 \beta^2 (1 + \lambda) \lambda^{3/2}}{(1 - \lambda^2)^2 + 4 \beta^2 \lambda (1 + \lambda)^2} \quad \lambda = \frac{\omega_j}{\omega_i}$$

3.4.9.1. Cargas de Corte

Una vez que los muros cumplan con resistir las sollicitaciones de carga verticales debido a su peso se controlan las sollicitaciones de estabilidad, realizamos la comprobación de resistencia al corte en sus respectivos muros de manera independiente como un diafragma flexible.

La fuerza cortante actuando es proporcional a la gravedad, en este caso formando una carga vertical actuando sobre la estructura, esta carga horizontal será $C_m * P$, es necesario analizar la sección en la base del muro donde la cortante es más importante y desfavorable

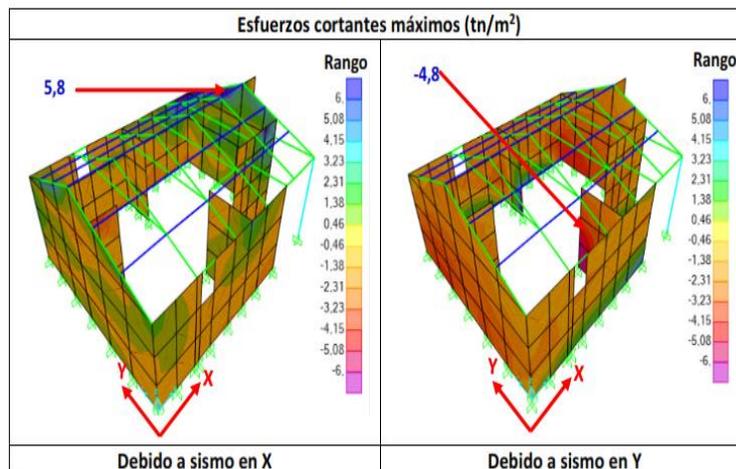


Figura 15. Esfuerzos cortantes máximos Tn/m2.

La resistencia ultima al corte en muros estipulado en la norma E.080 es de 0.25 kgf/cm² . Se tiene los valores de los rangos de corte obtenidos en el modelado:

Eje XX : +/- 0.58 kg/ cm²

Eje YY : +/- 0.48 kg/ cm²

En ambos sentidos se verifica que los valores obtenidos exceden el valor ultimo de 0.25 kg/cm².

3.4.9.2. Esfuerzos a tracción (Tn / m)

En la Figura 5, se muestran las fuerzas horizontales en el plano de la pared. Estas fuerzas se expresan en unidades de la longitud del muro y su rango de valores es /1.2 ton / m en la dirección XX y /2.1 ton / m en la dirección YY. En ambos casos, estos valores significan que los muros no armados presentan fallas porque su resistencia a tracción es mínima y no se tienen en cuenta en el cálculo, sin embargo, ya que los muros están reforzados con fibra vegetal, por ambos lados tienen resistencia a la tracción. es de 1200 kg a la rotura, ya que los carrizos se colocan hasta 3 filas a la vez, es decir, al menos 2,5 carrizos por metro, con una resistencia mínima de 3000 kg / mo una mínima de 3,0 ton / m. Esto asegura que incluso durante terremotos severos, las paredes reforzadas con caña puedan resistir la tracción y las paredes permanecerán en posición vertical.

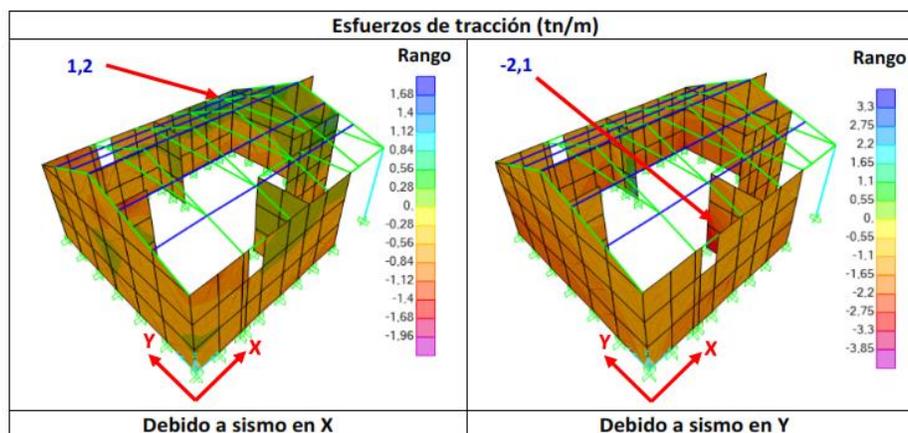


Figura 16. Esfuerzos a Tracción Tn/m. Fuente: (Propia)

Fuente: Elaboración Propia

3.4.10. Modelo Dinámico.

Los modelos matemáticos están enfocados en determinar la concentración de los esfuerzos máximos y probable colapso, con los análisis realizados en los muros y sus conexiones, en las vigas de collarín como conectores de los muros y las coberturas

Consideramos en el modelado del módulo de vivienda de adobe tomando en cuenta las conexiones de entre muros los techos y vigas collar.

ETAPA 06: Análisis de Resultados

Se presenta los desplazamientos máximos obtenidos mediante el modelamiento en el software SAP 2000.

Resultados obtenidos de los sobres esfuerzos sometidos a los muros de albañilería

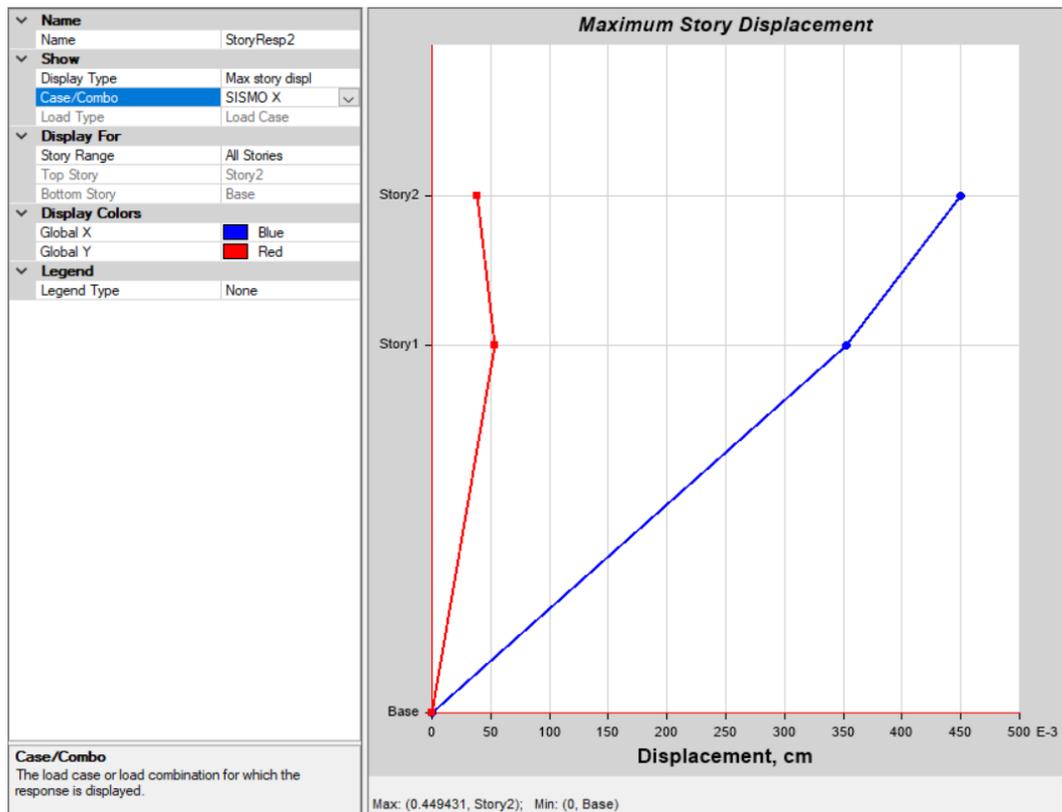


Figura 17.Desplazamientos Lateral eje X-X

Fuente: Elaboración Propia

Resultados obtenidos de los sobres esfuerzos sometidos a los muros de albañilería

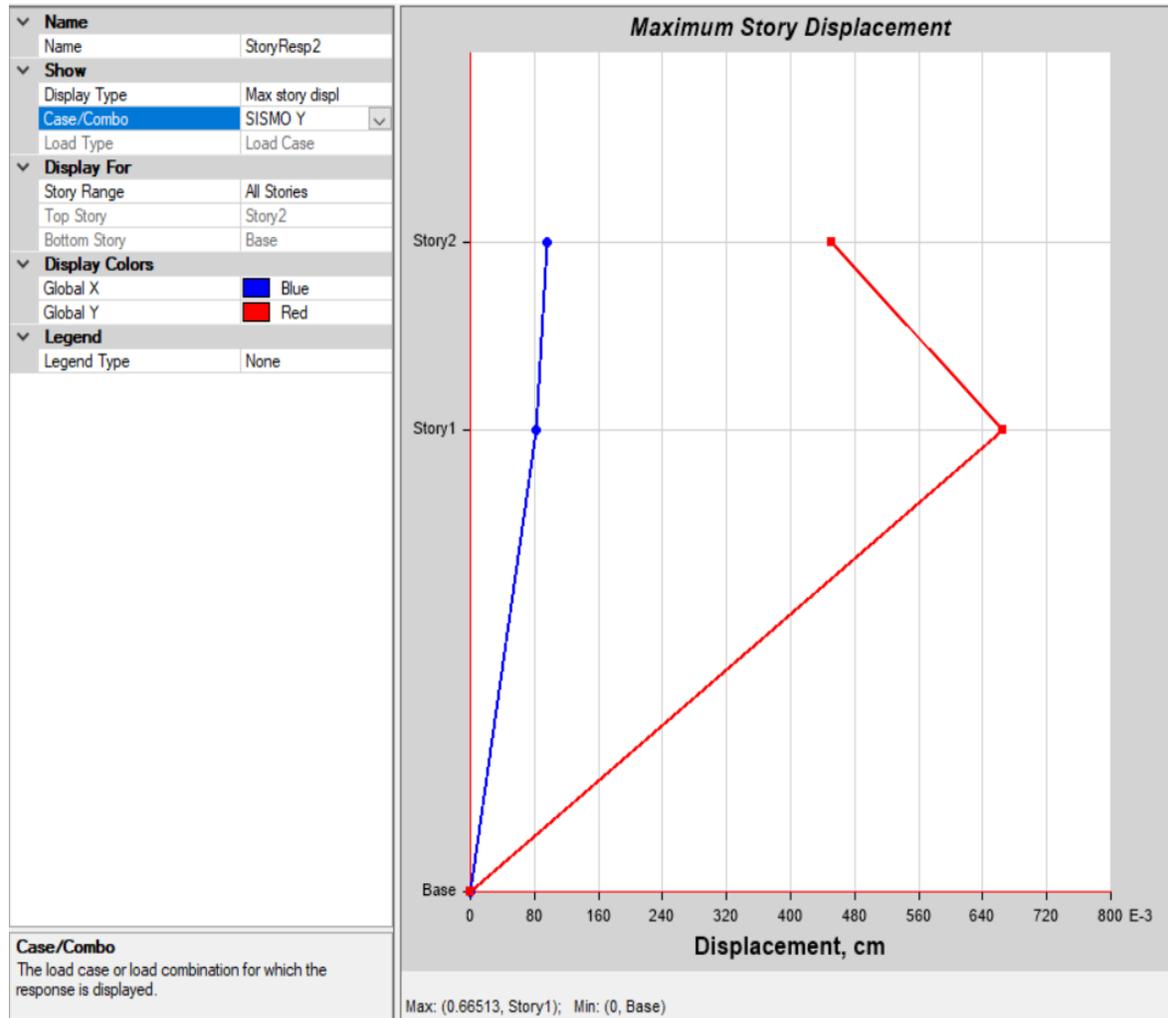


Figura 18. Desplazamientos Lateral eje Y-Y

Fuente: Elaboración Propia

ETAPA 07: Análisis y Control de Resultados

3.4.11. Desplazamientos Laterales

Según la norma E.030 indica las mínimas requisitos que debe de completar las estructuras para el cumplimiento de los desplazamientos lateras, el factor en estructuras regulares será de $0.75(R)$, a los resultados del análisis línea elástico. El

factor para estructuras irregulares será de 1.00 (R) los resultados del análisis lineal elástico.

Durante el análisis no se tomará en cuenta los valores de menores de C/R indicados. Presentamos los desplazamientos obtenidos con fuerzas reducidas, contando con un desplazamiento esperado se calcula como:

$$DE = SdR (\Psi)$$

Donde Ψ es el factor de amplificación de desplazamientos elástico.

Tomando en cuenta los diferentes códigos de diseño

3.4.11.1. Desplazamientos Laterales Admisibles

Los desplazamientos de entrepiso los calculamos según el R.N.E. en la norma E.030, detallado a continuación.

Tabla 10. Límites para la distorsión del entrepiso

Tabla 11. Factor de uso (U) y densidad según tipo de edificación

Tabla N° 11 LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO	
Material Predominante	(Δ_i / h_{ei})
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

Fuente : norma e.030 Diseño Sismo resistente (RNE, 2016)

Tabla 12. Derivas por Piso

TABLA: DERIVAS POR PISO				
PISO	Load Case/Combo	DIRECCION	DERIVA	DERIVA
			ELASTICA	INELASTICA
Story2	SISMO X	X	0.001538	0.0035
Story2	SISMO Y	X	0.000636	0.0014
Story2	SISMO Y	Y	0.000861	0.0019
Story1	SISMO X	X	0.001602	0.0036
Story1	SISMO Y	Y	0.003023	0.0050

Fuente : Elaboración Propia por recolección de datos

ETAPA 08: diseño estructural de muros con refuerzo estructural.

La construcción en adobe debe regularse a la Norma Técnica E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada. Se harán los refuerzos con caña brava, carrizo o similar siendo usados intercaladamente amarrando los adobes con ellos de manera vertical con caña completa y horizontal con caña chancada, definiendo sus dimensiones y utilizando arriostres o refuerzos, debidamente detallados en los planos. Se detallan a continuación los 2 tipos de refuerzo que llevará;

Tabla 13. Factor de uso (U) y densidad según tipo de edificación

Material	Refuerzo Horizontal
Carrizo	4 Ø 1" cada 7.8 cm
Alambre	N° 16
Material	Refuerzo Vertical
Carrizo	4 Ø 1" cada 40 cm
Alambre	N° 16

Fuente: Elaboración Propia por recolección de datos

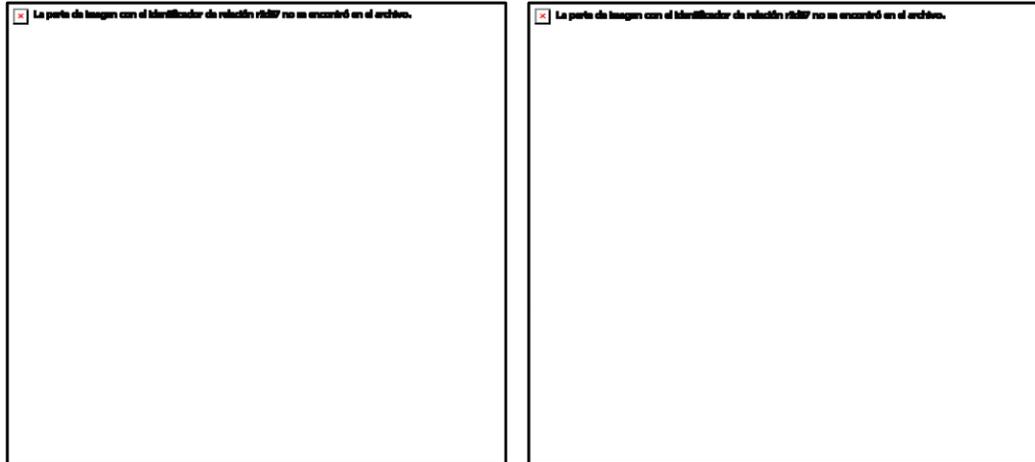


Figura 19. Distribución de los Refuerzos

Fuente: Elaboración Propia

3.5. Método de análisis de datos

Durante la investigación la etapa con gran relevancia fue el método de análisis de resultados, análisis que se aplicó según el reglamento nacional de edificaciones con la finalidad de lograr obtener las solicitaciones mínimas para poder considera el análisis viable con la final de garantizar sus funcionamientos estructurales. A continuación, se continuo con el procedimiento del análisis de los elementos estructurales en función de las solicitaciones sísmicas.

3.6. Aspectos éticos

Durante la investigación del proyecto de estudio ; el autor paso a paso cito todas las referencias de términos y conceptos siendo estos registrados en el apartado de referencias que ayudaron con mayor presencia en la introducción, antecedentes, marco teórico y metodología; siendo el soporte intelectual imprescindible en un proyecto de investigación, asimismo, se respetó el derecho de autor

IV. RESULTADOS

Resultado 01

Concluidas los diseños de mezcla en las muestras fabricadas se obtuvo el diseño optimo logrando obtener los resultados por encima de lo establecido en la norma E-030 y E-080 del Reglamento Nacional de Edificaciones para lo cual se tomaron 03 especímenes los resultados que se obtuvieron se presentan en el cuadro a continuación:

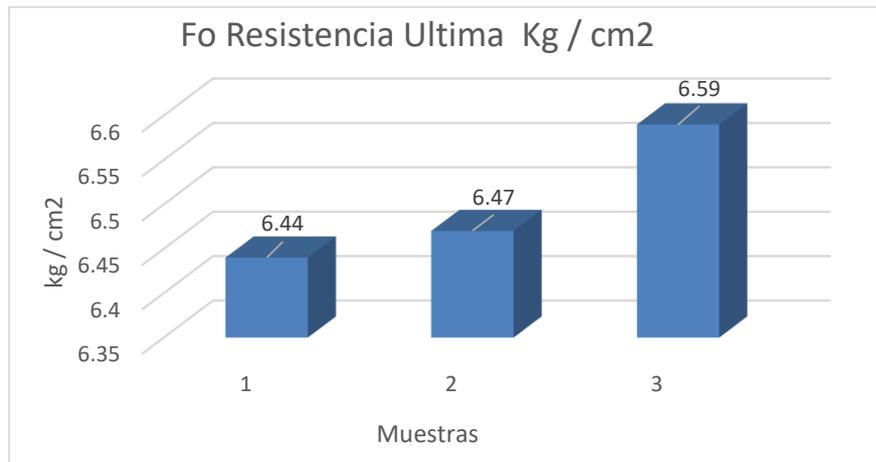


Figura 20. cuadro de resultados de especímenes obtenidos para la compresión de adobes *Fuente: Elaboración propia.*

Recogidas estas presiones se pudo comprobar que el diseño de mezcal es óptimo para la elaboración y fabricación de los bloques de adobe, por lo que no se observó fallas estructurales durante el secado y la fabricación durante el moldeo.

Tabla 14. Diseño de mezcla – Resistencia a compresión

Materiales	% Mezcla	Resistencia a Compresión Obtenida
Arcillas	12%	6.12 kgf / cm2
Arena	60%	
Limo	18%	
Paja	20%	

Fuente: Elaboración Propia por recolección de datos

Resultado 02

Concluidas las pruebas del diseño de mezcla para la fabricación y moldeado de los bloques de adobe se procedió a la elaboración el modelamiento estructural tomando como parámetros los resultados de la compresión en los muros con bloques de adobe y refuerzos de carrizo de manera horizontal y vertical. Estimando los métodos de Análisis Estático no Lineal y Análisis Dinámico Espectral contemplado en nuestro reglamento nacional de edificaciones, obteniendo resultados de manera significativas por encima de lo estableció y logrando controlar las fallas estructurales y desplazamientos laterales que generarían un desplome en los muros de adobe, presentamos los cuadros de los resultados obtenidos en la modelación:

Tabla 15. Esfuerzos cortantes modelado estructural

	Esfuerzo cortante ultimo RNE E.080	Esfuerzo cortante máximo Modelado estructural
Eje X-X	0.25 kgf/cm ²	+/- 0.58 kg/ cm ²
Eje Y-Y	0.25 kgf/cm ²	+/- 0.48 kg/ cm ²

Fuente : Elaboración Propia por recolección de datos

De esta manera se pudo demostrar que los muros podrán soportar esfuerzos cortantes mayores a lo establecido en el reglamento nacional de edificaciones y ante eventos sísmicos.

Tabla 16. Resumen de Esfuerzo a Tracción en los muros.

	Resistencia a tracción tracción carrizo	Esfuerzo a tracción máximo Modelado estructural	Promedio carrizo x m²
Eje X-X	1200 kg	1.2 kg/ cm ²	2.5 carrizos/m ²
Eje Y-Y	1200 kg	- 2.1kg/ cm ²	2.5 carrizos/m ²

Fuente : Elaboración Propia por recolección de datos

Resultado 03

Concluida la evaluación de resultados tanto en la fabricación de los bloques de adobe y los correspondientes al modelado estructural de los muros de adobe se procedió a la verificación de los desplazamientos laterales producto de los esfuerzos que los muros son sometidos, se concluye que los desplazamientos laterales no superan los establecido en la norma del reglamento nacional de edificaciones, por lo que los parámetros de diseño son funcionales.

Tabla 17. Deriva máxima en entrepiso de albañilería.

LIMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO	Promedio carrizo x m2
Material Predominante	($\Delta i / hei$)
Albañilería	0.005

Fuente : Elaboración Propia por recolección de datos

Los resultados obtenidos no superan lo establecidos en la Norma E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Tabla 18. Deriva máxima en entrepiso de módulo de vivienda de albañilería

TABLA: DERIVAS POR PISO				
PISO	Load Case/Combo	DIRECCIÓN	DERIVA ELÁSTICA	DERIVA INELÁSTICA
Story2	SISMO X	X	0.001538	0.0035
Story2	SISMO Y	X	0.000636	0.0014
Story2	SISMO Y	Y	0.000861	0.0019
Story1	SISMO X	X	0.001602	0.0036
Story1	SISMO Y	Y	0.003023	0.0050

Fuente : Elaboración Propia por recolección de datos

V. DISCUSIÓN

Discusión 01

Se calculó el diseño de mezcla óptima para la fabricación de los bloques de adobe y se expusieron ensayos para determinar su compresión logrando resultados satisfactorios, obteniendo así la unidad básica de albañilería para el modelamiento estructural.

Es así que se rechaza la hipótesis: El modelamiento estructural tiene gran influencia en viviendas con muros de adobe reforzado en la comunidad de Machallata Paucarcolla, Puno 2021.

De los resultados obtenidos mediante la presente investigación se da viabilidad a los parámetros usados y los establecidos en el reglamento nacional de edificaciones.

Según los resultados del autor Solís (2019) se pueden apreciar resultados de ensayos para determinar la resistencia y compresión de las muestras obteniendo valores entre 20.27 kg/cm² y 14.01 kg/cm², resistencia obtenida y compresión de bloques de albañilería (fm), logrando **resultados** entre 15.51 kg/cm² y 9.61 kg/cm², resistentes al corte de la albañilería (Vm) obteniendo valores entre 2,39 kg/cm y 1.5 kg/cm.

A comparación de los resultados obtenidos en nuestra investigación **6.12 kgf / cm² se encuentran por debajo, pero enmarcando que nuestros resultados superan lo establecido en el Reglamento nacional de edificaciones, resistencia última 0.025 MPa = 0.25kgf/cm².**

Discusión 02

Se realizó un modelado estructural asumiendo una cantidad de refuerzo con horizontal y refuerzo vertical con de los muros con bloques de adobe y reforzados con carrizo, mediante los métodos Análisis Estático No Lineal y Análisis Dinámico Espectral, se calculó los esfuerzos máximos sometidos en los muros de adobe. Obteniéndose como esfuerzo máximo a tracción en los ejes Eje XX: +/- 0.58 kg/ cm² y Eje YY: +/- 0.48 kg/ cm²

De esta manera se rechaza la hipótesis:

- El análisis estático no lineal influye de manera significativa en las viviendas con muro de adobe reforzado en la comunidad de Machallata, Paucarcolla, Puno
- El análisis dinámico espectral influye de manera significativa en las viviendas con muros de adobe Reforzado en la Comunidad de Machallata, Paucarcolla, Puno 2021

Discusión 03

En lo que respecta a las **Desplazamientos Laterales** en nuestra investigación se realizó los análisis correspondientes al Análisis estático no lineal y el análisis dinámico espectral, obteniendo resultados como son los momentos y esfuerzos debido a la solicitud sísmica producto de los factores sísmicos. A consecuencia la estructura en modelamiento presento desplazamientos en todas las articulaciones estructurales.

Desplazamientos que según Norma del reglamento nacional de edificaciones se para metra y controla según lo solicitado y de acuerdo al elemento estructural usado para el modelado, en nuestro análisis viene a ser la albañilería estructural con bloques de adobe.

En resumen del cuadro podemos apreciar que los desplazamientos máximos no superan lo establecido por la norma por lo que corresponde a el correcto control de Derivas.

Tabla 19. Derivas Máximas de Desplazamiento Laterales

<i>Material Predominante</i>	<i>($\Delta i / hei$)</i>
Albañilería	0.005
Story2	0.0035
Story2	0.0014
Story2	0.0019
Story1	0.0036
Story1	0.0050

Fuente : Elaboración Propia por recolección de datos

VI. CONCLUSIONES

Conclusión 01

El diseño de mezcla propuesto para la fabricación, moldeo y secado de los bloques de adobe en una muestra de 03 especímenes en un espacio de 2 meses fueron optimas para la construcción de edificaciones de categoría "C" en viviendas rurales en el centro poblado de Machallata Provincia de Paucarcolla Departamento de Puno.

Conclusión 02

Se obtuvo los esfuerzos máximos a tracción mediante un modelamiento estructural mediante un Análisis Estático No Lineal y Análisis Dinámico Espectral, dando como resultado los máximos esfuerzos sometidos en los muros a solicitudes sísmicas en los bloques de adobe reforzados con carrizo.

Conclusión 03

Se concluye que los desplazamientos laterales en la estructura producto de los esfuerzos que fueron sometidos los muros no sobrepasan los establecidos según norma del Reglamento Nacional de Edificaciones, obteniendo valores dentro de los parámetros y la estructura es viable en su construcción.

VII. RECOMENDACIONES

Recomendación 1

Se recomienda seguir los procedimientos y considerar las proporciones optimas de los materiales para la fabricación y moldeado de los bloques de adobe y la secuencia constructiva de la fabricación de los bloques de adobe para lograr la máxima eficiencia de los adobes durante la construcción y su ciclo de vida como vivienda reforzada ante movimientos sísmicos

Recomendación 2

Se recomienda la secuencia del modelado estructural para obtener los resultados mediante el analisis estatico no lineal y el analisis dinamico espectral .

constructiva de fabricación de los bloques de adobe, asentado de muros con bloques de adobe y el respectivo amarre de los refuerzos horizontales y verticales logrando mayor eficiencia ante los esfuerzos solicitados.

Recomendación 3

Respecto a los refuerzos horizontales considerar la secuencia del amarre de los bloques de adobe y el trenzado en los refuerzos horizontales con carrizo , siguiendo correctamente con el llenado de mortero de barro

Referencias

1. **ALVAREZ GUEVARA, Daniel Alejandro. 2015.** *Vulnerabilidad Sismica de Viviendas de Adobe del C.P. la Huaracilla, Jesus, Cajamarca 2015.* Cajarmaca - Perú : s.n., 2015.
2. **ASCONA , Maximiliano, MANZINI, Fernando y DORATI, Javier. 2013.** *Precisiones metodológicas sobre la unidad de análisis y la unidad de observación: Aplicación a la investigación en psicología.* Argentina : s.n., 2013.
3. **CHUQUICAHUA ZELADA, Dairy Elmer. 2020.** *Analisis no Lineal Estatico y dinamico de un Edificio de Concreto Rmado con Disipadores de energia SLB en la ciudad de Chiclayo.* Chiclayo - Peru : s.n., 2020.
4. *Coleccion de Tesis y Propuesta de Investigacion en TICs.* **LOPEZ, Aurelio. 2015.** Mexico : s.n., 2015.
5. *Comportamiento Sismico de Estructuras de Mamposteria.* **ALCOCCER, Sergio M. 2017.** Mexico : s.n., 2017, Sociedad Mexicana de Ingenieria Sismica .
6. **CORONADO, Alejandro Anuar. 2021.** *Diseño Estructural.* mexico : s.n., 2021.
7. **DIAS SANJUAN, Lidia. 2017.** *La Observacion.* Mexico : s.n., 2017.
8. *El adobe y otros materiales de sistemas constructivos en tierra cruda: caracterización con fines estructurales.* **RIVERA TORRES, Juan Carlos. 2012.** Bogota - colombia : Biblioteca General de la Pontificia Universidad Javeriana., 2012.
9. *El Protocolo de la Investigacion III.* **ARIAS, Jesus, VILLASIS, Miguel Angel y MIRANDA, Maria. 2016.** Mexico : Colegio Mexicano de Inmunología Clínica y Alergia, A.C, 2016, Revista Alergia México.
10. *Estudios de vulnerabilidad sísmica, rehabilitación y refuerzo de casas en adobe y tapia pisada.* **YAMIN LACOUTURE, Luis Eduardo, y otros. 2007.** 2007.
11. **HERNANDEZ SAMPIERI, Roberto. 2017.** *Recoleccion de datos Cuantitativos.* Lima : s.n., 2017.
12. *La Investigacion - Accione en el Aula.* **MARTINEZ MIGUELEZ, Miguel . 2000.** Venezuela : s.n., 2000, Agenda Academica Volumen 7.
13. **LLUMITASIG CHICAIZA, Sandra Mercedes y SIZA SALAZAR, Ana Lisette. 2017.** *Estudio de la Resistencia a Compresion del Adobe Rtesanal Estabilizado con Paja, Estiercol, Savia de Penca de tuna , Sangre de Toro y Analisis de su Comportamiento Sismico Usando un Modelo a Escala.* Ambato- Ecuador : s.n., 2017.

14. **MEDINA PASAJE, Julio Luis. 2005.** *Metodología y Herramientas UML para el Modelado y Analisis de Siatemas de Tiempo Real Orientado a Objetos.* santander : s.n., 2005.
15. *Metodologia de la Investigacion.* **BLOQUE METODOLOGICO DE LA INVESTIGACION. 2020.** mexico : s.n., 2020.
- 16.—. **HERNADEZ, Sampieri. 1997.** Colombia : MCGRAW-HILL, 1997.
17. **ORTEGA, P. 2015.** *Diaconstico de sitio para el uso del Adobe Aplicado en Viviendas en la Parroquia Vilcabamba del Canton Loja, Ecuador.* 2015.
18. **ORTIZ ZAMORA, Doris Yveth. 2019.** *Efectos de la Incorporacion de Cuatro Porcentajes (2.5%, 5%, 7.5% y 10%) de Estiercol de Caballo en la R>esisitencia a la Compresion y Fleccion del Adobe.* Cajamarca - peru : s.n., 2019.
19. **REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES. 2016.** *NORMA E.030.* Perú : s.n., 2016.
20. **RUBIÑOS, A.C.M. 2009.** *Ciencia e Ingenieria Propuesta de reconstruccion Post - Terremoto de Viviendas de Adobe Reforzado.* 2009.
21. **SOLIS, Fructuoso. 2019.** *DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN ÓPTIMA DE ADOBES DE MAYOR RESISTENCIA MECÁNICA Y MENOR CONDUCTIVIDAD TÉRMICA PARA VIVIENDAS EN ZONAS ALTOANDINAS.* Arequipa : s.n., 2019.
22. **SOLIS, Ignacio Frutuoso. 2019.** *Determinacion de la Composicion Optima de Adobes de Mayor Resistencia Mecania y Menor Cnductividad Termica para Viviendas en Zonas Altoadinas.* Arequipa : s.n., 2019.
23. **TORRES, R. 2016.** *Las fibras naturales como refuerzo sismico en la edificacion de viviendas de adobe en la costa del departamento de ica.* 2016.
24. **VELAZQUEZ PAUCAR, Lucero Diana. 2020.** *Inconsistencias en el análisis y diseño estructural de un módulo de una institución educativa en el distrito de El Tambo.* Huancayo - Perú : s.n., 2020.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Operacionalización de Variables

Título: "Modelamiento Estructural y Control de Deformaciones Laterales en Viviendas con Muros de Adobe Reforzado con Carrizo en la Comunidad de Machallata, Paucarcolla, Puno 2021"

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
VARIABLE (S)	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	Escala de medición
MODELAMIENTO ESTRUCTURAL	SON REPRESENTACIONES MATEMATICAS SIMPLIFICADAS QUE NOS PERMITEN ANALIZAR EL COMPORTAMIENTOS DE LAS ESTRUCTURAS.	SERA MEDIDO A TRAVES DE UN ANALISI ESTATICO NO LINEAL Y ANALISIS DINAMICO	MÉTODOS	ANALISIS ESTATICO NO LINEAL	RAZÓN
				ANALISIS DINAMICO ESPECTRAL	RAZÓN
			OBJETIVOS	DETERMINAR LOS MAXIMOS Y MINIMOS ESFUERZO SOMETIDOS	RAZÓN
DEFORMACIÓN LATERAL EN MUROS EN LOS EJES X-X y Y-Y	SON LOS DESPLAZAMIENTOS HORIZONTALES EN RELACION A DOS PUNTOS DE UN ENTREPISO	SERAN MEDIDOS ATRAVEZ DE DEL COMPARATIVO DE LOS DESPLAZAMIENTOS GENERALES	MÉTODOS	DERIVAS ELASTICAS	RAZÓN
				DERIVAS INELASTICAS	RAZÓN
			OBJETIVOS	CONTROL DE MAXIMAS DERIVAS (Según RNE Norma -E030)	RAZÓN
					RAZÓN

Anexo 2. Matriz de Consistencia

Título: "Modelamiento Estructural y Deformaciones Laterales en Viviendas con Muros de Adobe Reforzado en la Comunidad de Machallata, Paucarcolla, Puno 2021"							
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
<u>Problema general:</u>	<u>Objetivo general:</u>	<u>Hipótesis general:</u>	V. INDEPENDIENTE MODELAMIENTO ESTRUCTURAL	ESFUERZOS	ESFUERZO ÚLTIMOS MOMENTOS ÚLTIMOS	PROGRAMA CSI SAP 2000	Método: Científico
¿De qué manera influye el Modelamiento Estructural en Viviendas con Muros de Adobe Reforzado en la Comunidad de Machallata, Paucarcolla, Puno 2021?	Realizar el Modelamiento Estructural de la vivienda con muros de adobe reforzado en la comunidad de Machallata, Paucarcolla, Puno 2021	El Modelamiento Estructural tiene gran influencia en viviendas con muros de Adobe Reforzado en la Comunidad de Machallata, Paucarcolla, Puno 2021"					Tipo: Hipotetico Deductivo
<u>Problemas específicos:</u>	<u>Objetivos específicos:</u>	<u>Hipótesis específicas:</u>	V. DEPENDIENTE DEFORMACIÓN LATERAL	MÉTODOS	ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL	PROGRAMA CSI SAP 2000	Nivel: Descriptivo
¿De qué manera influye el analisis estatico no lineal en viviendas con muros de adobe Reforzado en la Comunidad de Machallata, Paucarcolla, Puno 2021?	Determinar el analisis estatico no lineal en las viviendas con muros de adobe Reforzado en la Comunidad de Machallata, Paucarcolla, Puno 2021	El analisis estatico no lineal influyen de manera significativa en las viviendas con muros de adobe Reforzado en la Comunidad de Machallata, Paucarcolla, Puno 2021					Población: 53 Viviendas
¿De qué manera influye el analisis dinamico espectral en viviendas con muros de adobe Reforzado en la Comunidad de Machallata, Paucarcolla, Puno 2021?	Determinar el analisis dinamico espectral en las viviendas con muros de adobe Reforzado en la Comunidad de Machallata, Paucarcolla, Puno 2021	El analisis dinamico espectral influyen de manera significativa en las viviendas con muros de adobe Reforzado en la Comunidad de Machallata, Paucarcolla, Puno 2021			Diseño de Investigacion : Cuasi Experimental		
¿De qué manera influye el control de deformación lateral en viviendas con muros de adobe Reforzado en la Comunidad de Machallata, Paucarcolla, Puno 2021?	Controlar los desplazamientos laterales en las viviendas con muros de adobe Reforzado en la Comunidad de Machallata, Paucarcolla, Puno 2021	Los desplazamientos laterales influyen de manera significativa en las viviendas con muros de adobe Reforzado en la Comunidad de Machallata, Paucarcolla, Puno 2021			Muestra: 01 vivienda		
				DEFORMACIÓN	CONTROL DE DERIVAS (Según RNE Norma -E030)	CUADRO COMPARATIVO	Tecnica: Observacion Directa.
							Instrumentos: Ficha de Recoleccion

ANEXO 3: INSTRUMENTO DE REGISTRO DE DATOS MATERIALES Y MOLDEADO

 FICHA DE REGISTRO DE DATOS MATERIALES Y MOLDEADO			
I. DATOS INFORMATIVOS:			
TÍTULO	: "Modelamiento Estructural y Deformaciones Laterales En Viviendas con Muros de Adobe Reforzado en la Comunidad de Machallata, Paucarcolla, Puno 2021"		
UBICACIÓN	: Comunidad de Machallata, Distrito de Paucarcolla, Provincia de Puno, Departamento de Puno.		
V. INDEPENDIENTE	: Modelamiento Estructural		
V. DEPENDIENTE	: Deformacion Lateral		
DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	: Cuasi Experimental		
PERIODO	: 2021		
II. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO:			
TIPPO DE VIVIENDA	: Adobe Reforzado		
N° DE PISOS	: 01		
ZONIFICACIÓN	: 03		
USO	: Vivienda		
III. ASPECTO DEL REGISTRO DE LA INFORMACIÓN:			
3.1. MATERIALES DE CONSTRUCCIO			
V. DEPENDIENTE	DIMENSION 1	DIMENSION 2	DIMENSION 3
CASO 1	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRAS 03
ARCILLAS			
ARENA			
LIMO			
PJA O ICHU			
AGUA			
3.2. MOLDEADO DE LOS BLOQUES DE ALBAÑILERIA			
V. DEPENDIENTE	DIMENSION 1	DIMENSION 2	DIMENSION 3
CASO 1	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRAS 03
ARCILLAS			
ARENA			
LIMO			
PJA O ICHU			
AGUA			

VALIDACION		PUNTAJE
APELLIDOS Y NOMBRE		
EXPERTO N° 01	GARY FRESNET VEGA COBRERA	18
EXPERTO N° 01	Saúl Corrales Mallqui	13
EXPERTO N° 01	Josep Farfan Davila	19
PROMEDIO		18.33





Josep Farfan Davila
ING CIVIL
CIP N.º 6120

ANEXO 4: INSTRUMENTO DE DATOS CONTROL DE CALIDAD

 FICHA DE REGISTRO DE DATOS CONTROL DE CALIDAD			
I. DATOS INFORMATIVOS:			
TÍTULO	: "Modelamiento Estructural y Deformaciones Laterales En Viviendas con Muros de Adobe Reforzado en la Comunidad de Machallata, Paucarcolla, Puno 2021"		
UBICACIÓN	: Comunidad de Machallata, Distrito de Paucarcolla, Provincia de Puno, Departamento de Puno.		
V. INDEPENDIENTE	: Modelamiento Estructural		
V. DEPENDIENTE	: Deformación Lateral		
DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	: Cuasi Experimental		
PERIODO	: 2021		
II. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO:			
TIPPO DE VIVIENDA	: Adobe Reforzado		
Nº DE PISOS	: 01		
ZONIFICACIÓN	: 03		
USO	: Vivienda		
III. ASPECTO DEL REGISTRO DE LA INFORMACIÓN:			
3.1. ENSAYOS DE CALIDAD			
CASO 1	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRAS 03
CINTA DE BARRO			
RESISTENCIA SECA			
CONTENIDO DE HUMEDAD			
3.2. ENSAYOS DE RESISTENCIA			
CASO 1	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRAS 03
COMPRESION A PESO DE PERSONA			
IMPACTO A 1.20 m DE ALTURA			

VALIDACION		PUNTAJE
APELLIDOS Y NOMBRE		
EXPERTO Nº 01	GARY FRESNET VEGA CABREIRO	18
EXPERTO Nº 01	Saúl Corrales Melique	18
EXPERTO Nº 01	Josep Farfan Davila	19
PROMEDIO		18.33





Josep Farfan Davila
ING CIVIL
CIP N.º 6120

ANEXO 5: INSTRUMENTO DE REGISTRO DE DATOS

 FICHA DE REGISTRO DE DATOS						
I. DATOS INFORMATIVOS:						
TÍTULO	: "Modelamiento Estructural y Deformaciones Laterales En Viviendas con Muros de Adobe Reforzado en la Comunidad de Machallata, Paucarcolla, Puno 2021"					
UBICACIÓN	: Comunidad de Machallata, Distrito de Paucarcolla, Provincia de Puno, Departamento de Puno.					
V. INDEPENDIENTE	: Modelamiento Estructural					
V. DEPENDIENTE	: Deformacion Lateral					
DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	: Cursi Experimental					
PERIODO	: 2021					
II. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO:						
TIPPO DE VIVIENDA	: Adobe Reforzado					
Nº DE PISOS	: 01					
ZONIFICACIÓN	: 03					
USO	: Vivienda					
III. ASPECTO DEL REGISTRO DE LA INFORMACIÓN:						
3.1. FALLAS LATENTES EN MUROS DE SPORTE						
V. DEPENDIENTE	DIMENSION 1	DIMENSION 2	DIMENSION 3			
CASO 1	DESPLAZAMIENTOS LATERALES	AGRIETAMIENTO EN MUROS	PERFORACION ESTRUCTURAL			
NIVELES DE PISO	EJE X-X	EJE Y-Y	EJE X-X	EJE Y-Y	EJE X-X	EJE Y-Y
BLOQUE DE ALBAÑILERIA						
MUROS						
CIMIENTO						
VANOS						
TIMPANO						
3.2. EDIFICACIÓN CON FALLAS POR PORCESOS CONSTRUCTIVOS						
V. DEPENDIENTE	DIMENSION 1	DIMENSION 2	DIMENSION 3			
CASO 1	DESPLAZAMIENTOS LATERALES	ACRIETAMIENTO EN MUROS	PERFORACION ESTRUCTURAL			
NIVELES DE PISO	EJE X-X	EJE Y-Y	EJE X-X	EJE Y-Y	EJE X-X	EJE Y-Y
BLOQUE DE ALBAÑILERIA						
MUROS						
CIMIENTO						
VANOS						
TIMPANO						

VALIDACION		PUNTAJE
APELLIDOS Y NOMBRE		
EXPERTO Nº 01	GARY FRESNEI VEGA CADREDA	18
EXPERTO Nº 01	Sadi Corrales Mallqui	18
EXPERTO Nº 01	Josep Farfan Davila	19
PROMEDIO		18.33



GARY FRESNEI VEGA CADREDA



SADI CORRALES MALLQUI



ING. CIVIL
CIP N.º 6120

ANEXO 6: INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN



FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS INFORMATIVOS:

Apellidos y nombres del experto	: AREVALO VIDAL SAMIR AUGUSTO
Título y/o Grado académico	: Doctor () Magister () Licenciado (X) Otros ()
Institución	: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Nombre del instrumento	: Ficha de registro de datos
Autor del Instrumento	: Bach. Marco Antonio Ccansaya cordova
Título de la Investigación	: "Modelamiento Estructural y Deformaciones Laterales En Viviendas con Muros de Adobe Reforzado en la Comunidad de Machallata, Paucarcolla, Puno 2021"

II. ASPECTO DE VALIDACIÓN:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-50%	Bueno 51-70%	Muy Bueno 71-80%	Excelente 81-100%
CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.				80	
OBJETIVIDAD	Está expresado en conducta observable.				80	
ACTUALIDAD	Es adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					90
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					95
SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de calidad y cantidad.					98
CONSISTENCIA	Está basado en aspectos teóricos y científicos acordes a la tecnología educativa.					95
COHERENCIA	Existe reacción entre las dimensiones e indicadores.					95
METODOLOGÍA	Responde al propósito del trabajo considerando los objetivos planteados.					95
PERTINENCIA	El instrumento es adecuado al tipo de investigación.					95

III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:

CONFORME

IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN:

Lima,			
31/03/2022	43261084	 Ing. César F. Peña Cabrera 207436	910399110
Lugar y fecha	DNI	Firma del experto	Celular

About SAP2000



SAP2000 Ultimate 16.0.0
Structural Analysis Program
Copyright (c) 1976-2013 Computers and Structures, Inc.

A product of:
Computers and Structures, Inc.
www.csiamerica.com

This product is licensed to:
Windows User

Physical Memory
Total:
Available: 12,241 MB

Windows Version: 9,741 MB
(Version 6.2) Build 9200

310 days left on Standalone Trial License.

PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía 1: preparado del mortero de barro



Fotografía 2: preparado del mortero de barro



Fotografía 3: preparacion del mortero con ichu o paja



Fotografía 4: preparado del mortero de barro



Fotografía 5: Molde de los bloques de Adobe



Fotografía 6: Proceso de Moldeo de los bloques de Adobe



Fotografía 7: Molde de los bloques de Adobe



Fotografía 8: bloques de adobe moldeado y secado



Fotografía 9: Molde de los bloques de Adobe



Fotografía 10: Prueba de Resistencia



Fotografía 11: Prueba de Resistencia



Fotografía 12: Prueba de Resistencia e Impacto



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, AREVALO VIDAL SAMIR AUGUSTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Moldeamiento Estructural y Deformaciones Laterales En Viviendas con Muros de Adobe Reforzado en la Comunidad de Machallata, Paucarcolla, Puno 2021"

", cuyo autor es CCANSAYA CORDOVA MARCO ANTONIO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 29.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 11 de Mayo del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
AREVALO VIDAL SAMIR AUGUSTO DNI: 46000342 ORCID: 0000-0002-6559-0334	Firmado electrónicamente por: SAAREVALOV el 11- 05-2022 15:43:30

Código documento Trilce: TRI - 0300823