



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

TEMA

REHABILITACIÓN SÍSMICA DE UN EDIFICIO MEDIANTE ENCAMISADO DE
MUROS DE MAMPOSTERÍA REFORZADA INTERIORMENTE

TUTOR

MSC. HERRERA VALENCIA JULY ROXANA

AUTOR (ES)

LUÍS ANTONIO SALAZAR ORTEGA

LUIS ANGEL YAUTIBUG GUAMAN

GUAYAQUIL

2023

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO Y SUBTÍTULO:

Rehabilitación sísmica de un edificio mediante encamisado de muros de mampostería reforzado interiormente.

AUTOR/ES:

Salazar Ortega Luis Antonio
Yautibug Guamán Luis Ángel

REVISORES O TUTORES:

Msc. Ing. Herrera Valencia July Roxana

INSTITUCIÓN:

**Universidad Laica Vicente
Rocafuerte de Guayaquil**

Grado obtenido:

Ingeniero Civil

FACULTAD:

Facultad De Ingeniería
Industria Y Construcción

CARRERA:

Ingeniería Civil

FECHA DE PUBLICACIÓN:

2023

N. DE PAGES:

97 páginas

ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción

PALABRAS CLAVE: sismo, edificio, pared, mampostería, Rehabilitación sísmica

RESUMEN:

La tesis que se presenta a continuación es para demostrar el análisis de cómo reacciona una estructura, en este caso se enfoca en un edificio, en el cual, se hará una rehabilitación sísmica en la mampostería mediante encamisados de muro reforzadas interiormente. El objetivo es enfocarse en analizar mediante el software ETABS, el análisis del reforzamiento, por ende, el enfoque de la investigación es mixta, ya que, en el enfoque cualitativo, se realiza mediante observación de características dentro del edificio y en la parte cuantitativa patrones que se usan para el análisis de la rehabilitación. Obteniendo los resultados en el software, se puede observar que en la segunda planta se presenta una mayor deformación que, al agregarse una carga extra, estas pueden resistir las fuerzas cortantes que se inducen por el sismo, con esto se determina que, mediante la inclusión de la malla electrosoldada para el reforzamiento de la mampostería, sería lo más idóneo para esta edificación.

N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):		
ADJUNTO PDF:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
CONTACTO CON AUTOR/ES: Salazar Ortega Luis Antonio Yautibug Guamán Luis Ángel	Teléfono: 0994699889 0988918527	E-mail: lsalazaro@ulvr.edu.ec lyautibugg@ulvr.edu.ec
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Mgr. Genaro Gaibor Espín (Decano) Teléfono: (04) 259 6500 Ext. 241 E-mail: ggaibore@ulvr.edu.ec Mgr. Alexis Valle Benitez Teléfono: (04) 259 6500 Ext. 242 E-mail: avalleb@ulvr.edu.ec	

CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD ACADÉMICA

27/7/23, 10:10

Turnitin - Informe de Originalidad - REHABILITACIÓN SÍSMICA DE UN EDIFICIO MEDIAN...

Visualizador de documentos

Turnitin Informe de Originalidad

Procesado el: 27-jul.-2023 09:23 -05
Identificador: 215/5/8364
Número de palabras: 11047
Entregado: 1

REHABILITACIÓN SÍSMICA DE UN EDIFICIO MEDIAN... Por Luis Antonio Y Luis Angel Salazar Ortega Y Yautibug Guaman

Índice de similitud	Similitud según fuente
6%	Internet Sources: 6% Publicaciones: 0% Trabajos del estudiante: 1%

Incluir citas Incluir bibliografía excluir las coincidencias menores modo:

1% match (Internet desde 18-feb.-2022)
<http://www.dspace.unltru.edu.pe>

1% match (Internet desde 17-nov.-2020)
<https://www.habitatyvivienda.qob.ec/norma-ecuatoriana-de-la-construccion/#:~:text=La%20Norma%20Ecuatoriana%20de%20la,regular%20lo>

1% match (Internet desde 02-nov.-2022)
<https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/10047/1/118090-130144.pdf>

1% match (Internet desde 31-ago.-2016)
<http://www.derechoecuador.com>

<1% match (Internet desde 13-dic.-2020)
<https://www.habitatyvivienda.qob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/06/Manual-para-la-Regulacion-de-Procesos-Constructivos.pdf>

<1% match (Internet desde 12-oct.-2022)
<https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/11677/1/215124.pdf>

<1% match (Internet desde 19-nov.-2020)
<https://www.derechoecuador.com/registro-oficial/2020/11/registro-oficial-no333-lueves-19->

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Los estudiantes egresados SALAZAR ORTEGA LUIS ANTONIO y YAUTIBUG GUAMAN LUIS ANGEL, declaramos bajo juramento, que la autoría del presente proyecto de investigación, Rehabilitación sísmica de un edificio mediante encamisado de muros de mampostería reforzada interiormente, corresponde totalmente a los suscritos y nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedemos los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Autor(es)



Firma:

LUIS ANGEL YAUTIBUG GUAMAN

C.I. 092629963-7



Firma:

SALAZAR ORTEGA LUIS ANTONIO

C.I. 095126863-0

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación REHABILITACIÓN SÍSMICA DE UN EDIFICIO MEDIANTE ENCAMISADO DE MUROS DE MAMPOSTERÍA REFORZADA INTERIORMENTE, designado(a) por el Consejo Directivo de la Facultad e Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: Rehabilitación sísmica de un edificio mediante encamisado de muros de mampostería reforzada interiormente, presentado por los estudiantes SALAZAR ORTEGA LUIS ANTONIO y YAUTIBUG GUAMAN LUIS ANGEL como requisito previo, para optar al Título de INGENIERO CIVIL, encontrándose apto para su sustentación.

Firma:

ING. Herrera Valencia July Roxana

C.C.

AGRADECIMIENTO

Primero que nada, quiero agradecerle a Dios por haberme brindado salud, guía y fortaleza.

A mis padres que con tanto esfuerzo hicieron lo posible para poder llegar a esta etapa, por siempre haberme apoyado para poder cumplir mis objetivos personales, y académicos. Ellos que con tanto amor y soporte me han guiado a lo largo de mi vida y me han enseñado que no hay que desistir a pesar de las adversidades.

A mi pareja que desde el inicio de mis estudios también estuvo apoyándome en todo lo que podía, siendo ese soporte que a veces necesitaba.

A mi tutor por la paciencia y dedicación que tuvo en todo momento del desarrollo de la tesis.

A mis docentes que cada uno aportó con su conocimiento y experiencia para poder entender cada cosa que se explicaba.

Agradecerle a la universidad por dejarme ser parte de esta institución, que me ha exigido tanto, pero al final esa exigencia tiene sus frutos.

SALAZAR ORTEGA LUIS ANTONIO

AGRADECIMIENTO

A Dios primeramente por permitirme lograra uno de mis objetivos, a mis padres por ser ese impulso diario durante todo este trayecto, a mi esposa e hijo por ser ese motor que no me permiten bajar los brazos.

Agradezco también a mis tíos (José Manuel y Aciencia) por presentarse en un justo momento y brindarme su apoyo.

Agradezco a mi tutora de tesis por esa paciencia y empuje durante el desarrollo de esta tesis, a todos los profesores que me brindaron de sus conocimientos y, a esta hermosa Institución ULVR.

YAUTIBUG GUAMÁN LUIS ANGEL

DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada a Dios que sin el nada de esto hubiese sido posible. A mis padres, hermanos, abuelita y mi pareja que, con tanto amor y esfuerzo hicieron todo lo posible para llegar a este punto, al brindarme esa ayuda cada que la necesitaba y sin ellos nada de esto hubiese sido posible.

SALAZAR ORTEGA LUIS ANTONIO

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación está dedicado a Dios, que siempre me ha tenido de pie cuando quise dejar la carrera.

A mis padres que fueron el instrumento para que este sueño sea real no dejando de apoyarme, ya sea económica y anímicamente.

Al esfuerzo, paciencia que se hizo por muchos años junto a mi esposa, ella que ha sido testigo de todo el sacrificio hecho.

YAUTIBUG GUAMÁN LUIS ANGEL

ÍNDICE GENERAL

	Pág
PORTADA.....	I
FICHA DE REGISTRO DE TESIS.....	II
CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD ACADÉMICA.....	IV
Introducción.....	1
CAPÍTULO I.....	2
DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.1 Tema.....	2
1.2 Planteamiento del problema.....	2
1.3 Formulación del problema.....	3
1.4 Objetivo general.....	3
1.5 Objetivo específico.....	3
1.6 Idea a defender/ hipótesis.....	4
1.7 Línea de investigación institucional/facultad.....	4
CAPITULO II.....	5
MARCO TEÓRICO.....	5
2.1.1 Rehabilitación sísmica de edificios.....	5
2.1.2 Modernización sísmica de muros.....	6
2.1.3 Ficha comparativa del comportamiento.....	6
2.1.4 Manual de interventoría térmica.....	7
2.1.5 Vulnerabilidad sísmica de viviendas.....	8
2.1.6 Los sismos ocurrencia y medición.....	9
2.1.7 Estructuras aporricadas de hormigón.....	10
2.1.8 Rehabilitación y reparación sísmica de viviendas.....	11
2.1.9 Diseño sismo resistente.....	12

2.1.10 El terremoto 19s en Morelos.....	13
2.1.11 Análisis de daños en edificio municipal de Esmeraldas.....	14
2.1.12 Prevención en edificaciones.....	15
2.1.13 Sismógrafos cómo funcionan.....	16
2.1.14 Los terremotos.....	16
2.1.15 Afectación de los sismos en las infraestructuras de mampostería armada.....	17
2.1.16 Acción de los sismos, en edificio de dos plantas y estudio del tipo de agrietamiento.....	17
2.1.17 Tipos de mampostería.....	18
2.1.18 Mampostería simple.....	19
2.1.19 Mampostería armada.....	19
2.1.20 Comportamiento mampostería	20
2.1.21 Características de los componentes de la mampostería.....	20
2.1.22 Característica de las mallas electrosoldadas.....	20
2.1.23 Mortero.....	21
2.1.24 Software de cálculo.....	22
2.1.24.1 ETABAS v21.....	22
2.2 Marco legal.....	23
CAPITULO III.....	25
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	25
3.1 Enfoque de la investigación.....	25
3.2 Alcance de la investigación.....	25
3.3 Técnicas e instrumentos.....	25
3.4 Población y muestra.....	26
3.5 Presentación y análisis de resultados.....	26
3.6 Entrevista.....	28

CAPITULO IV	30
PROPUESTA O INFORME	30
4.1 Presentación y análisis de resultados.....	30
4.2 Propuesta.....	58
CONCLUSIONES	60
RECOMENDACIONES	61
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
ANEXO	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 LINEA DE INVESTIGACION.....	4
Tabla 2 Características mecánicas del mortero	21
Tabla 3 Técnicas en instrumentos	25
Tabla 4 Peso sísmico por piso.....	42
Tabla 5 Podemos analizar y observar que la masa participativa alcanza el 90% en el segundo modo	42
Tabla 6 Análisis Estático en la dirección X	44
Tabla 7 Distribución de fuerzas en X	44
Tabla 8 Análisis estático en la dirección Y	45
Tabla 9 Distribución de fuerzas en Y	46
Tabla 10 Cálculo de cortantes en X, Y.....	47
Tabla 11 Datos de la cortante.....	50
Tabla 12 Datos espectro dinámico para el diseño.....	51
Tabla 13 Análisis sísmico dinámico, fuerzas cortantes X, Y.....	53
Tabla 14 Análisis comparativo	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Terremoto del 16 de abril del 2016, se puede observar el deterioro de los muros de mampostería.	2
Figura 2 Comportamiento estructural, Italia Iglesia privada del siglo XVII conocida como Oratorio de Villa Lippomano.	5
Figura 3 Construcción de muro de mampostería parcialmente reforzada, diseño más utilizado en obras de albañilería.	7
Figura 4 Resultados los de tipos de edificación Anconcito - Ecuador.	9
Figura 5 Movimiento de placas “Las líneas rojas delimitan las placas y las flechas moradas indican el movimiento relativo entre ellas.	10
Figura 6 Reforzamiento de muros de albañilería panderete confinada usando malla electrosoldada.	12
Figura 7 Vista en sección Corte 1, Iglesia evangélica ACyM Peniel, alternativa estructural considerada.	13
Figura 8 Mampostería con falla por cortante en el estado de Morelos.	14
Figura 9 Colapso del muro de mampostería reforzada del edificio Municipal de Esmeraldas.	15
Figura 10 El sismógrafo el cual monitorea el cual monitorea en el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional.	16
Figura 11 Muro de mampostería, colocadas uniformemente con mampuestos de diferentes secciones.	18
Figura 12 Muro de mampostería armada con sus partes que la componen.	19
Figura 13 Tipo de mallas con sus denominaciones.	20
Figura 14 Muestras del modo de falla del mortero.	21
Figura 15 Formulario: Evaluación rápida de vulnerabilidad sísmica de edificaciones	27
Figura 16 Edificio de estudio, ubicado en el sur de la ciudad de Guayaquil, en Gómez Rendon entre la 33 y 34 ava.	30
Figura 17 Inmueble, objeto de estudio.	31
Figura 18 Medidas de Especificación	32
Figura 19 Especificaciones en los ejes X, Y y Z	33
Figura 20 Asignación de materiales para análisis lineal	34
Figura 21 1. Columnas principales.	35

Figura 22 2. Columnas secundarias	35
Figura 23 3. Vigas	36
Figura 24 4. Losa Maciza.....	37
Figura 25 Modelación de la edificación	38
Figura 26 Empotramiento de bases, no se analizará cimentación solo infraestructura	39
Figura 27 CM (carga muerta)	40
Figura 28 CV (carga viva)	40
Figura 29 Cargas en zona de acción (representativa)	41
Figura 30 Masa sísmica	41
Figura 31 Periodo fundamental de vibración	42
Figura 32 Centro de masa y rigidez	43
Figura 33 Casos de carga.....	43
Figura 34 Distribución de fuerzas laterales en X	45
Figura 35 Distribución de fuerzas laterales en Y	46
Figura 36 Análisis dinámico para la estructura.....	49
Figura 37 Espectros de aceleraciones diseño.....	52
Figura 38 Espectros de desplazamientos diseño	52
Figura 39 Deformación por Carga muerta (caso general).....	54
Figura 40 Deformación unitaria en la zona de acción	55
Figura 41 Máxima distorsión encontrada en el eje X	56
Figura 42 Máxima distorsión encontrada en el eje Y	56
Figura 43 Máxima fuerza cortante en eje X	57
Figura 44 Máxima fuerza cortante en el eje Y.....	57

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1 Edificación de estudio	66
Anexo 2 Pared fisurada	67
Anexo 3 Pared fisurada 2	68
Anexo 4 Pared con fisura 3	69
Anexo 5 Agrietamiento en vertical 1	70
Anexo 6 Agrietamiento horizontal.....	71
Anexo 7 Agrietamiento vertical 2	72
Anexo 8 Pared interior del departamento	73
Anexo 9 Análisis de pared lado oeste	74
Anexo 10 Pared para el estudio	75
Anexo 11 Pared con fisuras 4	76
Anexo 12 Análisis de pared lado norte	77
Anexo 13 Muestra de paredes internas lado Sur	78
Anexo 14 Muestra de paredes internas lado Este.....	79

ABSTRACT

The present investigation refers to the seismic rehabilitation of a building by lining internally reinforced masonry walls. In our country, current regulations apply to new structures and not to existing structures that need to be repaired. In this sense, the minimum requirements for its analysis and design can be presented, thus proposing this technique for the lining of internally reinforced masonry walls.

Ecuador is located in an area of high seismic intensity because it is within the Pacific Ring of Fire and due to the subduction of the Nazca plate below the South American plate, Ecuador-Guayaquil has suffered severe structural damage in the last 20 years.

The building in which you are going to work, located in the southwest of the city of Guayaquil, has several flaws throughout the building, but in this study you will focus on the masonry, where it has been affected over the years. years, but the greatest damage that was done was in the earthquake of April 2016, which affected the walls of the different floors, causing them to crack, therefore the analysis will be carried out in this structure.

In chapter 1, the objective is to analyze the reinforcement of the building through software and, if it is used correctly, it is possible that the lateral resistances increase by 50%.

In chapter 2 there are studies that have been carried out in other theses, articles, which helped to see the relationship that exists between them with this study, also reformulate criteria that one has about the research that is being carried out.

Chapter 3 presents the methodological aspect that is used to carry out the investigation, the approach that is taken, the scope and an interview with the person who lives in the building that is being analyzed.

In chapter 4 you can see all the data that was analyzed from the building, in the same way you already have the results that were analyzed in the ETABS software, where at the end, with all the data collected and information provided, you can see the proposal raised.

Key words: Seismic rehabilitation, electro-welded meshes, confined masonry, dosage.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación se refiere a la rehabilitación sísmica de un edificio mediante encamisado de muros de mampostería reforzada interiormente, En nuestro país, la normativa vigente se aplica a estructuras nuevas y no a estructuras existentes que necesitan ser reparadas. En este sentido, se pueden presentar los requisitos mínimos para su análisis y diseño, proponiendo así esta técnica para el revestimiento de muros de mampostería reforzados interiormente.

Ecuador se encuentra en una zona de alta intensidad sísmica por encontrarse dentro del Cinturón de Fuego del Pacífico y debido a la subducción de la placa de Nazca por debajo de la placa Sudamericana, Ecuador-Guayaquil ha sufrido severos daños estructurales en los últimos 20 años.

El edificio en el cual se va a trabajar, ubicado en el suroeste de la ciudad de Guayaquil, presenta varias fallas en todo el edificio, pero en este estudio se va a enfocar en la mampostería, donde se ha visto afectado a lo largo de los años, pero el mayor daño que se hizo fue en el terremoto de abril del 2016, el cual, afectaron las paredes de las diferentes plantas, ocasionando que estas se agrieten, por ello el análisis se va a realizar en esta estructura.

En el capítulo 1 se enfoca en el objetivo que es analizar el reforzamiento del edificio mediante un software y en el caso de que este se use correctamente es posible que las resistencias laterales aumenten un 50%.

En el capítulo 2 se encuentra estudios que se han realizados en otras tesis, artículos, que ayudaron a ver la relación que existen entre ellas con este estudio, también reformular criterios que se tiene acerca de la investigación que se está llevando a cabo.

En el capítulo 3 se presenta el aspecto metodológico que se utiliza para llevar a cabo la investigación, el enfoque que se tiene, el alcance y una entrevista realizada a la persona que habita en el edificio que se está analizando

En el capítulo 4 se puede observar todos los datos que se analizaron del edificio, de la misma manera ya se tiene los resultados que se analizaron en el software ETABS, donde al final ya con todos los datos recopilados y información arrojada se puede observar la propuesta planteada.

CAPÍTULO I

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Tema:

Rehabilitación sísmica de un edificio mediante encamisado de muros de mampostería reforzada interiormente.

1.2 Planteamiento del Problema:

En nuestro país se tiene una normativa vigente que es aplicable a estructuras nuevas y no a estructuras existentes que requieren rehabilitación. En ese sentido podrían proponerse requerimientos mínimos para su análisis y diseño, presentando así esta técnica del encamisado de muros de mampostería reforzadas interiormente.

Existen muchas edificaciones sencillas que están conformadas por mampostería simple, mampostería confinada y mampostería reforzada, ejemplo de ellos son algunas viviendas, escuelas, iglesias y hospitales las cuales ante un evento sísmico estas están sometidas a aceleraciones laterales dando como resultado el daño o colapso de estructuras. Entonces podrían proponerse procesos constructivos y esquemas (planos) para la rehabilitación sísmica con esta técnica

Figura 1

Terremoto del 16 de abril del 2016, se puede observar el deterioro de los muros de mampostería.



Fuente: EL DIARIO.EC (2016)

El Ecuador está ubicado en una zona de alta intensidad sísmica por encontrarse dentro del cinturón de fuego del Pacífico y por el accionar de subducción de la Placa de Nazca debajo de la Placa Sudamericana, ante ello y en los últimos 20 años Ecuador – Guayaquil ha sufrido daños estructurales, el edificio unifamiliar que se va a estudiar esta ubicado en la calle Gómez Rendon entre la 33 y 34, este edificio que es de tres plantas se va analizar los daños sísmicos.

Ante la poca información para proceder a la rehabilitación sísmica de muros de mampostería, podría proponerse el uso de la colocación de mallas electrosoldadas colocadas en las caras de los muros incrementando su espesor transversal, para la rehabilitación de incrementar así sus resistencias laterales, así como su capacidad de deformación frente a eventos sísmicos. ¿Qué tan efectivo resulta el reforzamiento hecho con malla electrosoldada en el caso de muros de mampostería?

Así también tendríamos una contribución científica, podría desarrollarse una prueba experimental donde se compare el comportamiento ante cargas laterales de un muro de mampostería convencional y un muro de mampostería reforzado para el estudio del mismo.

1.3 Formulación del Problema:

¿Cuáles serían los resultados de aplicar esta técnica de encamisado de muros de mampostería reforzados interiormente a un edificio para su rehabilitación sísmica?

1.4 Objetivo General

Analizar el reforzamiento de un edificio mediante la técnica del encamisado de muros utilizando mallas electrosoldadas empleando el software ETABS.

1.5 Objetivos Específicos

- Calcular la capacidad de resistencia de un edificio que utilizará la técnica del encamisado de muros de mampostería reforzada interiormente.
- Evaluar el comportamiento de los muros de mampostería convencional y mampostería reforzada sometidas a cargas laterales.
- Contrastar la capacidad de la estructura ante un evento sísmico del edificio con y sin reforzamiento de los muros de mampostería.

1.6 Idea a Defender (investigaciones cualitativas o mixtas) / Hipótesis (investigaciones cuantitativas)

Si usamos correctamente esta técnica del encamisado de muros de mampostería reforzados interiormente en la rehabilitación sísmica de un edificio es posible que su resistencia sometida a cargas laterales se incremente en un 50%.

1.7 Línea de Investigación Institucional/Facultad.

Tabla 1

LINEA DE INVESTIGACION

Dominio	Línea institucional	Líneas de Facultad
Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de la construcción eco-amigable, industria y desarrollo de energías renovables.	Territorio, medio ambiente i materiales innovadores para la construcción	Territorio Materiales de construcción

Fuente: UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFIERTE (2023)

Elaborado por: Salazar, L y Yautibug, L. (2023)

La línea de investigación tiene como objeto de estudio, el dominio en la parte de urbanismo aplicando la tecnología de la construcción en la rehabilitación sísmica de un edificio mediante un encamisado de muros de mamposterías los cuales serán reforzados interiormente, por la línea institucional donde se usarán materiales innovadores para la construcción y a su vez la utilidad de un software donde se simulará al peso volumétrico aplicado en el muro, como el reforzamiento con malla y los movimientos sísmicos que afectarían a esta estructura.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Marco Teórico:

2.1.1 Rehabilitación sísmica de edificios de mampostería del patrimonio cultural con aisladores elastoméricos reforzados con fibras no adheridas (U-FREI): un caso de estudio

Patrimonio cultural con aisladores elastoméricos reforzados con fibras no adheridas (U-FREI): un caso de estudio.

En este artículo se observa que la evaluación que hace el autor de los comportamientos sísmicos de antiguas estructuras e históricas de mampostería estas son construcciones muy extendida en Italia como se aprecia en la figura 2 y por todo el mundo, también se realizan análisis lineales y no lineales estudiando los métodos tradicionales de rehabilitación, como la colocación de diafragma rígidos, aisladores elastoméricos, y tener una notable mejora de las capacidades de respuesta sísmica de la estructura. (Pauletta, Di Luca, Ruso, & Fumo 2018) argumentaron que, estas son evaluadas de acuerdo a su tipo A (con un diafragma que conecta la parte superior de solo los muros de mampostería que cierran el área de entrada) y tipo B (diafragma que conecta la parte superior de todos los muros de mampostería), estas previenen el mecanismo de colapso para así se permita soportar sismos con períodos de retorno de 19 y 37 años, respectivamente.

Figura 2

Comportamiento estructural, Italia Iglesia privada del siglo XVII conocida como Oratorio de Villa Lippomano.



Fuente: Pauletta, M. (2018)

2.1.2 Modernización sísmica de muros URM de carga con refuerzo colocado internamente y láminas de FRP adheridas a la superficie

En esta tesis (SABRI, 2020) analiza componentes experimentales y analíticos en la búsqueda de nuevos sistemas de rehabilitación sísmica para muros de mampostería no reforzados. El componente experimental incluye el diseño, construcción, y las pruebas de muros de mampostería aplicándose cargas. Desarrollando tipos de enfoques de reacondicionamiento, estas involucran el refuerzo de las paredes para resistencia y deformabilidad. Uno de enfoque involucra el uso de refuerzo de acero corrugado ordinario como refuerzo agregado internamente para lograr el comportamiento de la mampostería reforzada. Otro enfoque implica el uso de tendones de pos tensado colocados internamente para lograr el comportamiento de la mampostería pretensada. Estos son analizados con pruebas de laboratorio y modelos informáticos. Los resultados son llevados para el diseño de reacondicionamiento para las nuevas técnicas desarrolladas, mientras se utilizan las disposiciones sísmicas del Código Nacional de Construcción de Canadá y los estándares de materiales CSA relevantes.

2.1.3 FICHA COMPARATIVA DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL MORTERO REFORZADO CON FIBRAS DE ACEROS EN DIFERENTES TIPOS DE MAMPOSTERÍA UTILIZADOS EN EDIFICACIONES DE ESTRUCTURA METÁLICA SOMETIDOS A EFECTOS SISMICOS.

En esta tesis (Lavayen, F y Tigua, D. 2020) brindada por la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil por estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil, analizan los eventos causados por efecto de sismos, vientos y componentes mal utilizados donde tienen como finalidad la conglomeración de varios elementos (fibras de acero, mortero) probando así calidad, resistencia, del mortero que se utilizaran en la mampostería acudiendo a varios ensayos con resultados favorables y no favorables, donde sus resultados son visibles en tablas, en pero a la misma vez descubriendo varias ventajas y desventajas las cuales se analizaran para brindar así conocimientos a todo aquel que consulte esta tesis.

2.1.4 MANUAL DE INTERVENTORÍA TÉCNICA PARA EDIFICACIONES EN MAMPOSTERÍA PARCIALMENTE REFORZADA.

El estudio de (PARRA & VANEGAS, 2018) vemos las técnicas que aplicaron los autores para edificaciones de mampostería parcialmente reforzada cumpliendo con las normas sismo-resistente Colombianas, analizan cada procedimiento de sistema constructivo estas deben ser supervisadas por un ente regulador con la finalidad de brindar garantías siendo motivo de estudio para todo público relacionado con la construcción, ofreciéndose un Manual constructivo que brinda líneas bases en la supervisión de obras, en el proceso de la creación del manual trabajan con diferentes materiales, instrumentos, tablas y métodos para la creación de la misma.

Figura 3

Construcción de muro de mampostería parcialmente reforzada, diseño más utilizado en obras de albañilería.



Fuente: Parra, C y Vanegas, E. (2018)

2.1.5 VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES EXISTENTES DE UNA ZONA URBANO – RESIDENCIAL EN ANCONCITO, ECUADOR.

En esta tesis (Vargas, Arroyo, & Campos, 2018) dice que, por desconocimiento de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC - 2015), por parte de pobladores en las Zonas 3 de nuestro litoral específicamente Anconcito – Ecuador y a su vez la falta de planificación en el entorno urbano a generado que la población implante sus viviendas en lugares de alta vulnerabilidad sísmica.

Históricamente el Ecuador ha sido afectado por terremotos que han generado grandes pérdidas humanas y materiales tales como el terremoto en la Provincia de Esmeraldas de 8.8Mw el 31 de enero de 1906, terremoto en la Provincia del Guayas el 13 de mayo del 1942 de Magnitud 7.9Mw, y el terremoto en la Provincia de Manabí del 16 de abril del 2016 con Magnitud 7.8Mw, estos dos últimos eventos tienen similares características de daños cosísmicos (Chunga et al., 2016)

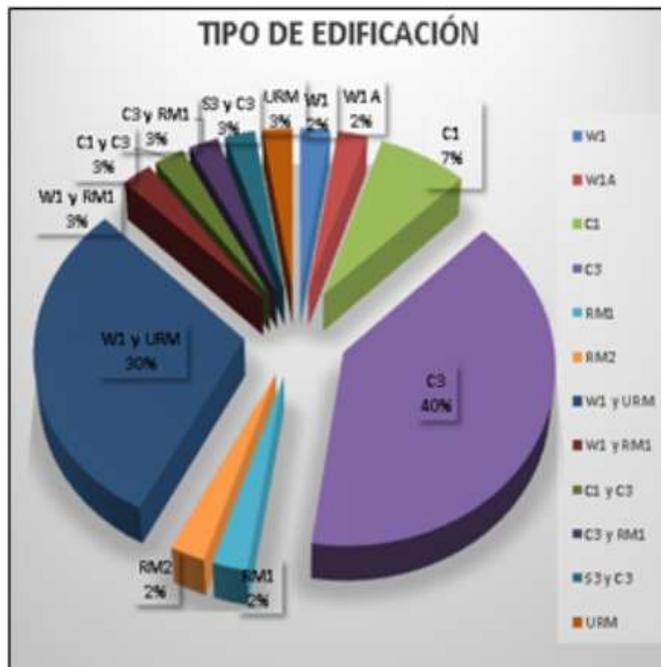
Ecuador está ubicado en la zona de alta intensidad sísmica y en el sector de Anconcito, se toma en cuenta la acción de subducción de la Placa de Nazca debajo de la Placa Sudamericana que es esencialmente ortogonal y se hunde entre 25° y 35°, siendo discontinua a una profundidad de 200Km (Ortiz, 2013).

En este artículo científico los autores han desarrollado una metodología llamada FEMA P-154 (clasifican los edificios que inspeccionan en dos categorías, los que tienen una resistencia sísmica aceptable y los que son peligrosos sísmicamente) esta le brinda a la población la situación de riesgo actual de las viviendas unifamiliares tomando en cuenta la vulnerabilidad de sus estructuras.

Teniendo en cuenta resultados muy desfavorables como muestra la figura 4, concluyendo que el estado actual de la zona no cumple con los índices de seguridad ante un eventual sismo de magnitud mayor o igual a 8 en la escala de Richter.

Figura 4

Resultados los de tipos de edificación Anconcito - Ecuador



Fuente: Vargas, E. (2018)

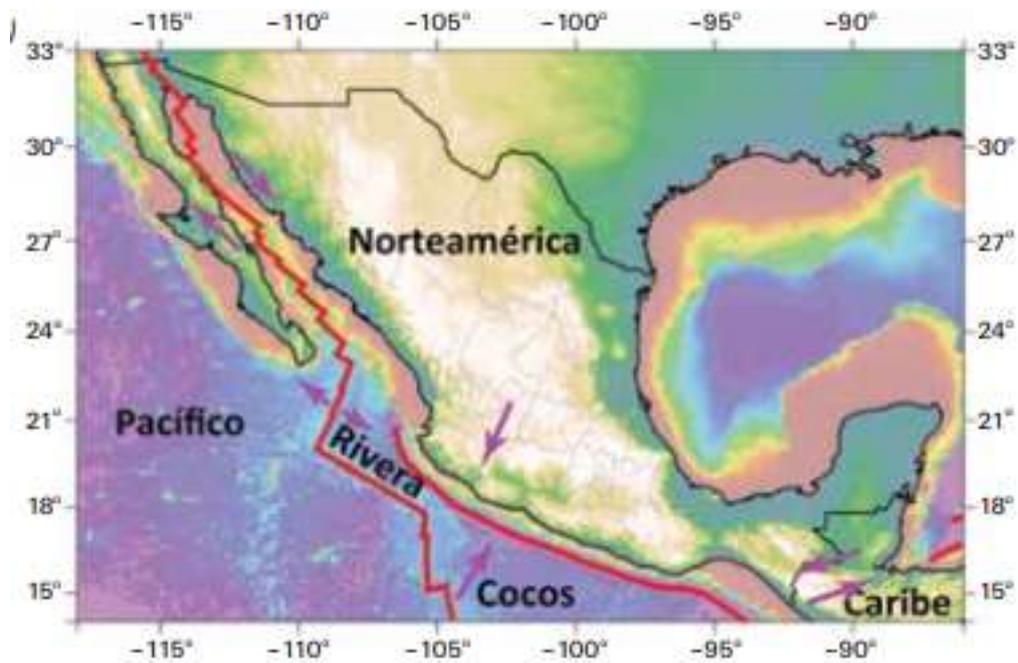
2.1.6 LOS SISMOS, OCURRECIA Y MEDICION

Para (Espíndola Castro Víctor Hugo y Pérez Campos Xyoli, 2018) en su artículo escribe que los sismos en la antigüedad, nuestros antepasados con los eventos ocurridos como temblores eran de gran incertidumbre para la época, causando miedo y desconocimiento de tales eventos. Al pasar los años ha ido tomando forma y espacio una ciencia que descifra tales acontecimientos como es la Sismología, una de las primeras aportaciones se dio con el sismólogo inglés Richard Oldham en 1906 dando apertura al estudio del núcleo terrestre, en 1936 la sismóloga danesa Inge Lehmann aporta con el estudio de la propagación y velocidad de las ondas sísmicas en el interior de la Tierra y en 1935 el estadounidense Charles Richter había establecido una fórmula para obtener la magnitud y cuantificar el tamaño de un sismo.

Los sismos son el resultado de la acumulación de los esfuerzos dentro de las placas tectónicas, donde las placas chocan entre sí de acuerdo a sus movimientos un ejemplo es, “La placa de Norteamérica, con movimiento hacia el sureste, y la placa de Cocos, con movimiento al noreste, y cuyos límites han dado lugar a una zona de subducción” como se aprecia en la figura 5.

Figura 5

Movimiento de placas “Las líneas rojas delimitan las placas y las flechas moradas indican el movimiento relativo entre ellas.



Fuente: Espíndola, V y Pérez, X. (2018)

Todos los desplazamientos entre placas o perturbaciones, es una antesala a lo que hoy se conoce como sismos, estas acumulan gran energía sísmica a las que hacen presente las réplicas “Los temblores se originan por movimiento, fricción y deformación de las placas tectónicas. El primero provee energía, el último la almacena”.

2.1.7 ESTRUCTURAS APORTICADAS DE HORMIGÓN ARMADO QUE COLAPSARON EN EL TERREMOTO DEL 16 DE ABRIL DE 2016 EN TABUGA-ECUADOR.

Para (LARA M, 2018) en este artículo investigativo se ha realizado un estudio de las causas estructurales por las cuales colapsaron varias estructuras tras el sismo de magnitud 7.8 Mw ocurrido el pasado 16 de abril del 2016, en las cuales de acuerdo a lo planteado y tras la información recolectada se logró conocer varios procesos constructivos mal aplicados desde la utilización de materiales no adecuados, desconocimiento de las Normas Ecuatorianas de la Construcción, estudios de suelo, efectos que producidos por la fuerza cortante en las bases de las columnas, por la falta de anclaje en sus cimentaciones, etc, en la zona de Tabuga- Ecuador.

“Ecuador es un país con una sismotectónica particular al encontrarse ubicado dentro del cinturón de fuego del Pacífico, lugar donde se libera el 90% de la energía sísmica del planeta que frente a sus costas la Placa Oceánica de Nazca subducta de forma oblicua bajo la Placa Continental Sudamericana. (Lara M; Aguirre H; Gallegos M 2018). Siendo la provincia de Manabí y Esmeraldas las más afectadas y, en la zona de Tabagu se desarrolló el respectivo estudio del caso, utilizando el método de evaluación visual se determinó que es su mayoría se coincidió que un 80% las estructuras eran porticadas y muy vulnerables a sismos de gran magnitud y con esta investigación va ayudar a futuras construcciones de esta zona.

2.1.8 REHABILITACIÓN Y REPARACIÓN SÍSMICA DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA USANDO MALLA ELECTROSOLDADA EN EL DISTRITO DE VENTANILLA.

Para (MARAVI R, 2021) En esta tesis de investigación veremos la aplicación de varios elementos adyacentes a otros para así comprobar su resistencia, vida útil, capacidad a esfuerzos cortantes, esfuerzos laterales, esfuerzos a compresión, esfuerzos a tracción etc. Para la rehabilitación de viviendas ubicadas en el distrito de Ventanilla.

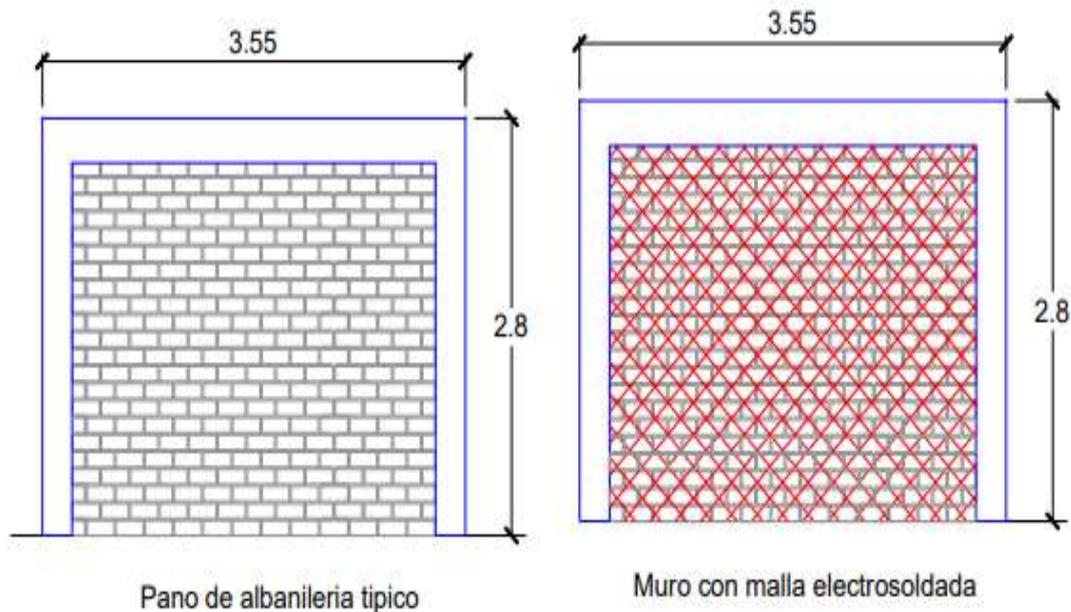
Uno de los elementos que se va a hacer énfasis en esta investigación es la colocación de mallas electrosoldadas en ambas caras adheridas con anclaje firmemente.

Basándose en la metodología del análisis numérico para comprobar el comportamiento mecánico de dichos elementos, arrojando resultados donde se puede observar que la malla electrosoldada incrementa su rigidez y resistencia lateral en los muros de albañilería, su rigidez se incrementa hasta en un 50 % logrando así un buen nivel ante eventos sísmicos con respecto al nivel mostrado antes del reforzamiento pasando a un nivel de seguridad de vida.

Dentro de esta investigación se realizaron ensayos, utilizando curvas de desplazamiento para comprobar su mecanismo y comportamiento, las mallas serán colocadas diagonal al muro de albañilería panderete confinada formando un ángulo de 45 grados con la horizontal.

Figura 6

Reforzamiento de muros de albañilería panderete confinada usando malla electrosoldada.



Fuente: Maravi, R. (2021)

2.1.9 DISEÑO SISMO RESISTENTE, CON INSTALACIONES DE SERVICIOS BÁSICOS, DE UNA EDIFICACIÓN DE DOS PLANTAS EN EL SUBURBIO OESTE DE GUAYAQUIL.

Para (Peñaherrera C, 2019) en este documento que es una tesis válida para la obtención del título de Ingeniero civil, se ha realizado un estudio para la edificación estructural sismo resistente de una iglesia evangélica ACyM Peniel ubicada en el sureste de Guayaquil, para sus especificaciones de construcción se guiaron de las normas establecidas, una de ellas la NEC (norma ecuatoriana de la construcción), para perfiles y columnas de acero AISC (Instituto Americano de la construcción en acero), con una resistencia a la fluencia del acero $f_y=4200$ kg/cm, un $f'_c=210$ kg/cm² de resistencia a la compresión del concreto y con todos los permisos de ordenanza municipal.

En el proceso constructivo se realizaron varios ensayos, desde estudios de suelo (plasticidad, compresión, elasticidad etc.) antes de la construcción se le presento a los dueños del proyecto dos alternativas constructivas, decantándose por una de ellas, uno de los materiales con mayor frecuencia en el proyecto es, el acero con el cual se ha realizado columnas y vigas este material, se lo utilizo por las grandes

ventajas que presenta (mayor luces entre columnas, material adecuado para terrenos con poca capacidad portante) ya que este proyecto está asentado sobre suelo blando tipo E según la clasificación SUCS.

Figura 7

Vista en sección Corte 1, Iglesia evangélica ACyM Peniel, alternativa estructural considerada.



Fuente: Peñaharrera, C. (2019)

2.1.10 EL TERREMOTO 19S EN MORELOS: LA EXPERIENCIA OPERATIVA DEL INEEL EN LA EVALUACIÓN DEL RIESGO ESTRUCTURAL.

Para (GARCIA J, HERNÁNDEZ U, BERMÚDEZ F, 2018) en su evaluación de riesgo estructural en México, al igual que otros países de América está en la zona de más recurrencia de actividad sísmica, (zona de subducción) y en especial la zona de Morelos, en esta es donde abunda las construcciones en mampostería con adobe, mampostería simple, diseños con columnas cortas, pórticos no reforzados etc. con el terremoto de 19 de septiembre del 2017 que causo grandes daños catastróficos recobrando más de 23000 inmuebles afectados también por la falta de aplicación a los reglamentos de construcción establecidos evidencio la vulnerabilidad de esta zona.

Dentro de los daños y perdidas investigados por el Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias (INEEL) se inspecciono y se puedo observar los daños en los muros de carga, daños en los muros de mampostería simple, producto de la autoconstrucción en zonas de bajo nivel socioeconómico, así también en los lugares de más movilidad económica donde estructuras de varios nivel también

sufrieron daños en su mayoría se vio afectado su mampostería, así también lugares alejados del epicentro sufrieron agrietamientos tanto en paredes y columnas (muros fallando por carga cortante) como se muestra en la figura 8.

Figura 8

Mampostería con falla por cortante en el estado de Morelos.



Fuente: Garcia, J. (2018)

Algunas escuelas se vieron afectadas por los daños en columnas debido al efecto de columna corta, ese mismo patrón se vio en iglesias, viviendas, edificios históricos etc. en este caso se hizo uso de la tecnología para tener más alcance (uso de drones), y poder observar los lugares con más daños. Con esta investigación se espera llegar a la toma de conciencia de la población y no pasar por alto las normas y reglamentos constructivos, creando estructuras sismorresistentes.

2.1.11 ANÁLISIS DE DAÑOS PRESENTES CAUSADOS POR EL SISMO 2016 EN LA ESTRUCTURA DEL EDIFICIO MUNICIPAL DE ESMERALDAS

En esta tesis de titulación el alumno (ANDRADE GONZALES, 2023) de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte, se presentan los daños ocasionados por el último sismo de gran magnitud en Ecuador, de 7.8Mw en la escala de Richter, afectando en su mayoría a zonas costeras y una de ellas en la ciudad de Esmeraldas y, específicamente el edificio municipal de Esmeraldas ubicada en las calles Bolívar y 9 de Octubre, evidenciándose colapsos de muros de mampostería, agrietamiento y deterioro de columnas de concreto, falta de mantenimiento al edificio y el de pérdidas humanas.

En ella se detalla también un posible análisis estructural para la rehabilitación sísmica del edificio en esta se dispone el uso adecuado de las normas de construcción antisísmica (NEC-SE-DS) y dependiendo de los materiales acompañado de la utilidad correcta se desarrolla dichas reparaciones.

Figura 9

Colapso del muro de mampostería reforzada del edificio Municipal de Esmeraldas.



Fuente: Andrade, G. (2023)

2.1.12 PREVENCIÓN EN EDIFICACIONES

Según (Global Earthquake Model Foundation, 2022) en este sentido, el riesgo sísmico de las zonas urbanas y rurales depende en primer lugar de la evaluación de la amenaza sísmica de las edificaciones existentes, expresada como la intensidad y frecuencia de futuros sismos, y los posibles daños a edificaciones y estructuras. Para determinar el nivel de riesgo, realizar una evaluación como base para la toma de decisiones e implementar medidas para reducir las pérdidas económicas, ambientales y sociales en el territorio, para ello es necesario conocer previamente las cargas sísmicas que el sitio se someterá a través de la ejecución de estudios técnicos.

2.1.13 SISMOGRAFO, COMO FUNCIONA

Para (Wielandt, et al., 2021) el obtener información de las observaciones se requiere el uso de sismógrafos, instrumentos altamente sensibles que miden la dependencia del tiempo de los desplazamientos del suelo. El principio básico de su funcionamiento es la inercia, en este caso una masa unida verticalmente a unos muelles y colocada en una estructura que está conectada al suelo y capta las vibraciones que se producen. Usando los principios de la propagación de ondas, es posible examinar la fuente de vibraciones y usar esto para determinar parámetros para calcular todo tipo de estructuras a construir.

Figura 10

El sismógrafo el cual monitorea el cual monitorea en el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional.



Fuente: Salazar, A (2023)

2.1.14 LOS TERREMOTOS

Para (Casas, 2019) los terremotos pueden ocurrir de muchas maneras. Las placas tectónicas se mueven de diferentes maneras: pueden chocar, por lo que una placa se empuja hacia arriba o hacia abajo, o ambas placas se empujan hacia arriba. En muchas partes del mundo, las personas se ven amenazadas regularmente por terremotos. La mayoría de los terremotos son tan pequeños que solo los equipos de medición sensibles pueden detectarlos, pero a veces la tierra se sacude tan violentamente que grandes extensiones de tierra quedan en escombros y las personas se quedan sin hogar.

El término terremoto puede verse como sinónimo de terremotos, ya que el movimiento producido por la liberación de energía forma ondas sísmicas y puede viajar tanto dentro de la Tierra como en su superficie. Cuando se trata del interior, también se le llama epicentro; cuando se trata de la superficie, también se le llama epicentro.

2.1.15 AFECTACIÓN DE LOS SISMOS EN LAS INFRAESTRUCTURAS.

Para (Giménez, et al.,2019) las infraestructuras han sido consideradas la columna vertebral de las sociedades y economías durante siglos, juegan un papel vital en el logro de la prosperidad y la sostenibilidad de las economías y sociedades del mundo. Los sistemas de transporte, las escuelas y los hospitales son algunas de las infraestructuras que deben cumplir con los estándares de construcción de capital, ya que desempeñan un papel vital en el mantenimiento de la seguridad nacional y en el apoyo a la recuperación de cualquier país durante y/o después de un desastre natural. Sin embargo, los terremotos se consideran uno de los peligros geofísicos más destructivos que pueden afectar y paralizar los sistemas de transporte.

2.1.16 ACCIÓN DE LOS SISMOS, EN EDIFICIO DE DOS PLANTAS Y ESTUDIO DEL TIPO DE AGRIETAMIENTO.

Para (Lulić et al., 2021) En un evento de magnitud, se evidencia que, en áreas de la cimentación conectadas a la corteza, en la superficie, columnas, vigas, muros de confinamiento, losas, bóvedas, escaleras, dejaron grietas en secciones verticales, resultando en daños masivos a la estructura. El impacto se daña en diagonal, ya que el movimiento más fuerte se obtiene de los impactos verticales. Las grietas, si no se corrigen a tiempo, pueden provocar la pérdida de estabilidad y causar más daños. Afortunadamente, tienen pequeñas grietas y se encuentran tanto en acabados de estuco como de mampostería. Se realizaron pruebas de resistencia de mampostería, se dio como remate las fisuras internas del piso inferior y primer piso, las fisuras internas del segundo piso fueron pequeñas, además se utilizó el método push-and-push lo que permitió la validación del análisis lineal utilizado en materiales no validados.

2.1.17 TIPOS DE MAMPOSTERÍA

Según (Cementos Cibao, 2018) existen diversidad de mampostería las cuales son:

Mampostería en seco

Para este tipo de mampostería no utiliza ningún mortero, está construida a base de piedra o ladrillo, a priori se escogen los mampuestos uno a uno logrando una estabilidad en su construcción.

Mampostería con piedra

Este tipo de mampostería suelen ser piedras labradas también conocidas como sillería o canteadas también conocidas como escombros, en ambos casos a la hora del trabajarlas se suele colocar uniformemente cuidando el enlace entre sus secciones.

Mampostería con ladrillo

Este tipo de mampostería es el más utilizado en la construcción de edificaciones que contengan carga muerta y carga viva, estos son mampuestos prefabricados, a la hora de su colocación pueden ir en forma vertical u horizontal, este mampuesto suele trabajarse con mortero.

Figura 11

Muro de mampostería, colocadas uniformemente con mampuestos de diferentes secciones.



Fuente: Cementos Cibao (2018)

2.1.18 MAMPOSTERÍA SIMPLE

Para (ARKIPLUS, 2023) La mampostería simple, es básicamente mampostería no reforzada, en Ecuador este tipo de material es muy utilizado sobre todo en zonas suburbanas donde se aplica mucho la autoconstrucción, estos tipos de estructuras son muy vulnerables a los eventos sísmicos llegando a dañarse.

La mampostería simple es aquella donde no se introduce ningún refuerzo extra, con estos elementos se levantan muro o fachadas, adaptándose a grades alturas.

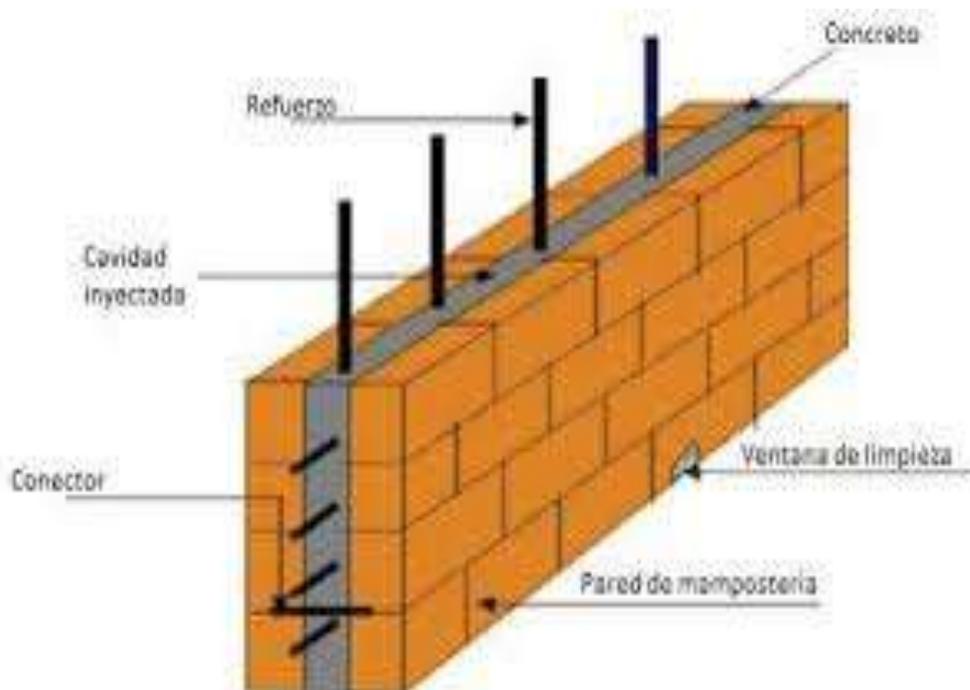
2.1.19 MAMPOSTERÍA ARMADA

Para (Flores, 2020) la mampostería armada consiste en unidades de bloque con perforaciones verticales, el extremo de la mampostería debe colocarse con refuerzo vertical interno y armadura, que debe rellenarse con mortero de relleno, solo el espacio ocupado por las varillas puede ser utilizado para disipar energía. Garantizado en caso de sismos moderados.

Para (Valdivieso, H. 2021) la mampostería se ha utilizado durante varios años, en una variedad de formas y con diferentes materiales, y actualmente el sistema es más utilizado en países con una larga historia o menor desarrollo tecnológico.

Figura 12

Muro de mampostería armada con sus partes que la componen.



Fuente: Librería del Ingeniero (2020)

2.1.20 COMPORTAMIENTO DE MAMPOSTERÍA

Para (Chiriboga, 2019) el comportamiento de la mampostería estructural por lo general depende de la relación de aspecto, es decir entre su altura y longitud h_w/L_w , este cociente define un diseño de combinación de acciones: carga axial, momento flector y cortante, para una única acción principal. Para evitar fallas en las paredes de mampostería, los requisitos mínimos de diseño se determinan como la cuantía mínima de refuerzo, el buen detallamiento del refuerzo, si no, se podrían presentar unos patrones de agrietamientos.

2.1.21 CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES DE LA MAMPOSTERÍA

Las propiedades mecánicas de la mampostería dependen de las características de los materiales que la constituyen, así como también de la mano de obra interviniente. Por eso, se llevó a cabo un extenso programa de ensayos sobre unidades de mampuesto y mortero. Se observó una variabilidad importante de los resultados tanto en los mampuestos como en el mortero.

2.1.22 CARACTERÍSTICAS DE LAS MALLAS ELECTROSOLDADAS

Según (Adelca, 2023) las varillas corrugadas o lisas que tiene características físicas y mecánicas ortogonalmente soldadas, formando entre ellas cuadrados regulares, son de diferentes áreas transversales, las más usadas en Ecuador para la construcción son la de 8 - 10 y 12 mm, son usadas en muros de contención, plintos, losas alivianadas etc.

Figura 13

Tipo de mallas con sus denominaciones.

TIPO DE MALLA	DENOMINACIÓN	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Peso
		Ø mm	Ø mm	cm	cm	Unidades	Unidades	kg.
	8-15 AS	8	8	15	15	16	42	79,230
	8-20 AS	8	8	20	20	12	31	58,951
	10-15 AS	10	10	15	15	16	41	123,800
	10-20 AS	10	10	20	20	12	31	92,116
	12-20 AS	12	12	20	20	12	31	132,640

Dimensión del Panel 2,40m de ancho por 6,25m de alto = 15m²

Fuente: Adelca (2023)

2.1.23 MORTERO

El mortero utilizado en la ejecución de juntas horizontales y verticales de los diferentes especímenes se dosificó de acuerdo con el reglamento INPRES-CIRSOC 103, en función de obtener una resistencia mínima a compresión a los 28 días de 5 MPa (mortero Tipo N). Las características mecánicas del mortero para los tipos de paneles I y II se determinaron mediante ensayos de compresión uniaxial y flexión según norma IRAM 1622 (Figura 14). Los resultados se presentan en la Tabla 2. Dentro de los especímenes tipo I se distinguen dos morteros de características mecánicas muy similares: a) y b). Los valores de resistencia última corresponden al promedio de 20 mitades de probetas de 40x40x160 [mm³] para los especímenes tipo I y 20 para los paneles tipo II. En la

Figura 14

Muestras del modo de falla del mortero



(a)

(b)

(c)

Nota: Determinación de las características mecánicas del mortero (a) Ensayo de compresión uniaxial; (b) Ensayo de flexión; (c) Modo de falla.

Fuente: Borleti (2023)

Tabla 2

Características mecánicas del mortero

Propiedades	Mortero (tipo I)		Mortero (tipo II)
	(a)	(b)	
Módulo de Elasticidad E (MPa)	3380	4312	1528
Resistencia última a compresión, (MPa)	6.73	7.72	4
Módulo de rotura característico a flexión (MPa)	2.83	2.83	2.65
Coefficiente de Poisson,	0.21	0.21	0.21

Elaborado por: Salazar, L y Yautibug, L. (2023)

2.1.24 SOFTWARE DE CÁLCULO

Según (CSISPAIN, 2023) para el análisis estructural de edificaciones en una obra civil, esta se convierte en la parte mas importante en un proyecto de construcción, esta asegura la resistencia, las cargas y acciones a la cual estará sometida una estructura en proyectó. Por esa razón en la actualidad todo proyecto de cálculo estructural empieza con la utilización de programas informáticos facilitando grandes operaciones. Por tanto, el conocimiento y manejo del software se hacen necesario para la introducción en esta rama de la ingeniería, se conoce en este campo muchos de ellos, algunos con más ventajas que otros.

2.1.24.1 ETABS v21

El software ETABS v21 según (CSISPAIN, 2023) es un dimensionamiento de análisis estructural que cubre todos los pasos y niveles de los procesos de un edificio. Esta cuenta con la capacidad de seguir un modelamiento general, permitiendo la creación y generación del edificio. Los resultados son expresados mediante imágenes en 3D, análisis lineales y no lineales, en esta versión se puede gestionar varios edificios a la vez, la armadura detallada de vigas, losas, pilares y muros ahora se puede exportar de ETABS a Autodesk® Revit® a través del plugin CSiXRevit 2023 para Revit 2023.

En el diseño de losas analiza la deformación de losas fisuradas (a corto y largo plazo).

Contiene las cargas de viento automático, las cargas de sismos automático y la función de espectros.

Contiene diseño de estructuras metálicas y diseño de pilares mixtos en la sección de fisura se incluyen tabla de base de datos.

El estado de cortante del material no lineal y la salida del estado de las rótulas plásticas generales de muros están ahora disponibles en las tablas de la base de datos, en la visualización de la deformada y en la salida de comprobación de desempeño informes y diseños esquemáticos compresibles e innovadores.

2.2 Marco Legal:

En el marco de las leyes en la constitución de la república del Ecuador, según los lineamientos establecidos, la Norma Ecuatoriana de la Construcción “NEC” es impulsada por la Subsecretaría de Hábitat y Asentamientos Humanos del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI). Su principal objetivo es actualizar el Código Ecuatoriano de la Construcción (2001), con la finalidad de que se regulen los procesos que permitan cumplir las exigencias básicas de calidad y seguridad en todo tipo de edificaciones, por consiguiente, las características del proyecto, la construcción, el mantenimiento y el uso, especificando los parámetros, procedimientos y objetivos:

- La norma ATC-40 Para la evaluación de estructuras existentes,
- NEC-SE-DS peligro sísmico, diseño sísmico resistente
- NEC-SE-RE peligro sísmico, evaluación, rehabilitación de estructuras
- NEC-SE-HM estructuras de hormigón armado
- NEC-SE-MP: Mampostería Estructural
- Lineamientos especificados en la NECSE-RE.
- La aprobación de planos es un proceso de carácter opcional y este permite conocer si el proyecto arquitectónico cumple con las normativas aplicables.
- DUAR y OPLAN-G a fin de determinar su clasificación y, o condición de edificabilidad aplicables.
- Si se tratare de modificaciones a las condiciones de ordenamiento, que implicarán cambios a las normas relativas al tipo de edificación admisibles, sea en los retiros o en general al coeficiente de ocupación del suelo (COS), el informe incluirá un análisis de la volumetría de los edificios existentes en la manzana del caso y de los ubicados en la manzana frentista al predio del caso, de acuerdo a los indicadores que constan en el Art. 31 de esta ordenanza.

Los requisitos establecidos en el NEC serán obligatorios a nivel nacional, por lo que todos los profesionales, empresas e instituciones públicas y privadas están obligados a cumplir e implementar los requisitos establecidos para cada capítulo prospectivo.

De esta forma, los proyectos de construcción y los procesos de construcción deberán cumplir con las condiciones o parámetros especificados en las normas de construcción ecuatorianas y las normas locales, emitidas por los diferentes gobiernos

autónomos municipales descentralizados, los cuales deberán cumplir con las normas, ejerciendo las competencias especificadas por COOTAD (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2018).

INSTITUTO AMERICANO DEL CONCRETO (ACI 2011)

Esta norma regulariza Metodología según la normativa ACI-2011 que describe el diseño de mezcla usado en la elaboración del hormigón objeto de estudio. Este diseño de mezcla con relación agua/cemento de 0,46 es muy empleado en la construcción de estructuras costeras del Ecuador, principalmente en la provincia de Manabí.

- ACI 201, “Durabilidad del Hormigón”
- ACI 224.1 R, “Causas, evaluación y reparación de grietas en estructuras de hormigón”
- ACI 228.1 R, “Métodos en sitio para determinar la resistencia del hormigón”
- ACI 364 R, “Guía para la evaluación de estructuras de hormigón antes de la rehabilitación”

MALLAS ELECTROSOLDADAS SISMORESISTENTES

Normas técnicas regularizada para la elaboración de trabajos utilizando las mallas electrosoldadas.

NTE INEN 2167 (ecuatoriana) Varilla con resaltes de acero de baja aleación, soldables, laminadas en caliente y/o termo-tratadas para hormigón armado.

MALLAS ELECTROSOLDADAS TREFILADAS

Normas Técnicas:

NTE INEN 2209 (Ecuatoriana) Malla Electrosoldada para refuerzo hormigón, elaboradas con alambres de acero conformados en frío.

ASTM 185 (Americana) Malla Electrosoldada Lisa para hormigón armado.

ASTM 497 (Americana) Malla Electrosoldada para hormigón armado.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Enfoque de la investigación

El enfoque de esta investigación es mixto debido a que, para el enfoque cualitativo, los autores examinaron varias características visibles de la edificación unifamiliar ubicada objeto de estudio, mientras que para el enfoque cuantitativo se determinarán patrones para la evaluación de la rehabilitación física que permitieron con la inclusión de la malla electrosoldada en el encamisado de muro de mampostería.

3.2 Alcance de la investigación

En esta tesis el estudio será correlacional, debido a que se va a asociar entre dos variables, en el programa ETABS v21 en cómo afectan los sismos a una edificación y cómo afectaría los mismos a una edificación reforzada con malla electrosoldada. Finalmente, el estudio se utilizará para establecer unos valores aproximados en la diferencia de ambas simulaciones.

3.3 Técnica e instrumentos para obtener los datos:

Para la realización de esta investigación, los daños causados por los sismos en el edificio unifamiliar afectando la mampostería se recolectarán datos con las siguientes técnicas:

Tabla 3

Técnicas en instrumentos

Técnicas	Instrumentos
Observación	Guía de Observación
Estudio de caso	Guía de trabajo
Entrevista	Información de zona estudiada

Elaborado por: Salazar, L y Yautibug, L. (2023)

3.4 Población y muestra

En esta investigación la población que se va a estudiar es en la parroquia Febres Cordero, en la cual hay algunas edificaciones que se han visto afectada por sismos; sin embargo, la muestra que se va a estudiar es el de un edificio unifamiliar, en la cual el edificio de tres plantas, siendo la tercera planta un penthouse, la segunda y primera planta son habitadas por la familia de la señora Nancy Paola Ortega López (propietaria del edificio unifamiliar), este edificio presenta agrietamientos en los muros de mampostería, causada por los sismos ocurridos en los últimos tiempos.

Tipos de Muestra en investigación cualitativa

- Evidencia visible en zona
- Muestreo para la presentación y demostración de evidencias

3.5 Presentación y análisis de los resultados

3.5.1 Identificación de daños

Las lesiones evidentes muestran los diferentes fallos que la estructura ha obtenido en el transcurso de los años, después de la ocurrencia del sismo:

- Colapso de estructura
- Rotura de columna
- Rotura de muro
- Grietas de muro
- Grietas cuarteaduras

Figura 15

Formulario: Evaluación rápida de vulnerabilidad sísmica de edificaciones

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES						
PARED ESCALERA - PLANTA BAJA						
	Datos de Edificación:					
	Nombre de la edificación: Inmueble					
	Dirección: Gómez Rendón entre la 33 y 34 ava.					
	Fecha de evaluación: 11/07/2023			Tipo de uso: 40		
	Año de construcción: 1986			Año de remodelación: 2017		
Área construida: 76.275 M2			Número de pisos: 1/3			
TRIOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL						
Madera	W1	XXX				C2
Mampostería sin refuerzo	URM					
Mixta acero- hormigón o mixta madera-hormigón	MX	XXXXX				C3
PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTALES FINAL S						
Tipología del sistema estructural	W1	URM	MX	C2	C3	Promedio
Puntaje Básico	4.4	1.8	1.8	2.8	1.6	0.2
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN						
Baja altura (menor 2 pisos)	0	0	0	0	0	
Mediana altura (2 a 3 pisos)	N/A	N/A	0.2	0.4	0.2	
Gran Altura (mayor 3 pisos)	N/A	N/A	0.3	0.8	0.3	0
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN						
Irregularidad Vertical	1	1	1	1	1	1
Irregularidad en Planta	1	1	1	1	1	1
CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN						
Pre- código (construido antes de 1989)	0	-0.2	-1.2	-1	-0.2	-0.1
Construido en etapa de transición (1999-2003)	0	0	0	0	0	
Post código moderno (construido a partir de 2003)	1	N/A	1	2.4	1.4	
TIPO DE SUELO						
Tipo Suelo C	0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	
Tipo Suelo D	0	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	
Tipo Suelo E	0	-0.8	-1.3	-0.8	-0.8	-0.1
PUNTAJE FINAL, S						0.2
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA						
S<2.0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial	X			Firma responsable de evaluación:	
2.0>S>2.5	Media vulnerabilidad					
S>2.5	Baja vulnerabilidad					
OBSERVACIÓN: Los daños presentados, son la mampostería agrietada por múltiples eventos sísmicos y se encuentra en la a s e g u n d a planta de la estructura.						

Elaborado por: Salazar, L y Yautibug, L. (2023)

3.6 Entrevista

1. ¿De qué forma ha sido afectado el inmueble a causa de los sismos suscitados a partir del año 2016?

Después del terremoto en abril del 2016, en la edificación algunas paredes se agrietaron, en ese tiempo aun no estaba construida la parte del penthouse por ello, no hubo mucha afectación ahí. Sin embargo, con los temblores que hubo después, si hubo una afectación y las que ya estaban se complicaron aún más.

2. ¿Qué tipo de edificación es el inmueble?

La edificación es de tipo residencial, de clase D, es decir, construcción con muros soportantes de albañilería de bloques o de piedra, confinado entre pilares y cadenas de hormigón armado.

3. ¿Con qué frecuencia se han realizado rehabilitaciones sísmicas en la infraestructura del inmueble?

En esta edificación nunca se han hecho rehabilitaciones sísmicas, lo único que se ha hecho, es tomar las correcciones de las paredes, es decir las grietas que se han hecho. Las correcciones se han hecho con yeso o empaste y luego se siguió con el procedimiento que normalmente se hace.

4. ¿Cuáles han sido los principales daños en el inmueble luego de los sismos del año 2016?

En el inmueble se han visto afectadas, las paredes, columnas y hasta las losas. Al ser una edificación antigua, se ha visto más afectadas, sobretodo cuando hay sismos mayores a una magnitud de 6 en escala Richter. De por si la edificación cuando pasan buses, camiones o vehículos pesados, el edificio entra en movimiento y se siente como que, si hay un sismo, por eso cuando hay un sismo, el inmueble tiene movimientos fuertes así sea un temblor de baja magnitud.

5. ¿Qué aspectos considera importantes para mejorar los procesos de rehabilitación sísmica en el inmueble?

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, de que el edificio entra en movimiento con vehículos que pasan en la vía, si se considera importante que se haga una rehabilitación sísmica en el inmueble, ya que al estar en constante movimiento se va afectando toda la edificación en proporciones pequeñas pero que a largo plazo podrán causar un daño grande. Lo que se quiere aplicar en este inmueble, le vendría bien ya que, al reforzar las paredes, se obtendrá una mayor resistencia y de ahí se podría ir pensando en el resto que se afecta.

Análisis

De acuerdo con la entrevista obtenida por parte de propietario del inmueble, los autores del presente trabajo consideran que después del terremoto del año 2016 que afectó a todas las Provincias del Ecuador, en la edificación de estudio se han evidenciado que algunas paredes se han agrietado con el pasar de los años, esto también se debe a que después de aquel año, han ocurrido otros eventos sísmicos de similar magnitud que han deteriorado gran parte del inmueble donde por más de una ocasión, el propietario ha realizado arreglos empíricos y en otras ocasiones contratado la mano de obra de un maestro para que solucione ese inconveniente, con el propósito de que cuando llueva, no filtre demasiada agua por las paredes y se deterioren más, dejando frágil a las paredes del inmueble.

Por otro lado, edificación es de tipo residencial, de clase D, es decir, que está construida por muros soportantes de albañilería de bloques o de piedra, confinado entre pilares y cadenas de hormigón armado lo que significa que por ser de este tipo de material, nunca se han hecho rehabilitaciones sísmicas, solamente se han tomado correctivos de las grietas que se han hecho mismas que han sido con yeso o empaste. Finalmente, las grietas se abren más debido al paso de los buses ya que hace que se mueva el inmueble poco a poco y se deteriore lentamente, esto puede causar daños significativos si existe un evento sísmico que pueda perjudicar el hábitat de los ciudadanos.

CAPÍTULO IV

PROPUESTA O INFORME

El edificio unifamiliar que se encuentra afectada por la recurrencia de sismos y replicas, hemos propuesto la utilización de las mallas electrosoldadas en ambas caras, reforzando así los muros de mampostería, dando énfasis al mejoramiento de las deficiencias estructurales, basándonos en un estudio con la utilización del software ETABS v21, dando como resultado que al utilizar las mallas en la mampostería se gana resistencia a la compresión por el aumento de grosor transversal y resistencia a las aceleraciones laterales, este estudio nos arrojó los siguientes datos:

Figura 16

Edificio de estudio, ubicado en el sur de la ciudad de Guayaquil, en Gómez Rendon entre la 33 y 34 ava



Elaborado por: Salazar, L y Yautibug, L. (2023)

Figura 17

Inmueble, objeto de estudio



Elaborado por: Salazar, L y Yautibug, L. (2023)

Se observa que existe una fisura levemente agrietada a causa del asentamiento que existe desde el suelo hacia arriba producido por todas las fuerzas y cargas existentes.

4.1 Presentación y análisis de resultados

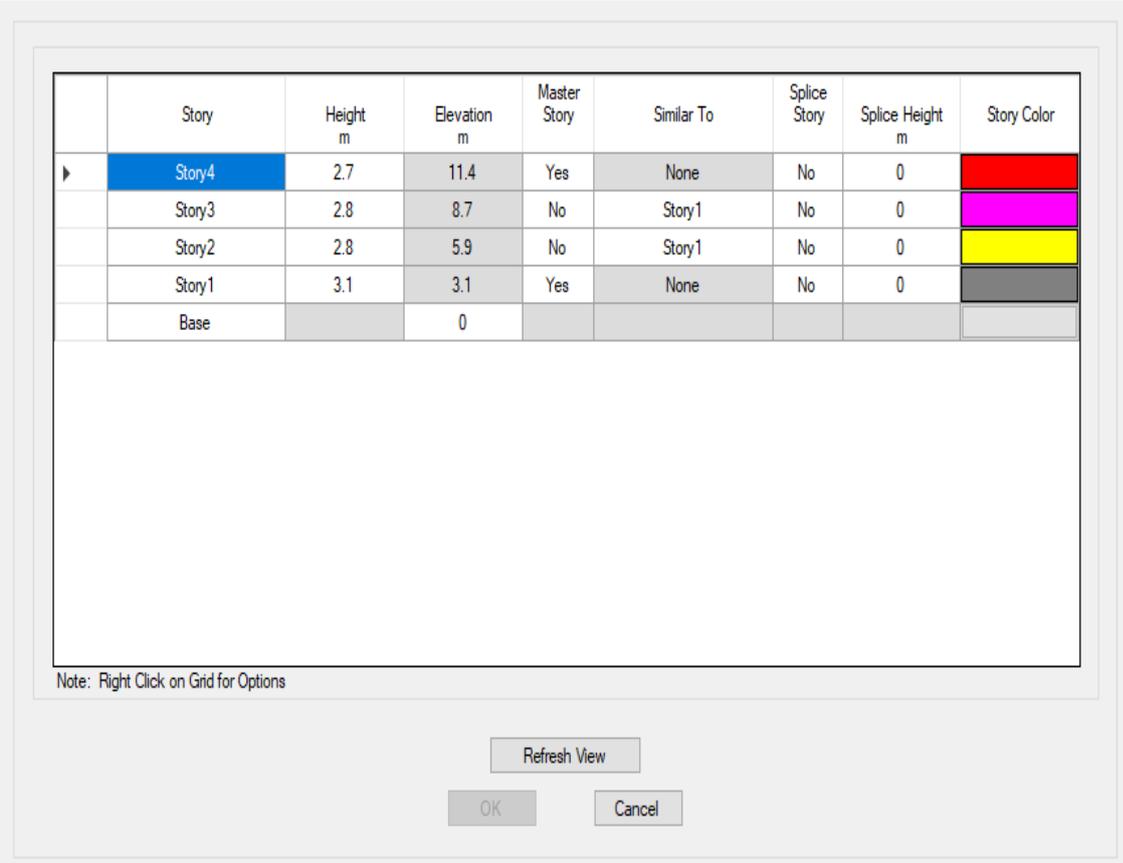
Modelación de la estructura de estudio

Para esta modelación se requiere características geométricas correspondientes al edificio unifamiliar que se va a estudiar, datos precisos módulo de elasticidad del material (E), módulo de Poisson (μ) y peso específico (γ).

Para el estudio del caso se toman los valores existentes, para columnas primarias y secundaria de 0.30 x 0.30 m, vigas de 0.25 x 0.30 m, con un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$,

Figura 18

Medidas de Especificación



	Story	Height m	Elevation m	Master Story	Similar To	Splice Story	Splice Height m	Story Color
▶	Story4	2.7	11.4	Yes	None	No	0	Red
	Story3	2.8	8.7	No	Story1	No	0	Magenta
	Story2	2.8	5.9	No	Story1	No	0	Yellow
	Story1	3.1	3.1	Yes	None	No	0	Grey
	Base		0					

Note: Right Click on Grid for Options

Refresh View

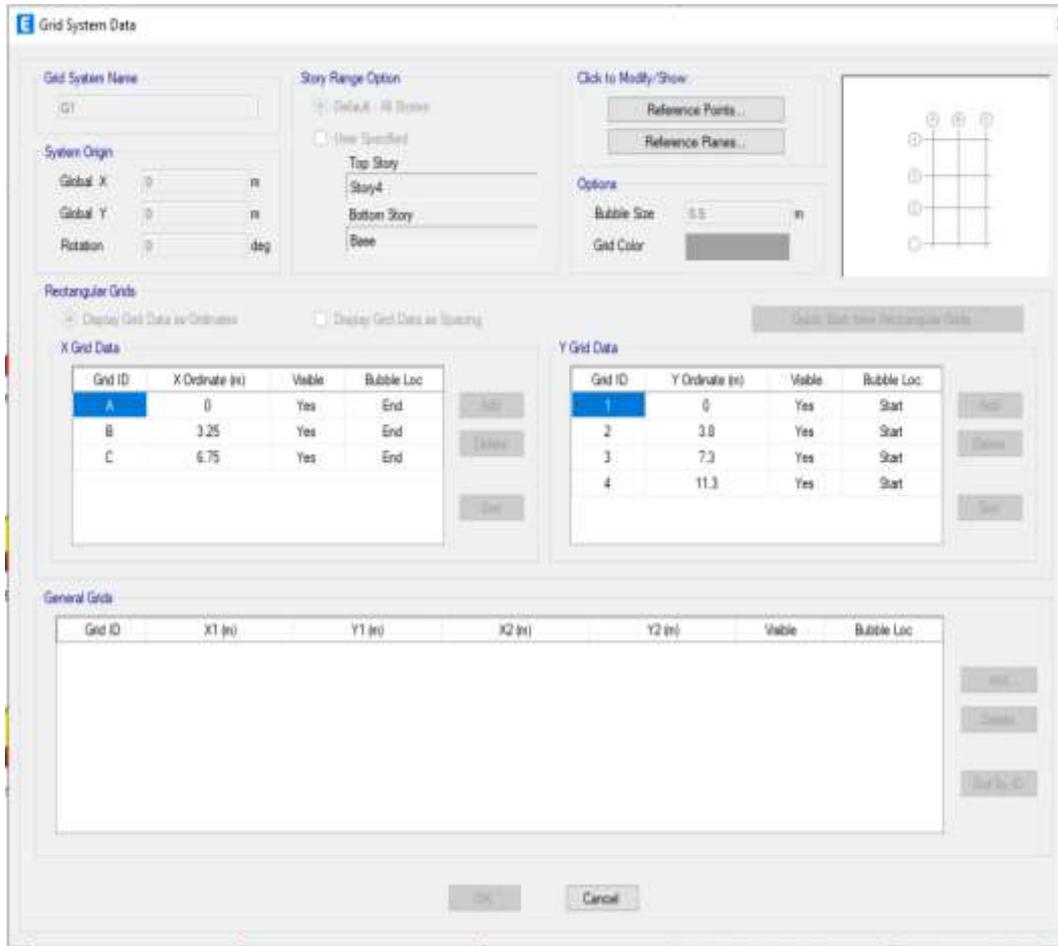
OK Cancel

Fuente: ETABS v21

Elaborado por: Salazar, L y Yautibug, L (2023)

Figura 19

Especificaciones en los ejes X, Y y Z

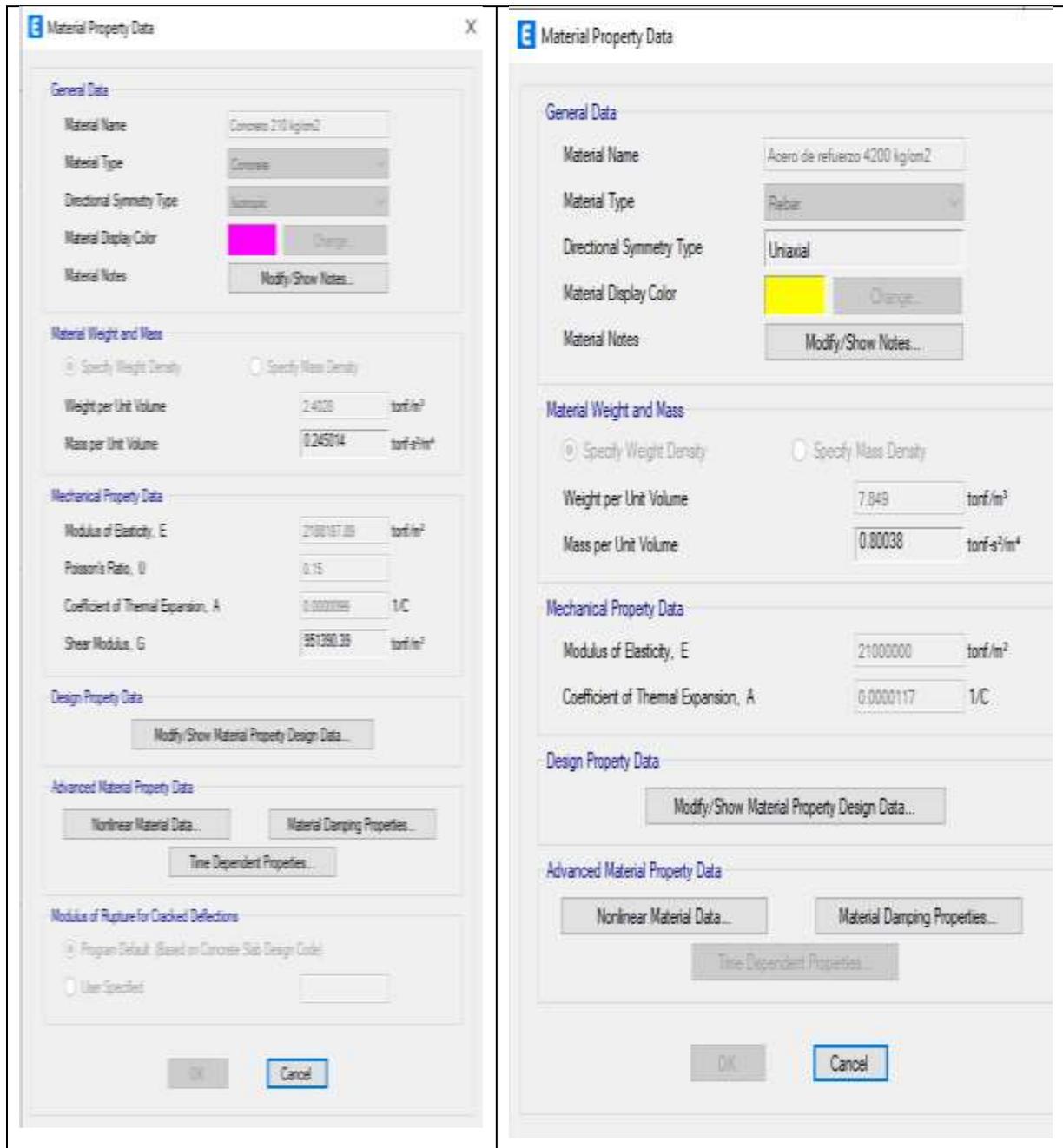


Fuente: ETABS v21

Elaborado por: Salazar, L y Yautibug, L. (2023)

Figura 20

Asignación de materiales para análisis lineal



Fuente: ETABS v21

Elaborado por: Salazar, L y Yautibug, L. (2023)

Elementos estructurales

Figura 21

1. Columnas principales

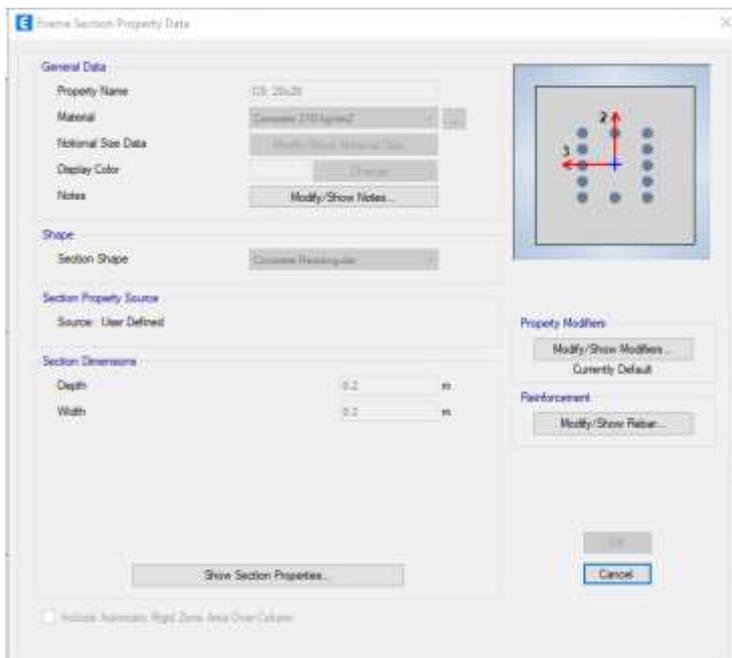


Fuente: ETABS v21

Elaborado por: Salazar, L y Yautibug, L. (2023)

Figura 22

2. Columnas secundarias



Fuente: ETABS v21

Elaborado por: Salazar, L y Yautibug, L. (2023)

Figura 23

3. Vigas

Frame Section Property Data

General Data

Property Name: V-25x30

Material: Concrete 210 kg/cm2

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Concrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: 0.25 m

Width: 0.3 m

Property Modifiers

Modify/Show Modifiers...
Currently Default

Reinforcement

Modify/Show Rebar...

Show Section Properties...

Include Automatic Rigid Zone Area Over Column

OK

Cancel

Fuente: ETABS v21

Elaborado por: Salazar, L y Yautibug, L. (2023)

Figura 24

4. Losa Maciza

Slab Property Data [X]

General Data

Property Name	LM
Slab Material	Concreteo 210 kg/cm2
Notional Size Data	Modify/Show Notional Size...
Modeling Type	Shell-Thin
Modifiers (Currently Default)	Modify/Show...
Display Color	 Change...
Property Notes	Modify/Show...

Property Data

Type	Slab
Thickness	0.2 m

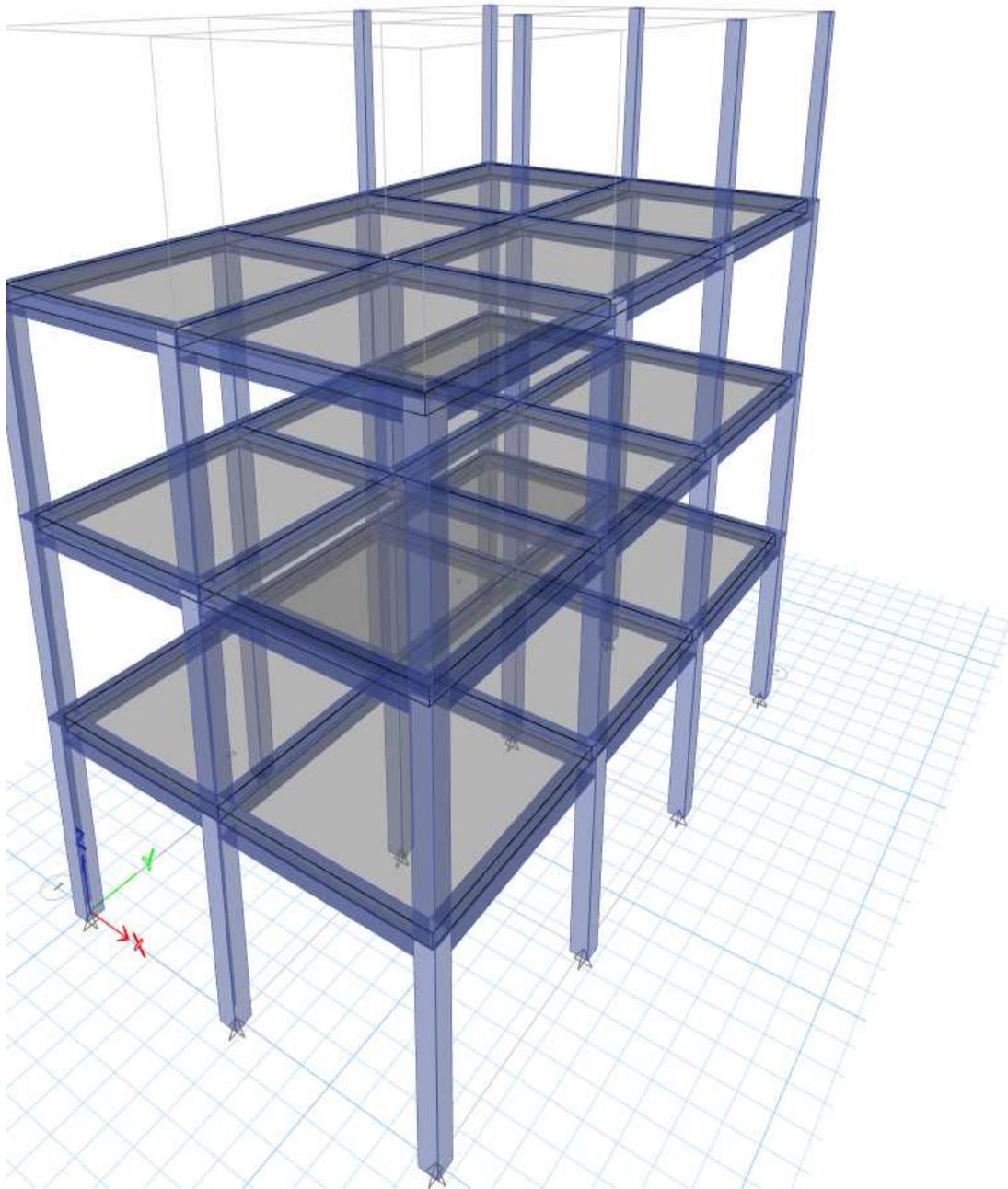
OK Cancel

Fuente: ETABS v21

Elaborado por: Salazar, L y Yautibug, L. (2023)

Figura 25

Modelación de la edificación

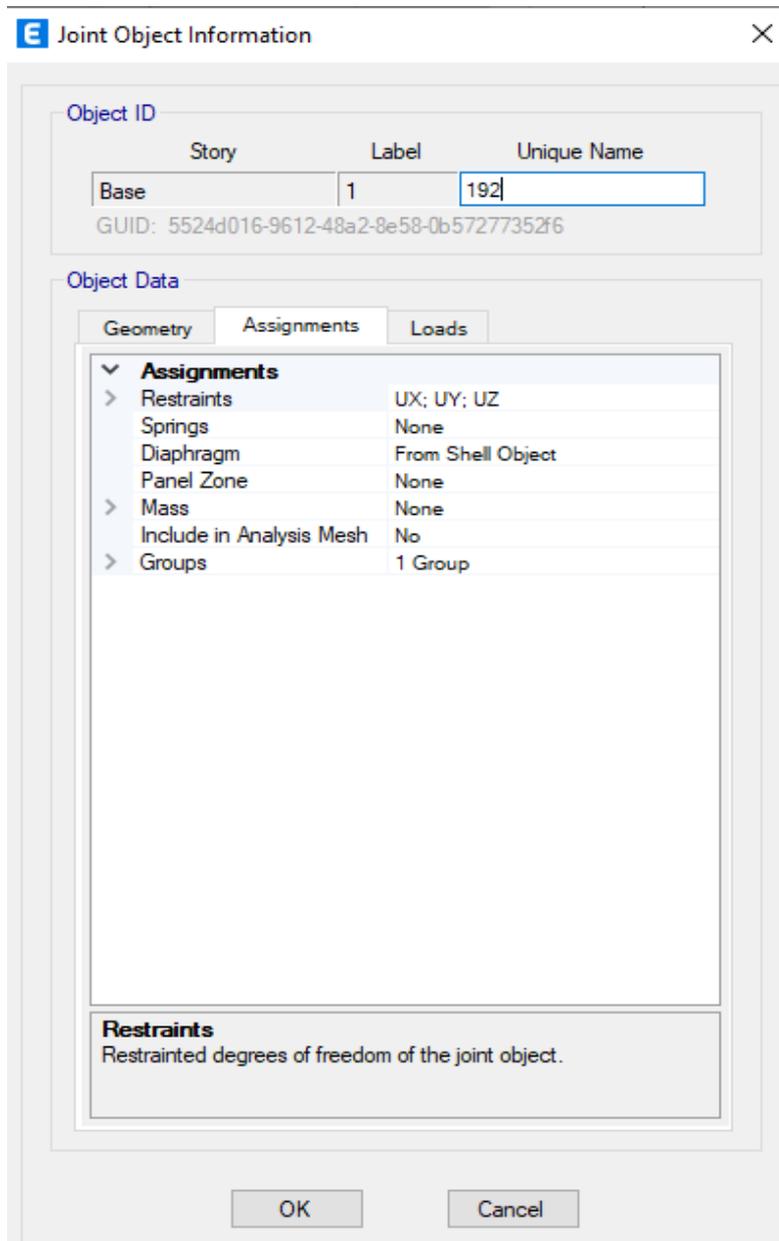


Fuente: ETABS v21

Elaborado por: Salazar, L y Yautibug, L. (2023)

Figura 26

Empotramiento de bases, no se analizará cimentación solo infraestructura



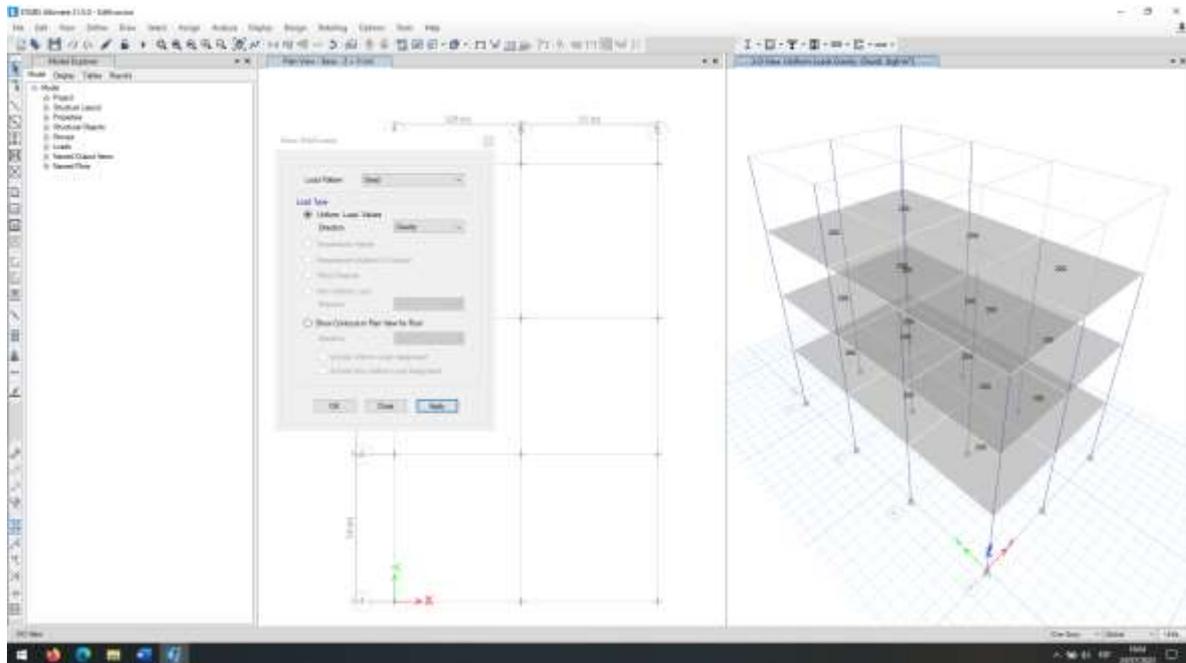
Fuente: ETABS v21

Elaborado por: Salazar, L y Yautibug, L. (2023)

Asignación de cargas (CV-CM) edificación

Figura 27

CM (carga muerta)

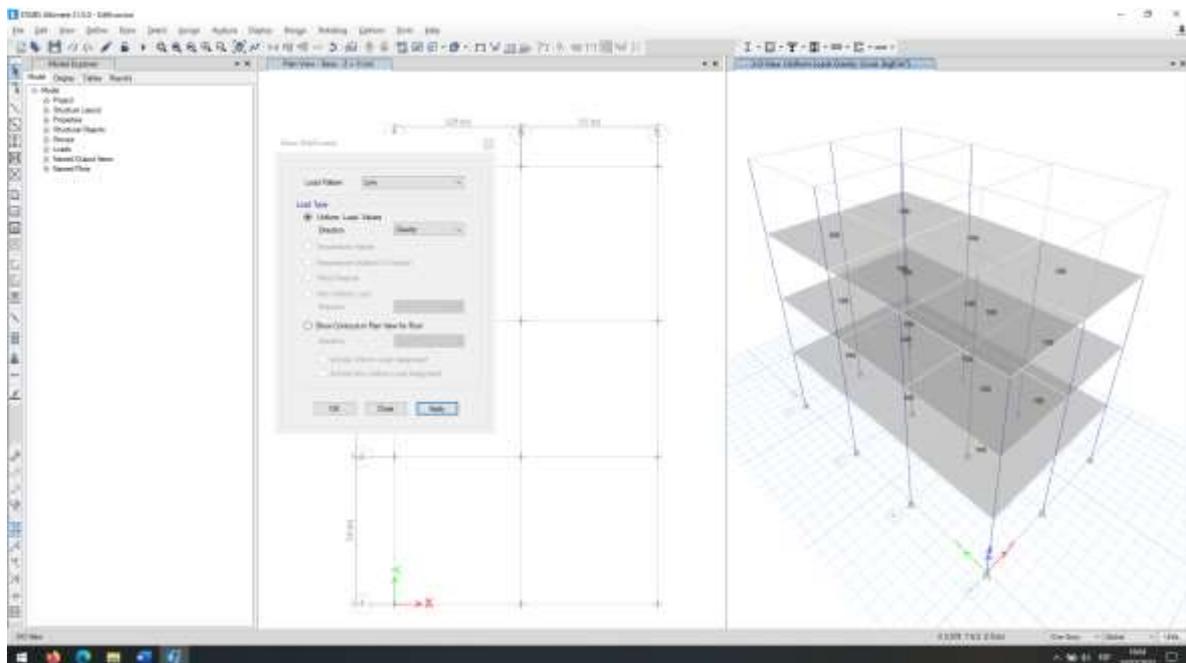


Fuente: ETABS v21

Elaborado por: Salazar, L y Yautibug, L. (2023)

Figura 28

CV (carga viva)

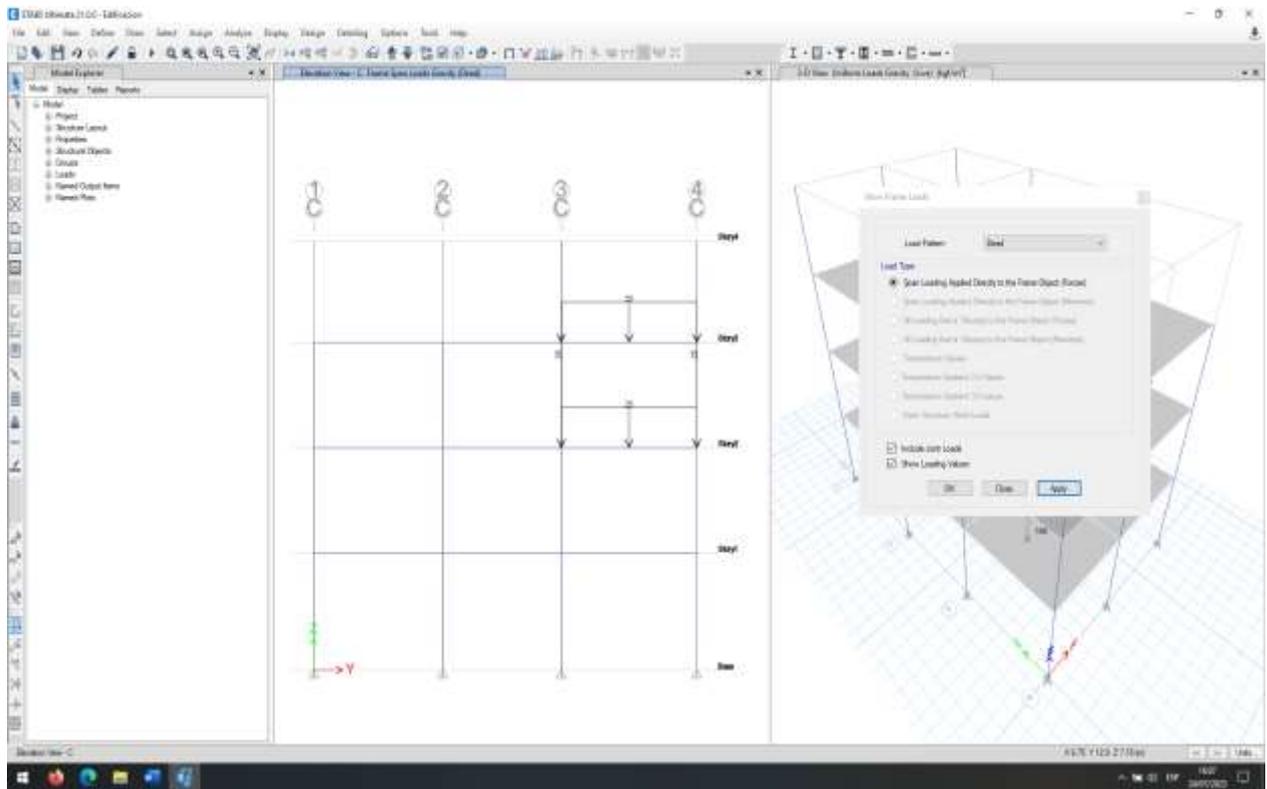


Fuente: ETABS v21

Elaborado por: Salazar, L y Yautibug, L. (2023)

Figura 29

Cargas en zona de acción (representativa)

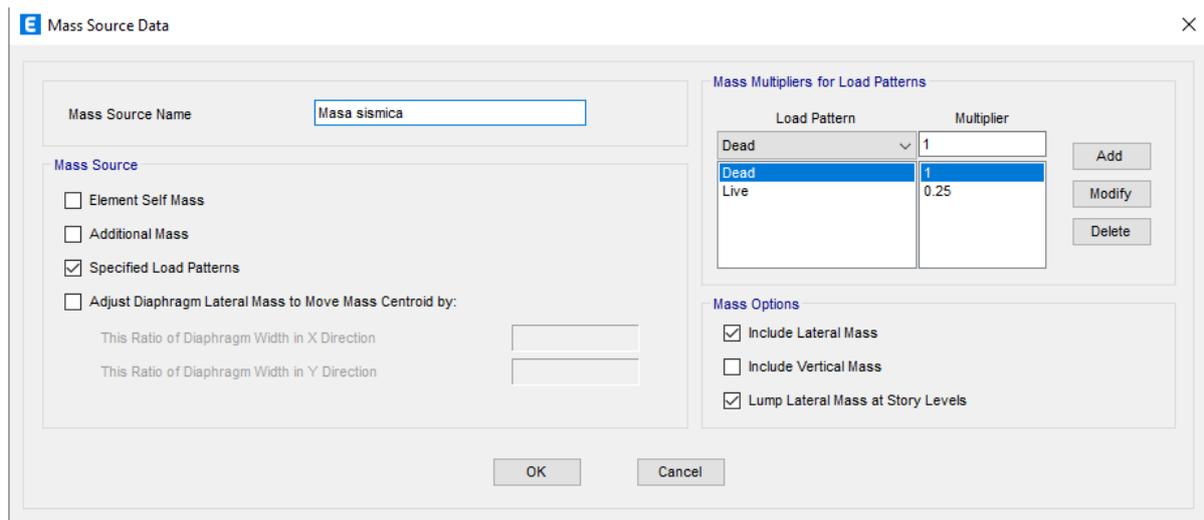


Fuente: ETABS v21

Elaborado por: Salazar, L y Yautibug, L. (2023)

Figura 30

Masa sísmica



Fuente: ETABS v21

Elaborado por: Salazar, L y Yautibug, L. (2023)

Tabla 4

Peso sísmico por piso

Story	Output Case	Case Type	Location	P (ton.f)
Story4	Peso sísmico	Combinación	Bottom	1.557
Story3	Peso sísmico	Combinación	Bottom	72.9347
Story2	Peso sísmico	Combinación	Bottom	144.1724
Story1	Peso sísmico	Combinación	Bottom	216.0886

Fuente: ETABS v21**Elaborado por:** Salazar, L y Yautibug, L. (2023)**Figura 31**

Periodo fundamental de vibración

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ
Modal	1	0.895	0.8203	0.1585	0	0.8203	0.1585	0	0.0051	0.0269	0.0032
Modal	2	0.895	0.159	0.823	0	0.9793	0.9815	0	0.0265	0.0052	1.04E-06
Modal	3	0.751	0.0026	0.0005	0	0.9819	0.982	0	1.11E-05	3.43E-05	0.9778
Modal	4	0.214	0.0162	0.0002	0	0.998	0.9822	0	0.0139	0.9419	0.0001
Modal	5	0.213	0.0002	0.0161	0	0.9983	0.9983	0	0.9464	0.0142	1.90E-06
Modal	6	0.178	0.0001	6.97E-06	0	0.9984	0.9983	0	0.0004	0.0043	0.0169
Modal	7	0.116	0.0001	0.0009	0	0.9984	0.9993	0	0.0034	0.0002	1.64E-05
Modal	8	0.116	0.0009	0.0001	0	0.9993	0.9993	0	0.0003	0.0033	0.0002
Modal	9	0.113	1.18E-05	0	0	0.9993	0.9993	0	0	1.99E-05	0.0001
Modal	10	0.113	0	1.28E-05	0	0.9993	0.9993	0	1.17E-05	7.25E-07	0
Modal	11	0.112	0.0001	0	0	0.9994	0.9993	0	0	0.0001	1.86E-06
Modal	12	0.112	0	0.0001	0	0.9994	0.9994	0	3.42E-05	0	0

Fuente: ETABS v21**Elaborado por:** Salazar, L y Yautibug, L. (2023)**Tabla 5**

Podemos analizar y observar que la masa participativa alcanza el 90% en el segundo modo

Modo de vibración	Descripción	Valores
Modo 1	Primer modo de vibración sentido X	0.895 segundos
Modo 2	Primer modo de vibración sentido Y	0.895 segundos
Modo 3	Primer modo de vibración sentido Rz	0.751 segundos

Fuente: ETABS v21**Elaborado por:** Salazar, L y Yautibug, L. (2023)

Figura 32
Centro de masa y rigidez

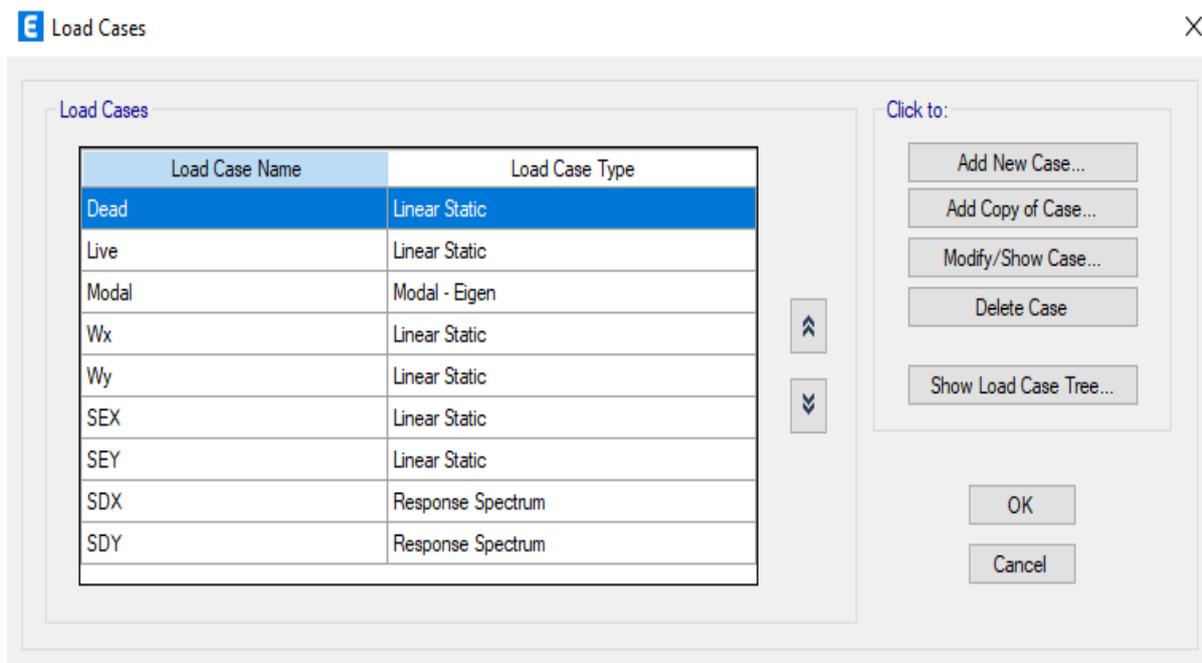
Story	Diaphragm	Mass X	Mass Y	XCM	YCM	Cum Mass X	Cum Mass Y	XCCM	YCCM	XCR	YCR
		tonf-s ² /m	tonf-s ² /m	m	m	tonf-s ² /m	tonf-s ² /m	m	m	m	m
Story1	D1	2.31053	2.31053	3.3518	5.6227	2.31053	2.31053	3.3518	5.6227	3.3338	5.6001
Story2	D2	2.28817	2.28817	3.3778	5.651	2.28817	2.28817	3.3778	5.651	3.3343	5.6001
Story3	D3	1.99709	1.99709	3.3843	5.8055	1.99709	1.99709	3.3843	5.8055	3.3346	5.6005
Story4	D4	0.07938	0.07938	3.3333	9.3	0.07938	0.07938	3.3333	9.3	3.3337	8.6395

Fuente: ETABS v21

Elaborado por: Salazar, L y Yautibug, L. (2023)

Figura 33

Casos de carga



Fuente: ETABS v21

Elaborado por: Salazar, L y Yautibug, L. (2023)

Análisis estático

Comprende un método simplificado de análisis que considera el efecto sísmico como una sola fuerza vertical aplicada uniformemente sobre toda la altura de la estructura. Es decir, se asume que las fuerzas sísmicas actúan instantáneamente y en su totalidad, sin tener en cuenta cómo se desarrolla realmente el movimiento sísmico a lo largo del tiempo. Aunque este método puede ser útil para propósitos de diseño rápido o para estructuras simples, es una aproximación bastante conservadora y puede llevar a resultados excesivamente seguros.

Tabla 6

Análisis Estático en la dirección X

Dirección X		
Tx	0.89500	sg
Ct	0.55	
α	0.90	
hn	11.40	m
S	Tipo D	
Z	0.40	
I	1.00	
lp	1.00	
le	1.00	
R	8.00	
W	216.09	tn
Cs	0.7380	
Vx	19.9341734	tn
k	1.1975	

Fuente: ETABS v21**Elaborado por:** Salazar, L y Yautibug, L. (2023)**Tabla 7**

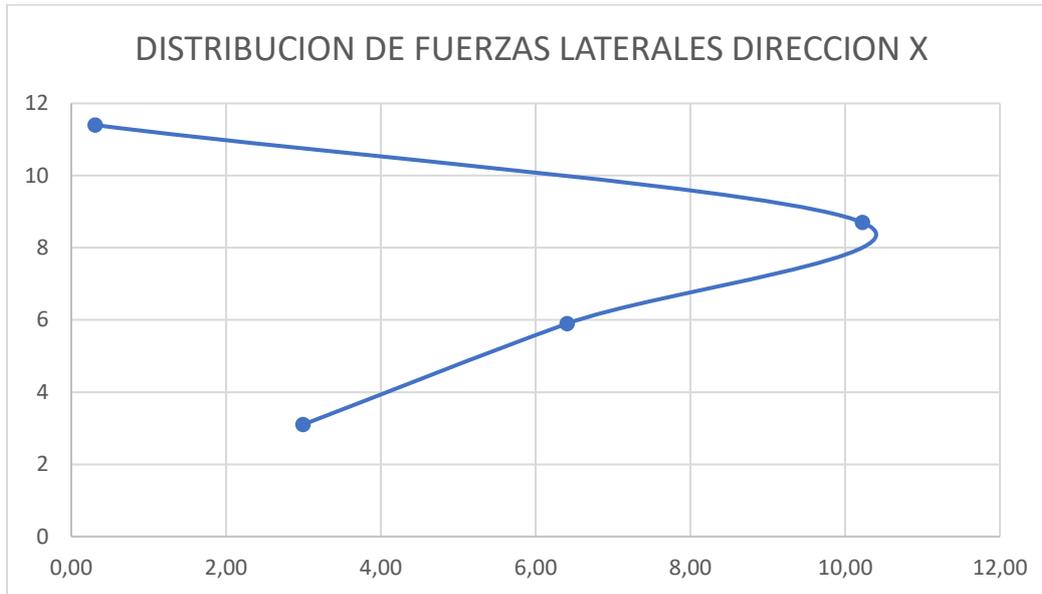
Distribución de fuerzas en X

DISTRIBUCION DE FUERZAS LATERALES DIRECCION X					
Story	PESO POR NIVEL	Alturas Acumulada	Pi*hi^k	alfai	Fi
	TON	m			ton
Story4	1.557	11.4	28.70	0.01546322	0.31
Story3	71.378	8.7	952.00	0.51286686	10.22
Story2	71.238	5.9	596.77	0.32149406	6.41
Story1	71.916	3.1	278.76	0.15017586	2.99
			1856.23		

Fuente: ETABS v21**Elaborado por:** Salazar, L y Yautibug, L. (2023)

Figura 34

Distribución de fuerzas laterales en X



Fuente: ETABS v21

Elaborado por: Salazar, L y Yautibug, L. (2023)

Tabla 8

Análisis estático en la dirección Y

Dirección Y	
Ty	0.89500
Ct	0.55
α	0.90
hn	11.40
S	Tipo D
Z	0.40
I	1.00
Ip	1.00
le	1.00
R	8.00
W	216.09
Cs	0.7380
Vy	19.9341734
k	1.1975

Fuente: ETABS v21

Elaborado por: Salazar, L y Yautibug, L. (2023)

Tabla 9

Distribución de fuerzas en Y

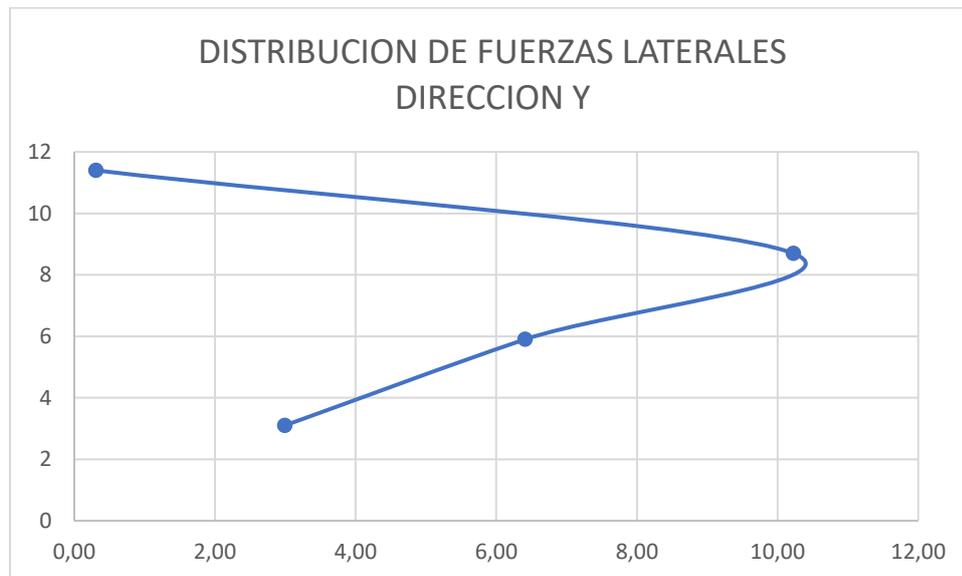
DISTRIBUCION DE FUERZAS LATERALES DIRECCION Y					
Story	PESO POR NIVEL TON	Alturas Acumulada m	Pi*hi^k	alfai	Fi ton
Story4	1.557	11.4	28.70	0.01546322	0.31
Story3	71.378	8.7	952.00	0.51286686	10.22
Story2	71.238	5.9	596.77	0.32149406	6.41
Story1	71.916	3.1	278.76	0.15017586	2.99
			1856.23		

Fuente: ETABS v21

Elaborado por: Salazar, L y Yautibug, L (2023)

Figura 35

Distribución de fuerzas laterales en Y



Fuente: ETABS v21

Elaborado por: Salazar, L y Yautibug, L. (2023)

Cálculo de fuerzas y momento adimensionales en la mampostería afectada, donde se puede apreciar que al agregarle una carga extra simulando el valor de la inclusión de la malla electrosoldada, analizando los cortantes tanto en los ejes X, Y y Z el muro de mampostería afectado arroja valores positivos, que aunque la simulación no es

precisa por ser valores supuestos. Este software me permite realizar un estudio de carga gravitacional en cada piso, con el análisis espectral se obtiene las características dinámicas de la estructura

Tabla 10

Cálculo de cortantes en X, Y

Vx, Vy; Calculadas en ETABS							
Output Case	Case Type	FX tonf	FY tonf	FZ tonf	MX tonf-m	MY tonf-m	MZ tonf-m
SEX	LinStatic	-22.9032	0	0	0	-158.963	130.5782
SEY	LinStatic	0	-22.9032	0	158.9116	0	-77.3026
Peso sísmico	Combinat ion	0	0	216.0886	1226.128	-728.8191	0

Fuente: ETABS v21

Elaborado por: Salazar, L y Yautibug, L. (2023)

Análisis dinámico

Comprende un análisis más detallado que tiene en cuenta la variación temporal de las fuerzas sísmicas y cómo interactúan con la respuesta natural de la estructura. Este análisis considera el comportamiento real del suelo y cómo las ondas sísmicas viajan a través de él. Como resultado, las fuerzas sísmicas en diferentes momentos pueden ser mayores o menores que las consideradas en un análisis estático. Un sismo dinámico proporciona una evaluación más precisa y detallada de la respuesta estructural durante un terremoto.

Para realizar un análisis dinámico de una edificación ubicada en Guayaquil, tomando en cuenta el tipo de suelo, el factor de zonificación sísmica y el espectro sísmico de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), se deben seguir los siguientes pasos:

1. Determinar el tipo de suelo:

El tipo de suelo es un factor crucial en el análisis sísmico, ya que influye en la manera en que las ondas sísmicas se propagan y afectan la estructura. Para Guayaquil, que se encuentra en la costa de Ecuador, es probable que el tipo de suelo sea característico de una región costera, lo que puede clasificarse como "Tipo D" según las clasificaciones sísmicas. Además, con este identificar los Fa, Fd y Fs para el suelo correspondiente.

2. Obtener el factor de zonificación sísmica (Z):

El factor de zonificación sísmica, representado como "Z", es una cifra que refleja la sismicidad de la ubicación. En este caso, mencionas que el factor es "Z=5" para Guayaquil. Este valor debe verificarse en la normativa sísmica vigente, que en Ecuador es la NEC.

3. Determinar el espectro sísmico de diseño:

El espectro sísmico es una curva que muestra cómo las aceleraciones sísmicas varían en función del período de vibración de una estructura. El espectro se obtiene a partir de la combinación del factor de zonificación sísmica, el tipo de suelo y otros parámetros geotécnicos relevantes. El análisis dinámico requerirá conocer el espectro sísmico de diseño correspondiente a Guayaquil, según la NEC.

4. Definir la edificación y realizar el análisis dinámico:

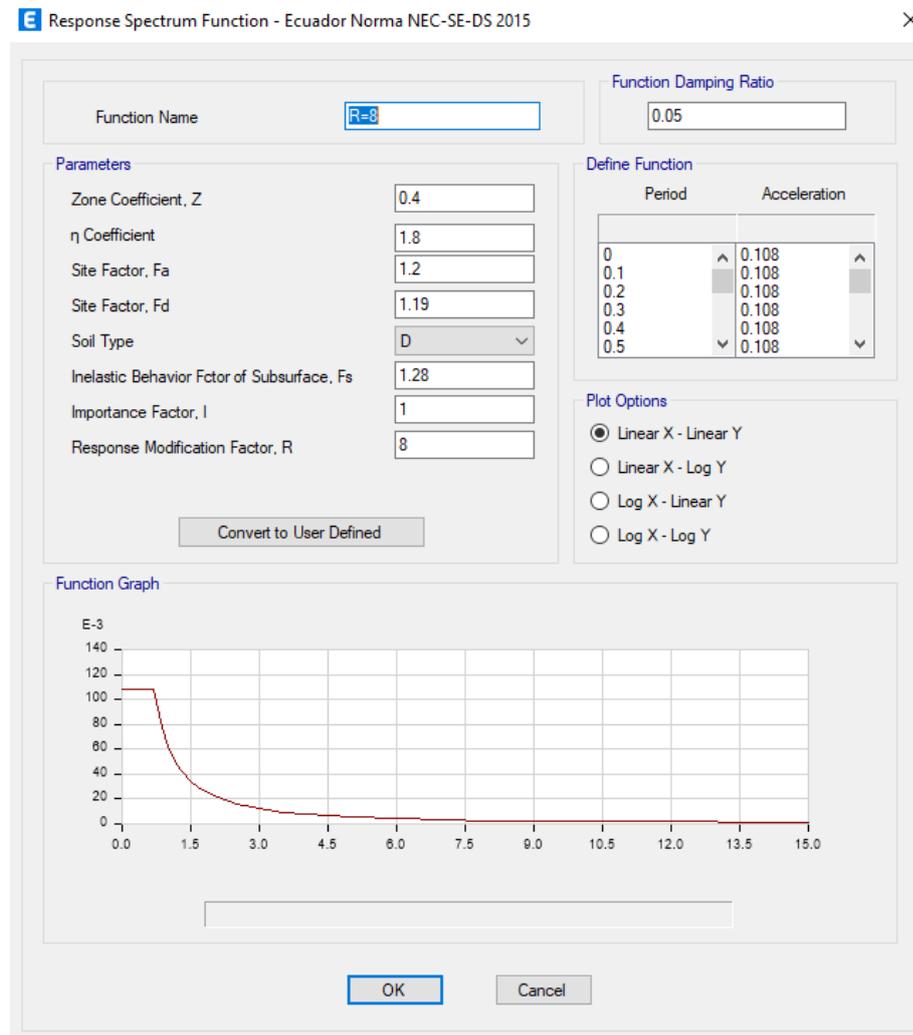
Con los datos del tipo de suelo, el factor de zonificación sísmica y el espectro sísmico de diseño, se procede a definir la geometría y características de la edificación, como la masa total y la altura por nivel de piso.

5. Verificar las cortantes dinámicas:

Una vez completado el análisis dinámico, se podrán obtener los resultados, incluidas las cortantes dinámicas en diferentes elementos estructurales. Estas cortantes se presentan en función de la masa y la altura por nivel de piso. Se deben comparar los valores obtenidos con los límites de seguridad establecidos por las normativas y códigos de construcción para asegurarse de que la estructura cumpla con los requisitos de diseño sísmico.

Figura 36

Análisis dinámico para la estructura



Fuente: ETABS v21

Elaborado por: Salazar, L y Yautibug, L. (2023)

Tabla 11

Datos de la cortante

Datos	
Ciudad	Guayaquil
Suelo	D
Zona	V
Z	0.40
Fa	1.20
Fd	1.19
Fs	1.28
η	1.80
r	1.50
zFa	0.48
To	0.13
Tc	0.698
TL	2.856
R	8.00
I	1.00
fi p	1.00
fi e	1.00

Fuente: ETABS v21**Elaborado por:** Salazar, L y Yautibug, L. (2023)

Tabla 12

Datos espectro dinámico para el diseño

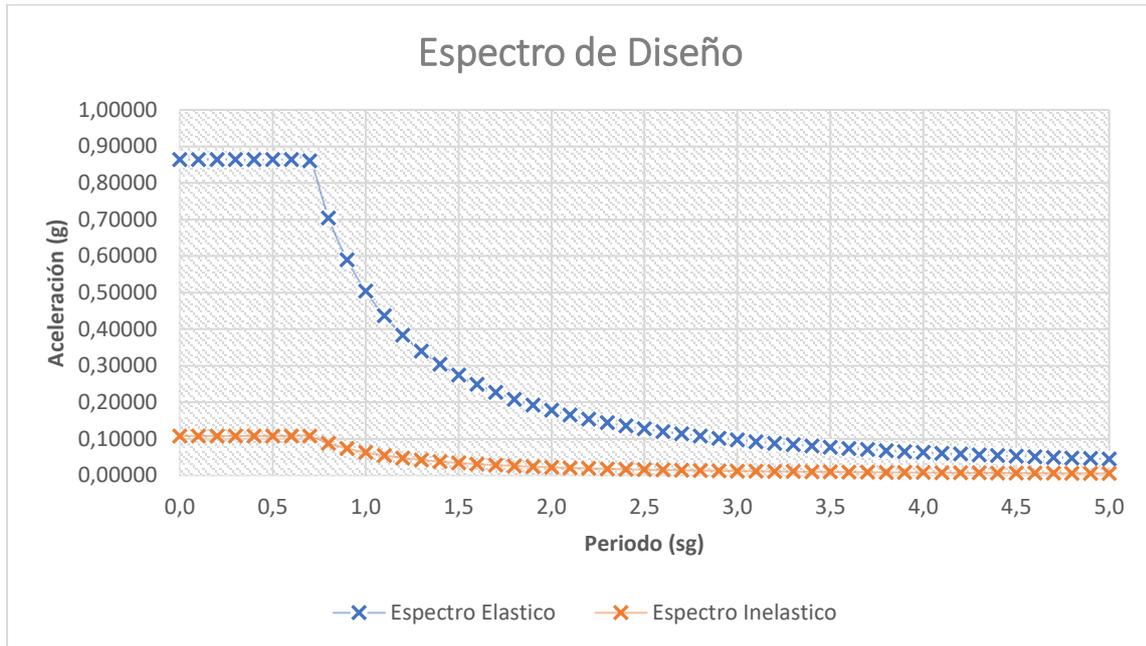
T (sg)	Sa (g)	Sd	Sa diseño	Sd diseño
0.0	0.86400	0.00000	0.1080	0.0000
0.1	0.86400	0.00214	0.1080	0.0003
0.2	0.86400	0.00858	0.1080	0.0011
0.3	0.86400	0.01930	0.1080	0.0024
0.4	0.86400	0.03432	0.1080	0.0043
0.5	0.86400	0.05362	0.1080	0.0067
0.6	0.86400	0.07721	0.1080	0.0097
0.7	0.86055	0.10467	0.1076	0.0131
0.8	0.70435	0.11190	0.0880	0.0140
0.9	0.59028	0.11869	0.0738	0.0148
1	0.50399	0.12511	0.0630	0.0156
1.1	0.43685	0.13122	0.0546	0.0164
1.2	0.38340	0.13705	0.0479	0.0171
1.3	0.34002	0.14265	0.0425	0.0178
1.4	0.30425	0.14803	0.0380	0.0185
1.5	0.27434	0.15323	0.0343	0.0192
1.6	0.24902	0.15825	0.0311	0.0198
1.7	0.22738	0.16312	0.0284	0.0204
1.8	0.20870	0.16785	0.0261	0.0210
1.9	0.19244	0.17245	0.0241	0.0216
2	0.17819	0.17693	0.0223	0.0221
2.1	0.16561	0.18130	0.0207	0.0227
2.2	0.15445	0.18557	0.0193	0.0232
2.3	0.14449	0.18974	0.0181	0.0237
2.4	0.13555	0.19382	0.0169	0.0242
2.5	0.12750	0.19781	0.0159	0.0247
2.6	0.12022	0.20173	0.0150	0.0252
2.7	0.11360	0.20557	0.0142	0.0257
2.8	0.10757	0.20935	0.0134	0.0262
2.9	0.10205	0.21305	0.0128	0.0266
3	0.09699	0.21669	0.0121	0.0271
3.1	0.09234	0.22028	0.0115	0.0275
3.2	0.08804	0.22380	0.0110	0.0280
3.3	0.08407	0.22727	0.0105	0.0284
3.4	0.08039	0.23069	0.0100	0.0288
3.5	0.07697	0.23406	0.0096	0.0293
3.6	0.07378	0.23738	0.0092	0.0297
3.7	0.07081	0.24065	0.0089	0.0301
3.8	0.06804	0.24388	0.0085	0.0305
3.9	0.06544	0.24707	0.0082	0.0309
4	0.06300	0.25022	0.0079	0.0313
4.1	0.06071	0.25333	0.0076	0.0317
4.2	0.05855	0.25640	0.0073	0.0320
4.3	0.05652	0.25943	0.0071	0.0324
4.4	0.05461	0.26243	0.0068	0.0328
4.5	0.05280	0.26540	0.0066	0.0332
4.6	0.05108	0.26833	0.0064	0.0335
4.7	0.04946	0.27123	0.0062	0.0339
4.8	0.04792	0.27410	0.0060	0.0343
4.9	0.04647	0.27694	0.0058	0.0346
5	0.04508	0.27975	0.0056	0.0350

Fuente: ETABS v21

Elaborado por: Salazar, L y Yautibug, L. (2023)

Figura 37

Espectros de aceleraciones diseño

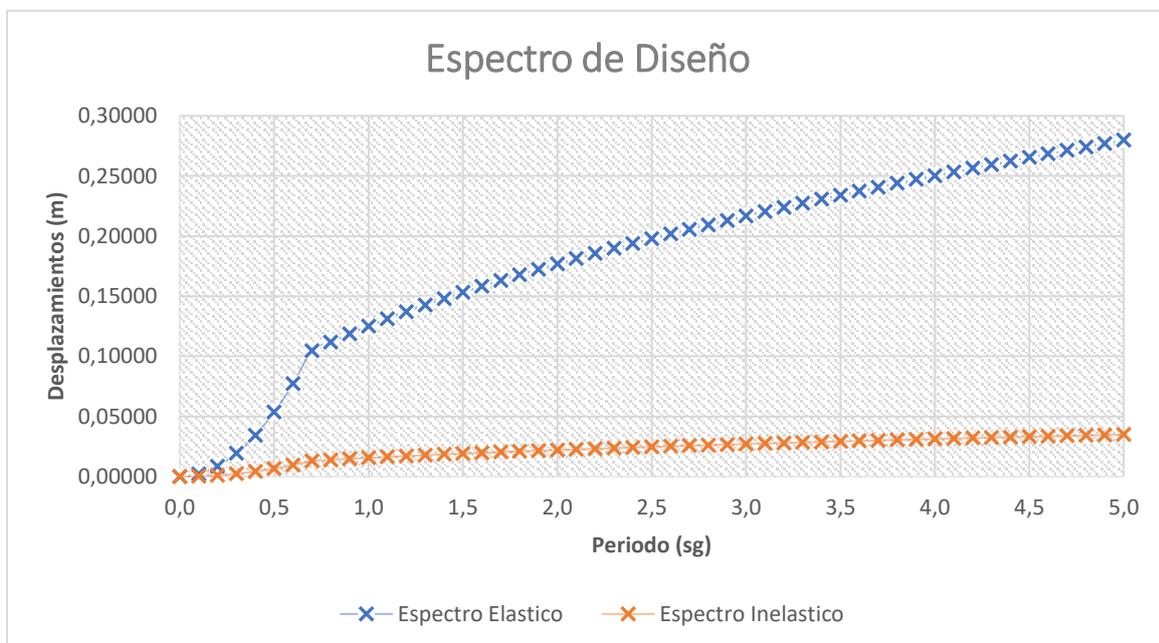


Fuente: ETABS v21

Elaborado por: Salazar, L y Yautibug, L. (2023)

Figura 38

Espectros de desplazamientos diseño



Fuente: ETABS v21

Elaborado por: Salazar, L y Yautibug, L. (2023)

Tabla 13

Análisis sísmico dinámico, fuerzas cortantes X, Y

<u>Output Case</u>	<u>Case Type</u>	<u>Step Type</u>	<u>FX</u> tonf	<u>FY</u> tonf	<u>FZ</u> tonf	<u>MX</u> tonf-m	<u>MY</u> tonf-m	<u>MZ</u> tonf-m
SDX	LinRespSpec	Max	15.4814	0.0586	0	0.3618	95.8209	90.0861
SDY	LinRespSpec	Max	0.0586	15.5176	0	96.0039	0.3562	53.2852
Peso sísmico	Combination		0	0	216.09	1226.128	-728.819	0

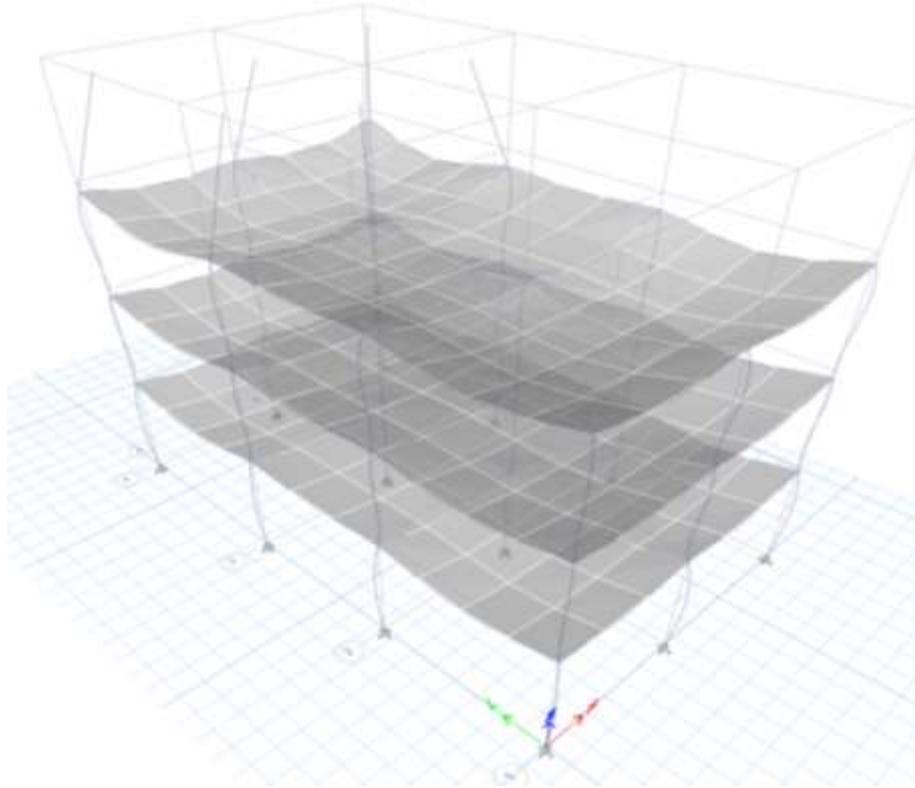
Fuente: ETABS v21**Elaborado por:** Salazar, L y Yautibug, L. (2023)

Las fuerzas verticales actuantes superan en el sismo estático ya que al ser un sismo dinámico siempre será menor, es considerable ya que las deformaciones producidas podrían ocasionar daños considerables.

En resumen, el análisis sísmico estático y dinámico son enfoques diferentes para evaluar la respuesta de las estructuras a los terremotos. Un análisis dinámico proporciona una visión más realista de cómo una estructura se comporta durante un terremoto, teniendo en cuenta las variaciones temporales de las fuerzas sísmicas. Es fundamental considerar adecuadamente estos factores en el diseño y evaluación sísmica de las estructuras para garantizar su seguridad y resistencia ante eventos sísmicos.

Figura 39

Deformación por Carga muerta (caso general)

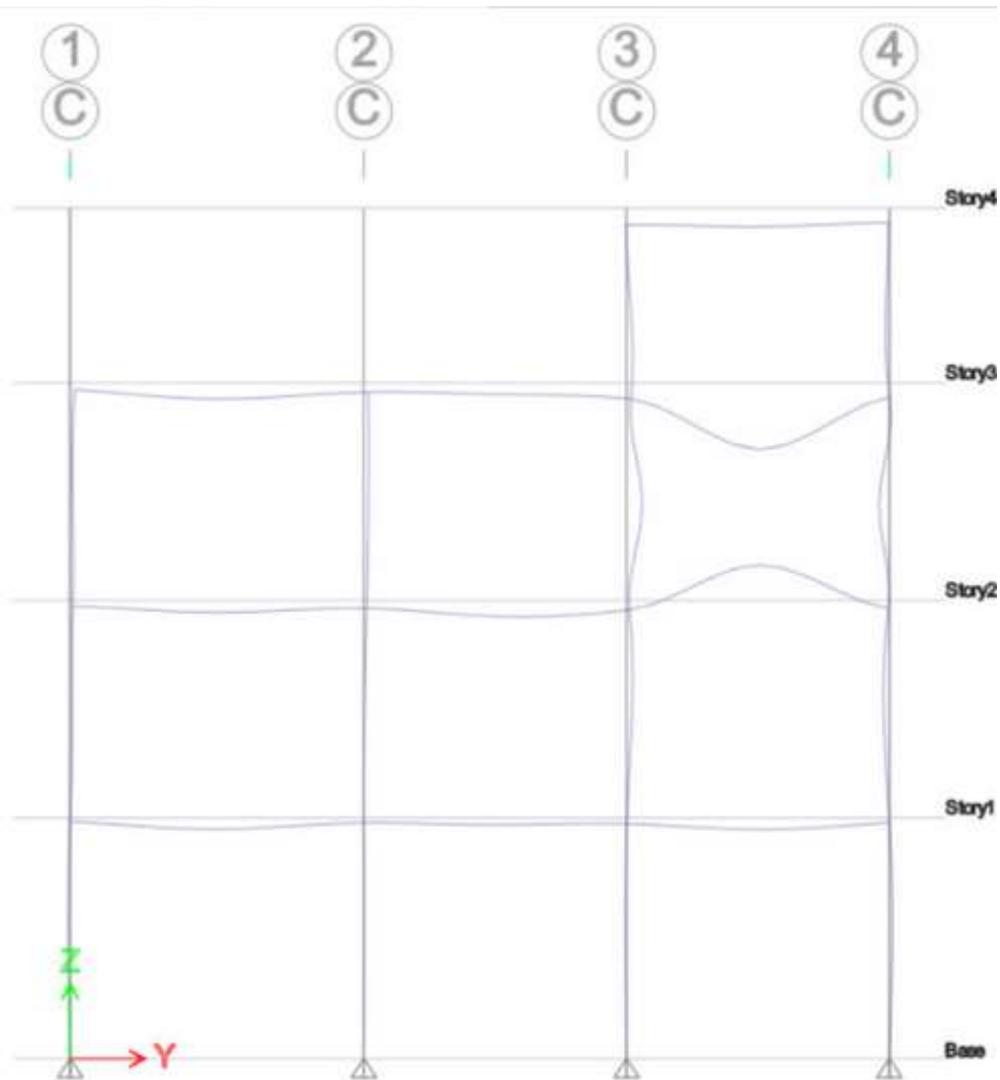


Fuente: ETABS v21

Elaborado por: Salazar, L y Yautibug, L. (2023)

Figura 40

Deformación unitaria en la zona de acción

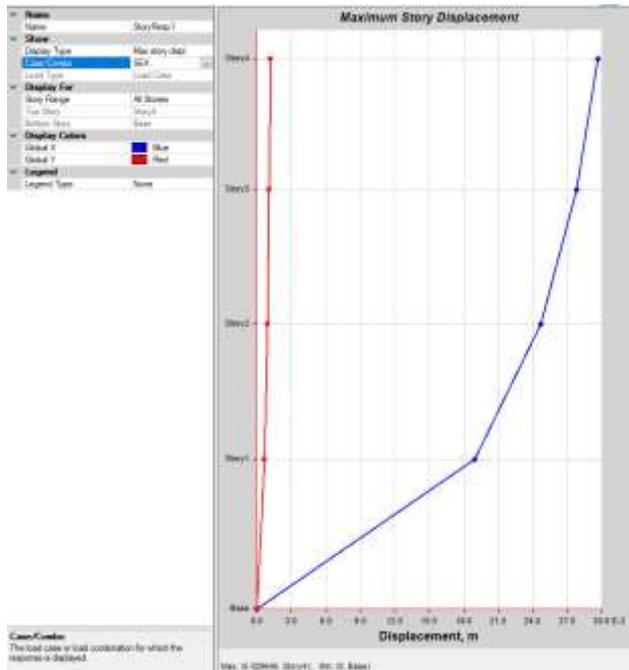


Fuente: ETABS v21

Elaborado por: Salazar, L y Yautibug, L. (2023)

Figura 41

Máxima distorsión encontrada en el eje X

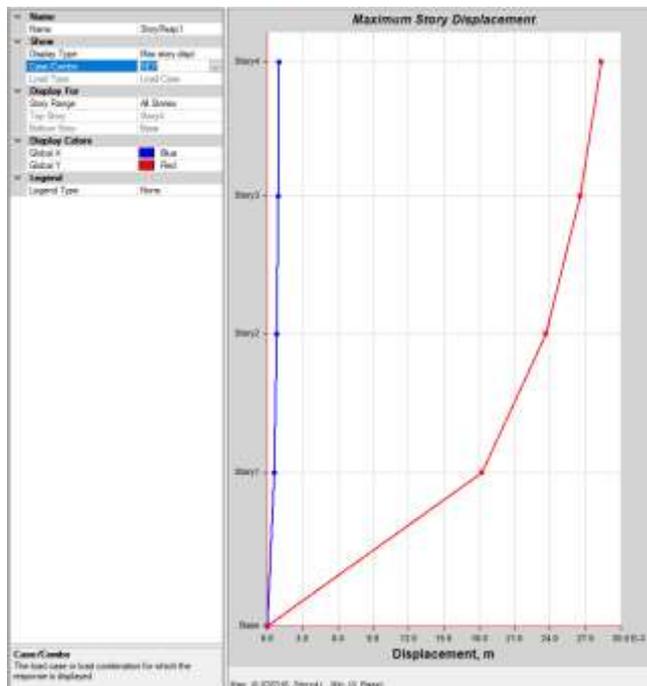


Fuente: ETABS v21

Elaborado por: Salazar, L y Yautibug, L. (2023)

Figura 42

Máxima distorsión encontrada en el eje Y

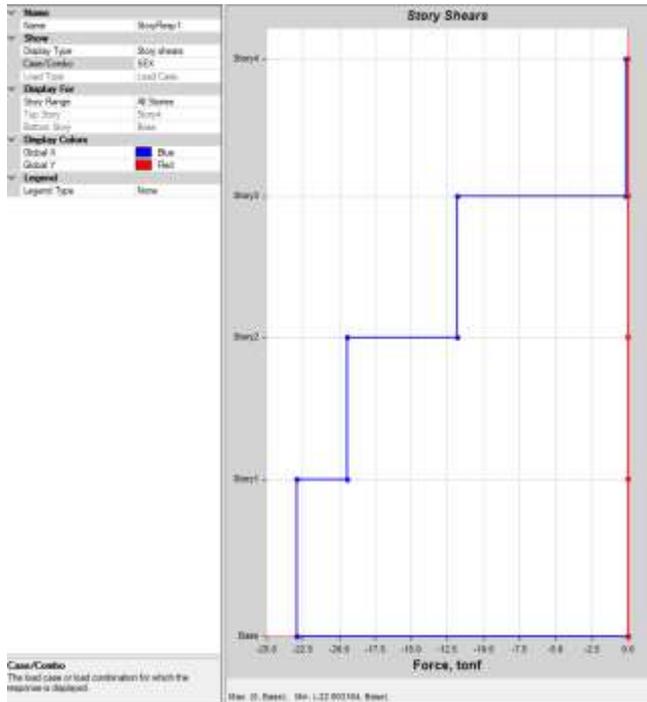


Fuente: ETABS v21

Elaborado por: Salazar, L y Yautibug, L. (2023)

Figura 43

Máxima fuerza cortante en eje X

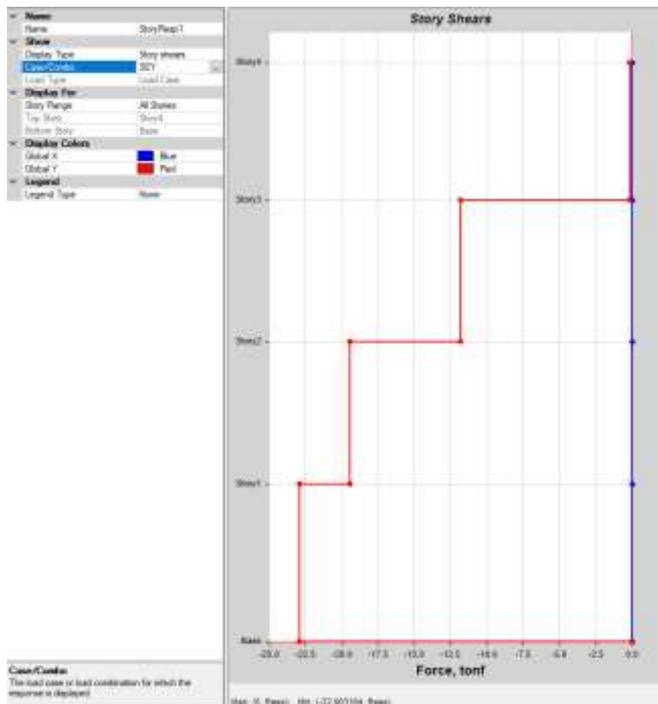


Fuente: ETABS v21

Elaborado por: Salazar, L y Yautibug, L. (2023)

Figura 44

Máxima fuerza cortante en el eje Y



Fuente: ETABS v21

Elaborado por: Salazar, L y Yautibug, L. (2023)

4.2 Propuesta

Basado en el análisis de los resultados arrojados por el software, indican que al presentarse una mayor deformación en la segunda planta en el sitio de estudio, que al agregarle una carga extra asumiendo el grosor de la mampostería estas puedan resistir las fuerzas cortantes inducidas por el sismo, encontrando la mayor carga de resistencia al cortante máximo los valores de la mampostería sin el refuerzo arroja un valor de $V = 14.25$ tn y con la carga extra en la misma zona es de $V = 15.48$ tn, con estos valores presentados podemos decir que la inclusión del encamisado con malla electrosoldada para el reforzamiento de la mampostería, es muy propicio para el usuario, tal vez más costoso pero seguro.

Análisis por esfuerzos

Tabla 14

Análisis comparativo

	Mampostería no reforzada		Mampostería reforzada	
	Estático	Dinámico	Estático	Dinámico
Cortante X	17.2760 tn	14.25 tn	22.9032 tn	15.4814 tn
Cortante Y	17.2756 tn	13.98 tn	22.9032 tn	15.5176 tn
Peso	187.274 tn		216.0886 tn	

Fuente: ETABS v21

Elaborado por: Salazar, L y Yautibug, L. (2023)

La elección entre mampostería ordinaria y mampostería reforzada en la construcción de estructuras tiene implicaciones importantes en términos de peso, seguridad y resistencia sísmica.

Por otro lado, la mampostería reforzada incorpora elementos de refuerzo en este caso la malla electrosoldada, en la construcción del muro de mampostería. Estos refuerzos aumentan significativamente la capacidad de carga y la resistencia sísmica de la estructura. Aunque la mampostería reforzada puede resultar en un aumento de peso debido a la inclusión de los refuerzos, la seguridad y estabilidad que proporciona son fundamentales en áreas propensas a terremotos o con requerimientos sísmicos más estrictos.

Además de mejorar la resistencia de la estructura ante cargas y fuerzas sísmicas, la mampostería reforzada también aumenta las capacidades de soporte de carga en diferentes direcciones. Esto significa que puede resistir mejor las fuerzas

que actúan tanto en la dirección horizontal como en la vertical, lo cual es especialmente relevante en regiones con alta actividad sísmica, donde las fuerzas sísmicas pueden ocurrir en varias direcciones.

CONCLUSIONES

El presente estudio ha realizado un análisis de la rehabilitación sísmica de un edificio mediante encamisado de muros de mampostería, mediante el cual los autores concluyen lo siguiente:

De acuerdo con el primer objetivo general, se puede concluir que la capacidad de resistencia del inmueble con el encamisado es superior a la del edificio sin encamisado.

De acuerdo con el segundo objetivo general, se puede concluir que al evaluar el comportamiento de los muros de mampostería convencional versus los de mampostería reforzada frente a cargas laterales los muros reforzados presentan esfuerzos más pequeños versus los muros sin refuerzo cuyos esfuerzos son mucho más grandes lo cual se pudo evidenciar el software ETABS v21.

De acuerdo con el tercer objetivo general, se puede concluir que al contrastar los resultados de la edificación con muros sin refuerzo y reforzados los espectros sísmicos de comportamiento son mejores en la edificación con muros reforzados.

Finalmente, se puede concluir que se cumplió con el objetivo general porque al analizar la capacidad estructural de los muros encamisados con el software ETABS v21. Se pudo constatar que los esfuerzos disminuyen y la capacidad de respuesta sísmica es mejor.

RECOMENDACIONES

El presente estudio abarca los enfoques académicos, metodológicos y prácticos mediante el cual los autores recomiendan lo siguiente:

Para el enfoque académico, se recomienda este estudio para futuras investigaciones relacionadas a la rehabilitación sísmica en inmuebles mediante el cual sirva como soporte para diferentes estudios de profesionales afines a la Ingeniería Civil, estudiantes y docentes de la mencionada carrera donde apliquen sus conocimientos mediante un software de simulación como lo es ETABS v21 y de esta manera obtengan una visión más clara del objeto de estudio.

Para el enfoque metodológico, se recomienda conocer los diferentes tipos de rehabilitación sísmica que permitan mejorar los daños ocasionados en un inmueble a causa de diferentes eventos sísmicos o deterioro del mismo; así como también se recomienda aplicar las técnicas de mampostería que se alineen a lo que se desee analizar, por lo general, rehabilitación del inmueble o parte del mismo.

Finalmente, para el enfoque práctico, se recomienda utilizar el software ETABS v21 para determinar las medidas de las mallas electrosoldadas que permitirán reforzar de mejor forma las mamposterías de cualquier estructura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, B. M., & Quiroz, F. S. (2015). Analysis of physical vulnerability to seismic events. *Revista Científica Investigar*, 473-489. Obtenido de <https://orcid.org/0000-0002-8695-5005>
- Álvarez, G. J. (2010). *Tectónica Activa y Geodinámica en el norte de Centroamérica*. Obtenido de <https://www.fundaciongarciasineriz.es/2012/02/13/xvia012010/>
- ANDRADE GONZALES, G. (2023). *Análisis de daños presentes causados por el sismo 2016 en la estructura del edificio municipal de Esmeraldas*. Obtenido de Repositorio digital ULVR: <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/6127>
- ARKIPLUS. (06 de 2023). *Mampostería*. Obtenido de ARKIPLUS: <https://www.arkiplus.com/mamposteria/>
- Beltrán, L. Ó., & Chamba, R. J. (2022). Ingeniero Civil. *MAPEO DE LOS VALORES DE COEFICIENTE SISMICO PARA TODAS LAS PROVINCIAS DEL ECUADOR Y ANALISIS DE SU COHERENCIA COMPARANDO EL MAPA DE PELIGRO SISMICO DE LA NEC 2015*. Universidad de Guayaquil, Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/64155/1/BMAT-E%202018-2022-Ing.%20CIVIL%20-%20BELTRAN%20LITARDO%20OSCAR%20MICHAEL%20-%20CHAMBA%20ROMAN%20JORGE%20EDUARDO.pdf>
- Cementos Cibao. (18 de enero de 2018). *TIPOS DE MAMPOSTERIA DISPONIBLES EN LA CONSTRUCCION*. Obtenido de Cementom Cibao: <http://www.cementoscibao.com/los-tipos-de-mamposteria-disponibles-en-una-construccion/>
- CSISPAIN. (2023). *ETABS*. Obtenido de ETABS: <https://www.csiespana.com/launch/342/etabs-v21.0.0>
- Dunn, A. K. (2016). *Rehabilitación estructural de la Facultad de Ingeniería mediante aisladores sísmicos*. Retrieved from <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/5384>
- El Comercio. (2016). *Sismo en Ecuador revive el fantasma del terremoto de abril de 2016*. Retrieved from <https://www.expreso.ec/actualidad/sismo-ecuador-manabi-revivio-miedo-terremoto-abril-2016-154272.html>
- EL DIARIO.EC. (26 de JUNIO de (2016)). *La cátedra del terremoto [Fotografía]*. Obtenido de EL DIARIO.EC: <https://www.eldiario.ec/noticias-manabi-ecuador/396429-la-catedra-del-terremoto/>
- ELENA, V. S., JORGE, A. O., & CAMPOS, V. C. (1 de 10 de 2018). *VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES EXISTENTES DE UNA ZONA URBANO – RESIDENCIAL EN ANCONCITO, ECUADOR*. Obtenido de REVISTA DE CIENCIA E INVESTIGACION: <https://doi.org/10.26910/issn.2528-8083vol3issICCE2018.2018pp10-16p>

- ELENA, V., JORGE, A., & ADALBERTO, C. (1 de 10 de 2018). *VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES EXISTENTES DE UNA ZONA URBANO – RESIDENCIAL EN ANCONCITO, ECUADOR*. Obtenido de REVISTA DE CIENCIA E INVESTIGACION: <https://doi.org/10.26910/issn.2528-8083vol3issICCE2018.2018pp10-16p>
- Espíndola Castro Victor Hugo y Pérez Campos Xyoli. (2018). *¿Qué son los SISMOS, dónde ocurre cómo se miden?* Obtenido de Revista ciencia: <https://www.recursoft.com/uploads/2/6/9/4/26940173/quesonsismos.pdf>
- Espíndola Castro Vitor y Pérez Campos Xyoli. (2018). *¿Qué son los SISMOS, dónde ocurren y cómo se miden?* Obtenido de Revista Ciencia: <https://www.recursoft.com/uploads/2/6/9/4/26940173/quesonsismos.pdf>
- Espíndola, C. V., & Pérez, C. X. (2018). *¿Qué son los SISMOS, dónde ocurre cómo se miden?* Obtenido de Revista ciencia: <https://www.recursoft.com/uploads/2/6/9/4/26940173/quesonsismos.pdf>
- Ferrovia. (2018). *¿Qué es una malla?* Obtenido de <https://www.ferrovia.com/es/stem/malla/#:~:text=Mallas%20para%20paneles%20r%C3%ADgidose,la%20que%20se%20encuentra%20instalada>.
- Freddy, L., & Daniel, T. (20 de 08 de 2020). *Ficha comparativa del comportamiento mecánico del mortero reforzado con fibras de aceros en diferentes tipos de mampostería utilizados en edificaciones de estructura metálica sometidos a efectos sísmicos*. Recuperado el 25 de 05 de 2023, de <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/ec/>: <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/3779>
- GARCIA J, H. U. (2018). *El terremoto 19S en Morelos: la experiencia operativa del INEEL en la evaluación del riesgo*. Obtenido de sciELO: <https://doi.org/10.21149/9408>.
- GARCIA J, M. U. (2018). *El terremoto 19S en Morelos: la experiencia operativa del INEEL en la evaluación del riesgo*. Obtenido de SCIELO: <https://doi.org/10.21149/9408>.
- LARA M, A. H. (10 de 2018). *Estructuras Aporticadas de Hormigón Armado que Colapsaron en el Terremoto del 16 de Abril de 2016 en Tabuga– Ecuador*. Obtenido de REVISTA POLITECNICA: http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?pid=S1390-01292018000400037&script=sci_arttext
- Lara, M., Aguirre, H., & Gallegos, M. (2018, 10). *Estructuras Aporticadas de Hormigón Armado que Colapsaron en el Terremoto del 16 de Abril de 2016 en Tabuga– Ecuador*. Retrieved from REVISTA POLITECNICA: http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?pid=S1390-01292018000400037&script=sci_arttext
- MARAVI R, P. C. (19 de 02 de 2021). *REHABILITACIÓN Y REPARACIÓN SÍSMICA DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA USANDO MALLA ELECTROSOLDADA EN EL DISTRITO DE VENTANILLA*. Obtenido de REPOSITORIO ACADÉMICO UPC: <http://hdl.handle.net/10757/6552019>
- MARAVI R, P. C. (19 de 02 de 2021). *REHABILITACIÓN Y REPARACIÓN SÍSMICA DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA USANDO MALLA*

- ELECTROSOLDADA EN EL DISTRITO DE VENTANILLA*. Obtenido de REPOSITORIO ACADÉMICO UPC: <http://hdl.handle.net/10757/6552019>
- MARGHERITA PAULETTA, D. D. (09 de Julio de 2018). Rehabilitación sísmica de edificios de mampostería del patrimonio cultural con aisladores elastometricos reforzados con fibras no adheridas. *ELSEVIER*, pág. 14.
- MARGHERITA PAULETTA, D. D. (09 de JULIO de 2018). Seismic rehabilitation of cultural heritage masonry buildings with unbonded fiber reinforced elastomeric isolators (U-FREIs)—A case of study. *ARTICULO EN PRENSA*, pág. 14.
- PANEL Y ACANALADO MONTERREY. (2020). *PANEL Y ACANALADO MONTERREY*. Obtenido de PANEL Y ACANALADO MONTERREY: <https://panelyacanalados.com/acero/acero-corrugado/malla-electrosoldada/>
- Panel y Acantilado Monterrey. (2020). *PANEL Y ACANALADO MONTERREY*. Obtenido de PANEL Y ACANALADO MONTERREY: <https://panelyacanalados.com/acero/acero-corrugado/malla-electrosoldada/>
- PARRA, C. G., & VANEGAS, E. A. (05 de 12 de 2018). *MANUAL DE INTERVENTORÍA TÉCNICA PARA EDIFICACIONES EN MAMPOSTERIA PARCIALMENTE REFORZADA*. Obtenido de UNIVERSIAD LA GRAN COLOMBIA: <http://hdl.handle.net/11396/3348>
- PARRA, C. G., & VANEGAS, E. A. (5 de 12 de 2018). *MANUAL DE INTERVENTORÍA TÉCNICA PARA EDIFICACIONES EN MAMPOSTERIA PARCIALMENTE REFORZADA*. Obtenido de UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA: <http://hdl.handle.net/11396/3348>
- Parra, H. C., & Vanegas, S. E. (05 de 12 de 2018). *Manual de Inteventoría Técnica para edificaciones en mampostería parcialmente reforzada*. Obtenido de UNIVERSIAD LA GRAN COLOMBIA: <http://hdl.handle.net/11396/3348>
- Pauletta, M., Di Luca, D., Ruso, L., & Fumo, C. (09 de JULIO de 2018). Seismic rehabilitation of cultural heritage masonry buildings with unbonded fiber reinforced elastomeric isolators (U-FREIs)—A case of study. *ARTICULO EN PRENSA*, pág. 14.
- Pauletta, M., Di Luca, D., Ruso, L., & Fumo, C. (09 de JULIO de 2018). Seismic rehabilitation of cultural heritage masonry buildings with unbonded fiber reinforced elastomeric isolators (U-FREIs)—A case of study. *ARTICULO EN PRENSA*, pág. 14.
- Peñaherrera C, R. K. (2019). *Diseño sismo resistente, con instalaciones de servicios básicos, de una edificación de dos plantas en el suburbio oeste de Guayaquil*. Obtenido de ESPOL. FICT: <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/51472>
- Peñaherrera C, R. K. (2019). *Diseño sismo resistente, con instalaciones de servicios básicos, de una edificación de dos plantas en el suburbio oeste de Guayaquil*. Obtenido de ESPOL. FICT: <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/51472>
- Quinde, M. P., & Reinoso, A. E. (2016). Estudio de peligro sísmico de Ecuador y propuesta de espectros de diseño para la Ciudad de Cuenca. *Ingeniería Sísmica*, 1-26. Obtenido de

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-092X2016000100001

- Sabri, A. (22 de 06 de 2020). *Seismic Retrofit of Load Bearing URM Walls with Internally Placed Reinforcement and Surface-Bonded FRP Sheets*. Obtenido de Seismic Retrofit of Load Bearing URM Walls with Internally Placed Reinforcement and Surface-Bonded FRP Sheets: <https://ruor.uottawa.ca/handle/10393/40675>
- SABRI, A. (22 de 06 de 2020). *Seismic Retrofit of Load Bearing URM Walls with Internally Placed Reinforcement and Surface-Bonded FRP Sheets*. Obtenido de Seismic Retrofit of Load Bearing URM Walls with Internally Placed Reinforcement and Surface-Bonded FRP Sheets: <https://ruor.uottawa.ca/handle/10393/40675>
- Vargas, S. E., Arroyo, O. J., & Campos, C. V. (1 de 10 de 2018). *Vulnerabilidad Sísmica de Viviendas Unifamiliares Existentes de una Zona Urbano – Residencial en Anconcito, ECUADOR*. Obtenido de Revista de Ciencia e Investigación: <https://doi.org/10.26910/issn.2528-8083vol3issICCE2018.2018pp10-16p>
- Vargas, S. M. (2018). Vulnerabilidad sísmica de viviendas unifamiliares existentes de una Zona Urbano – Residencial en Anconcito, Ecuador. *Revista Ciencia e Investigación*, 10-15. <https://doi.org/https://doi.org/10.26910/issn.2528-8083vol3issICCE2018.2018pp10-16p>
- Villegas, C. J., Tavera, H., Nocquet, J. M., & Chlieh, M. (2010). CINEMÁTICA DE LAS PLACAS NAZCA Y SUDAMERICANA Y ZONAS DE ACOPLAMIENTO EN LA INTERFAZ DE SUBDUCCION DEL PERU A PARTIR DE DATOS GPS(Red LISN). *Dirección de Sismología*, 1237-1241. Obtenido de <https://app.ingemmet.gob.pe/biblioteca/pdf/CPG15-289.pdf>

ANEXOS

Anexo 1

Edificación de estudio



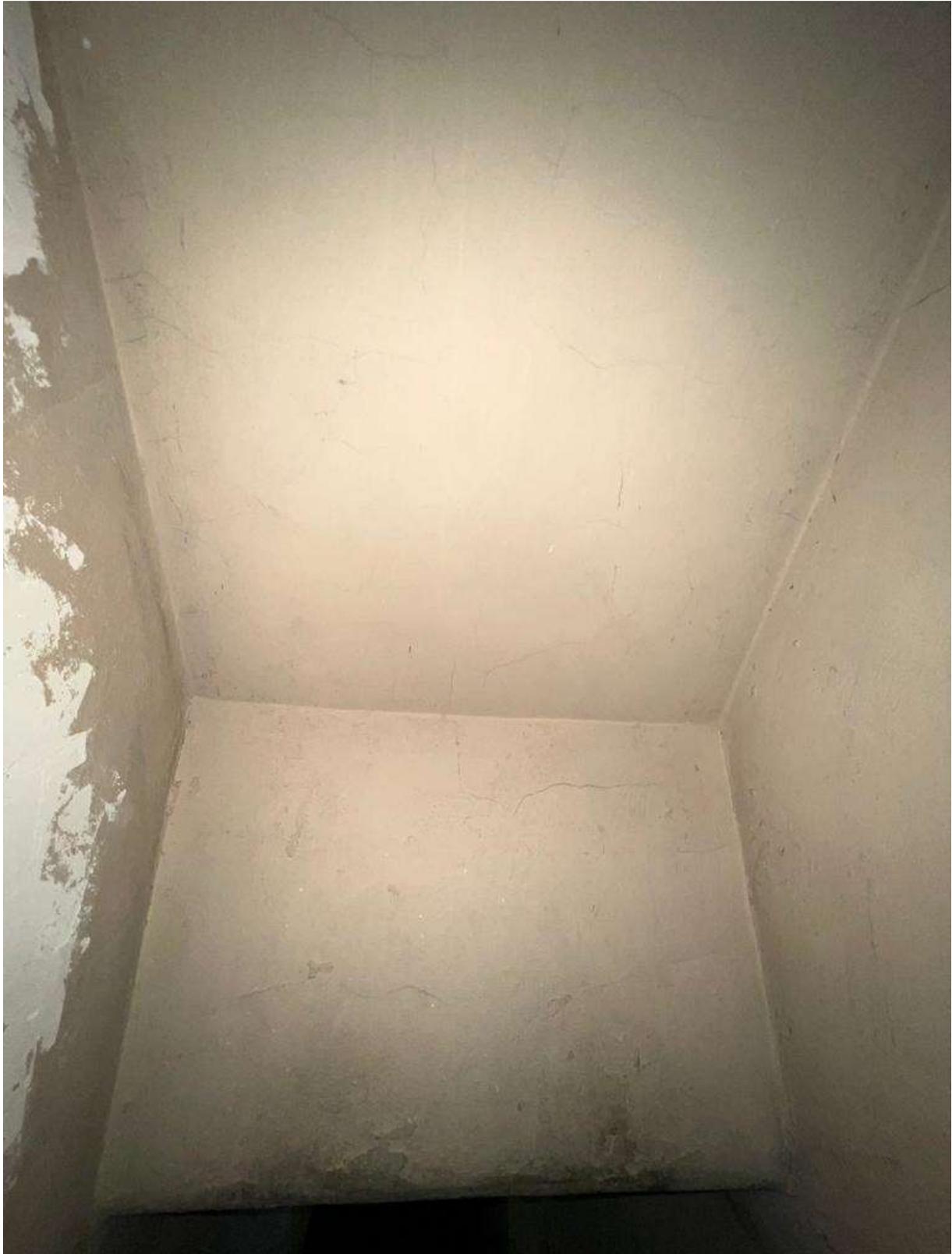
Anexo 2

Pared fisurada



Anexo 3

Pared fisurada 2



Anexo 4

Pared con fisura 3



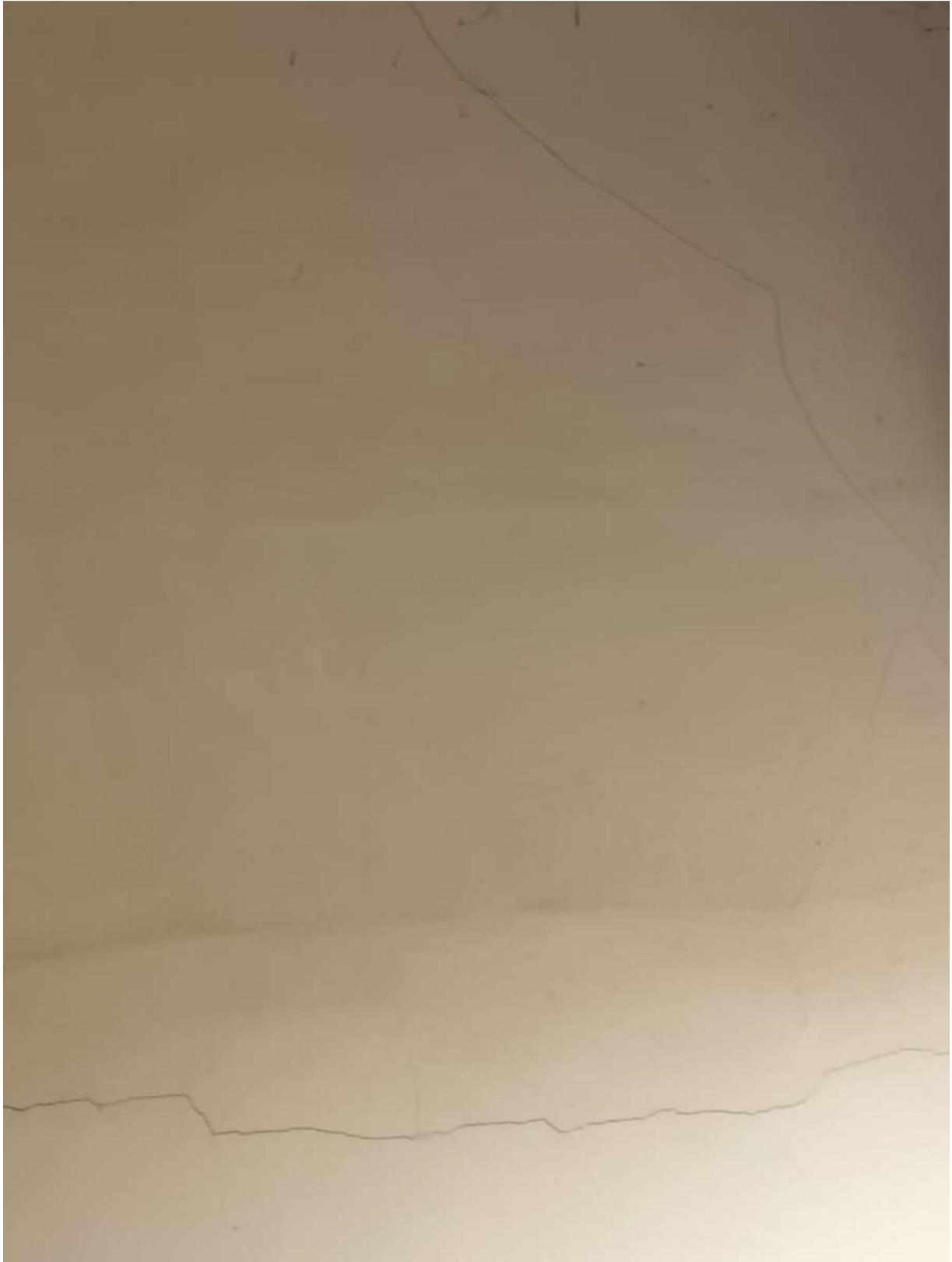
Anexo 5

Agrietamiento en vertical 1



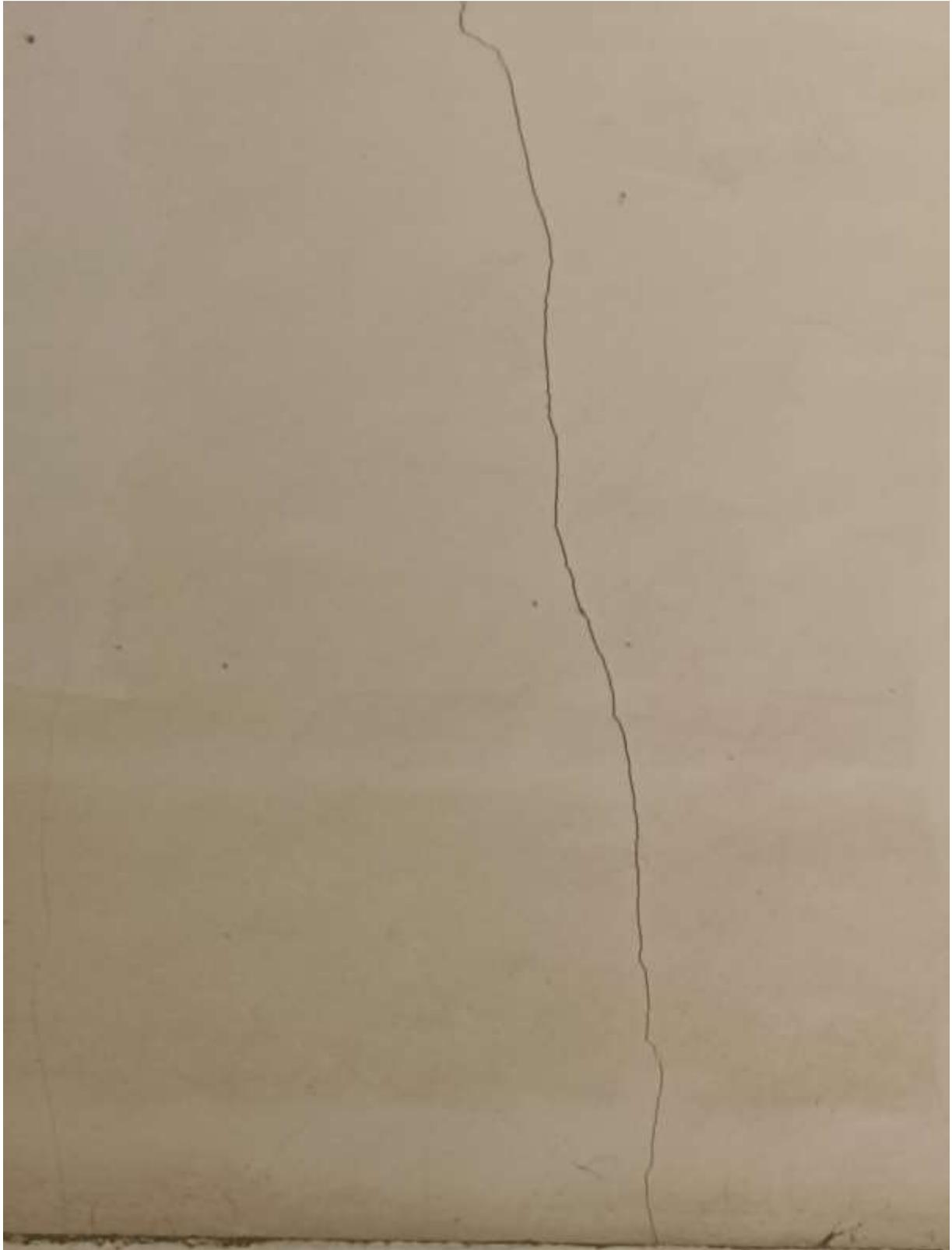
Anexo 6

Agrietamiento horizontal



Anexo 7

Agrietamiento vertical 2



Anexo 8

Pared interior del departamento



Anexo 9

Análisis de pared lado oeste



Anexo 10

Pared para el estudio



Anexo 11

Pared con fisuras 4



Anexo 12

Análisis de pared lado norte



Anexo 13

Muestra de paredes internas lado sur



Anexo 14

Muestra de paredes internas lado Este

