

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“COMPARATIVO ESTRUCTURAL DEL SISTEMA
APORTICADO Y ALBAÑILERÍA CONFINADA DE UN
EDIFICIO MULTIFAMILIAR, JAÉN – CAJAMARCA”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
CIVIL.**

**Autor (es) : Bach. Ever Jorbil Pérez Carrasco
Bach. Yeltsin Jhonatan Tequen Acha**

Asesor : M.Sc. Christiaan Zayed Apaza Panca

JAÉN - PERÚ, ENERO, 2021



FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 27 de enero del año 2021, siendo las 16:05 horas, se reunieron de manera virtual los integrantes del Jurado:

Presidente: Mg. José Luis Piedra Tineo

Secretario: Mg. Billy Alexis Cayatopa Calderon

Vocal: Mg. Mario Félix Olivera Aldana, para evaluar la Sustentación del Informe Final:

() Trabajo de Investigación

(**X**) Tesis

() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado:

COMPARATIVO ESTRUCTURAL DEL SISTEMA APORTICADO Y ALBAÑILERÍA CONFINADA DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR, JAÉN-CAJAMARCA,

presentado por los Bachilleres **Ever Jorbil Pérez Carrasco y Yeltsin Jhonatan Tequen Acha**, de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

(**X**) Aprobar () Desaprobar (**X**) Unanimidad () Mayoría

Con la siguiente mención:

- | | | |
|----------------|------------|--------|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | () |
| b) Muy bueno | 16, 17 | () |
| c) Bueno | 14, 15 | (14) |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 ò menos | () |

Siendo las 17:15 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Presidente

Secretario

Vocal

ÍNDICE

RESUMEN	X
ABSTRACT	XI
1.1 Problema	13
1.2 Formulación del problema	13
1.3 Justificación	13
1.4 Hipótesis	14
1.5 Antecedentes	14
1.5.1 A nivel internacional.....	14
1.5.2 A nivel nacional	15
1.5.3 A nivel regional.....	16
1.5.4 A nivel local.....	17
1.6 Base teórica.....	18
1.6.1 E.020 Cargas: (Ministerio de Vivienda, 2006)	18
1.6.2 E.030 Diseño sismorresistente:	20
1.6.3 E.060 Concreto Armado:	33
1.6.4 E.070 Albañilería:	38
1.6.5 Arquitectura	44
1.6.6 Definición de los Sistemas Estructurales:.....	45
1.6.7 Ventajas y desventajas del sistema aporticado	46
1.6.8 Ventajas y desventajas del sistema albañilería confinada.....	47
V. OBJETIVOS	48
2.1 Objetivo general.....	48
2.2 Objetivos específicos	48
VI. MATERIALES Y MÉTODOS	49
3.1 Ubicación del proyecto	49
3.2 Tipo de investigación.....	52

3.2.1	Según su finalidad.....	52
3.2.2	Según su alcance.....	52
3.2.3	Según su diseño.....	52
3.2.4	Según su enfoque.....	52
3.3	Población y muestra.....	52
3.3.1	Población.....	52
3.3.2	Muestra.....	52
3.3.3	Muestreo.....	52
3.4	Variables de estudio.....	53
3.4.1	Variable dependiente:.....	53
3.4.2	Variable independiente:.....	53
3.4.3	Operacionalización de variables.....	53
3.5	Métodos.....	53
3.6	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	54
3.6.1	Técnica.....	54
3.6.2	Instrumentos.....	54
3.7	Procedimiento de la investigación.....	54
3.7.1	Descripción del proyecto.....	54
3.8	Estructuración.....	55
3.8.1	Simplicidad y simetría.....	56
3.8.2	Resistencia y ductilidad.....	56
3.8.3	Hiperestaticidad y monolitismo.....	56
3.8.4	Uniformidad y continuidad en la estructura.....	56
3.8.5	Rigidez lateral.....	57
3.8.6	Existencia de losas que permitan considerar a la estructura como una unidad (diafragma rígido).....	57
3.8.7	Elementos no estructurales.....	57

3.9	Predimensionamiento	57
3.9.1	Sistema estructural aporticado	58
3.9.2	Sistema estructural de albañilería confinada.....	67
VII.	RESULTADOS.....	70
4.1	Comparar el comportamiento estructural del sistema aporticado y de albañilería confinada de un edificio multifamiliar de 5 niveles en la ciudad de Jaén.	70
4.2	Modelar los edificios aporticado y albañilería confinada en el programa ETABS 2018. 71	
4.2.1	Sistema aporticado	71
4.2.2	Sistema de albañilería confinada	72
4.3	Evaluar el comportamiento estructural del sistema aporticado del edificio multifamiliar de 5 niveles aplicando programa de cómputo ETABS V.18.	73
4.4	Evaluar el comportamiento estructural del sistema de albañilería confinada del edificio multifamiliar de 5 niveles aplicando programa de cómputo ETABS V.18.....	77
4.5	Contrastar la distribución arquitectónica entre el sistema estructural Aporticado y Albañilería Confinada.....	104
VIII.	DISCUSIÓN	106
5.1	Comparativo estructural del sistema Aporticado y Albañilería confinada	106
5.2	Modelamiento en el programa ETABS 2018.....	106
5.3	Comportamiento estructural del sistema aporticado.....	106
5.4	Comportamiento estructural del sistema de albañilería confinada.	108
5.5	Distribución arquitectónica entre el sistema estructural Aporticado y Albañilería Confinada.....	109
IX.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	110
6.1	Conclusiones.....	110
6.2	Recomendaciones	111
X.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	113
	AGRADECIMIENTO	115

DEDICATORIA	116
ANEXOS	117

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cargas vivas mínimas	19
Tabla 2: Pesos unitarios	19
Tabla 3:Factor de zona.....	20
Tabla 4: Factor de suelo.....	21
Tabla 5: Periodos	21
Tabla 6: Categoría de las edificaciones y factor "U"	22
Tabla 7: Sistema estructural.....	24
Tabla 8: Irregularidades	25
Tabla 9:Irregularidades	26
Tabla 10:Distorciones de entrepiso.....	33
Tabla 11: Resistencia característica de albañilería Mpa (kg/cm ²)	38
Tabla 12: Áreas mínimas de vivienda.....	44
Tabla 13:Area mínima para edificaciones de salud	44
Tabla 14: Área mínima para hospedaje	45
Tabla 15: variables.....	53
Tabla 16: Espesor o peralte mínimo	59
Tabla 17: Factor para predimensionamiento de peralte de losa	59
Tabla 18: Factor para predimensionamiento de vigas principales.....	60
Tabla 19: Factores para predimensionamiento de columnas.....	62
Tabla 20: Calculo del área correspondiente de cada columna.....	63
Tabla 21: Áreas de las columnas teniendo en cuenta la rigidez	65
Tabla 22:Densidad de muros de albañilería en dirección X-X.....	68
Tabla 23: Densidad de muros de albañilería en dirección Y-Y.....	69
Tabla 24: Periodos fundamental y Modos de vibración	73
Tabla 25: Desplazamientos en dirección X-X	74
Tabla 26: Desplazamientos en dirección Y-Y	74

Tabla 27:Drift en dirección X-X.....	74
Tabla 28:Drift en dirección Y-Y	75
Tabla 29: Cortante Estática y Dinámica	76
Tabla 30:Periodo fundamental y Modos de vibración	77
Tabla 31: Desplazamientos en dirección X-X	78
Tabla 32: Desplazamientos en dirección Y-Y	78
Tabla 33: Drift en dirección X-X.....	78
Tabla 34: Drift en dirección Y-Y	79
Tabla 35: Cortante Estática y Dinámica	80
Tabla 36: Esfuerzos axiales primer piso	81
Tabla 37: Esfuerzos axiales del segundo piso.....	82
Tabla 38:Esfuerzos axiales del tercer piso	84
Tabla 39: Esfuerzos axiales del cuarto piso	85
Tabla 40: Esfuerzos axiales del quinto piso.....	87
Tabla 41: Fisuración y Capacidad de corte del primer piso.....	89
Tabla 42: Verificación de cortante.....	91
Tabla 43:Fisuración y capacidad de corte del segundo piso	92
Tabla 44: Verificación de cortante.....	94
Tabla 45:Fisuración y capacidad de corte del tercer piso	95
Tabla 46: Verificación de cortante.....	97
Tabla 47: Fisuración y capacidad de corte del cuarto piso	98
Tabla 48: Verificación de cortante.....	100
Tabla 49: Fisuración y capacidad de corte del quinto piso	101
Tabla 50: Verificación de cortante.....	103
Tabla 51: Categoría y Regularidad de las Edificaciones	121
Tabla 52: Piso blando del portico X-X	121
Tabla 53:Piso bando del portico Y-Y	122

Tabla 54: Piso blando de Albañilería C. X-X.....	122
Tabla 55: Piso blando de Albañilería C. Y-Y.....	122
Tabla 56: Piso débil del portico X-X.....	123
Tabla 57: Piso débil del portico Y-Y.....	123
Tabla 58: Piso débil de albañilería C. X-X.....	123
Tabla 59: Piso débil de albañilería C. Y-Y.....	123
Tabla 60: Masa o Peso del Pórtico.....	124
Tabla 61: Masa o peso de Albañilería.....	124

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:Mapa departamental del Perú	49
Figura 2:Ubicación geográfica de la provincia de Jaén	50
Figura 3: Ubicación geográfica del distrito de Jaén.....	50
Figura 4:Imagen fotográfica del edificio multifamiliar	51
Figura 5:: Imagen de ubicación del edificio multifamiliar	51
Figura 6: Plano de la arquitectura del primer nivel, típico en todos los niveles	55
Figura 7:Estructuración del pórtico	58
Figura 8: Sección de viga.....	60
Figura 9:Referencia de ubicación de columnas	61
Figura 10:Rigidez de pórtico	65
Figura 11:Estructuración de albañilería	67
Figura 12:Modelo tridimensional del edificio	71
Figura 13:Modelo tridimensional renderizado del edificio	71
Figura 14:Modelo tridimensional del edificio	72
Figura 15:Modelo tridimensional renderizado del edificio	72
Figura 16:Deformaciones en dirección X-X.....	75
Figura 17:Deformaciones en dirección Y-Y.....	76
Figura 18:Deformación en dirección X-X.....	79
Figura 19:Deformación en dirección Y-Y	80
Figura 20:Arquitectura de albañilería confinada	104
Figura 21:Arquitectura del pórtico.....	104
Figura 22:Arquitectura del pórtico para hospedaje.....	105
Figura 23:Arquitectura del pórtico para salud.	105
Figura 24:Definición de materiales.....	117
Figura 25:Combinación de cargas	117
Figura 26:Nombre de casos de carga	118

Figura 27: Masa sísmica	118
Figura 28: Definición de materiales.....	119
Figura 29: Combinación de cargas	119
Figura 30: Nombre de casos de carga	120
Figura 31: Masa sísmica	120

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se realizó el análisis del comportamiento estructural sismorresistente entre el sistema aporticado y albañilería confinada del edificio multifamiliar de cinco niveles, que se encuentra ubicado en la urbanización Gran Marañón – Jaén – Cajamarca. La arquitectura estuvo definida previamente, ya que es una construcción existente, el área de construcción es de 214 m², en función a esta arquitectura se procedió a realizar la estructuración y modelamiento de cada sistema estructural en el software Etabs 2018. Se realizó este análisis con el fin de mostrar las ventajas que tiene un sistema estructural frente al otro ante un evento sísmico, tomando en cuenta la filosofía y principios de diseño sismorresistente de la norma E.030. Se observó en los resultados que los valores de desplazamientos del sistema de albañilería confinada están más distantes de los máximos permitidos por la Norma Técnica Peruana, estos no exceden el 20% de lo establecido, a diferencia del sistema aporticado que sus valores alcanzan el 50%, acercándose más a los máximos permitidos por la NTP, pero los dos sistemas estructurales tienen un adecuado comportamiento estructural ante una amenaza sísmica. En cuanto a la arquitectura el sistema estructural Aporticado es más ventajoso debido a que este tiene múltiples usos gracias a la disposición de los muros para moverlos o quitarlos.

PALABRAS CLAVES: Comportamiento Sísmico, Edificio, Estructuras.

ABSTRACT

In the present research work, the analysis of the earthquake-resistant structural behavior between the contributed system and confined masonry of the five-level multi-family building, which is located in the Gran Marañón - Jaén - Cajamarca urbanization, was carried out. The architecture was previously defined, since it is an existing construction, the construction area is 214 m², based on this architecture, the structuring and modeling of each structural system was carried out in the Etabs 2018 software. This analysis was carried out with in order to show the advantages that one structural system has over the other in the event of a seismic event, taking into account the philosophy and principles of earthquake resistant design of the E.030 standard. It was observed in the results that the displacement values of the confined masonry system are more distant from the maximums allowed by the Peruvian Technical Standard, these do not exceed 50% of what is established, unlike the contributed system that their values exceed 50%, getting closer to the maximums allowed by the NTP, but the two structural systems have an adequate structural behavior when faced with a seismic threat. In terms of architecture, the Supported structural system is more advantageous because it has multiple uses thanks to the provision of the walls to move or remove them.

KEY WORDS: Seismic Behavior, Building, Structures

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, desde muchos años atrás se viene evidenciado un gran crecimiento poblacional, tanto así que hoy en día se tiene una tasa de crecimiento anual de 69.50%, el Perú no es ajeno a esta realidad teniendo a Lima como una de las ciudades más pobladas de América Latina (Ladera Romero, 2019).

Toda esta cantidad de personas requieren una vivienda, un espacio en el cual pueden satisfacer sus necesidades básicas, teniendo en cuenta que las viviendas son vital importancia para salvaguardar la vida y la subsistencia entre seres humanos y animales, compensar el incremento poblacional con el crecimiento demográfico plantea un gran desafío y para ello se vienen construyendo edificios multifamiliares, con esto se logra albergar a diferentes familias en un solo edificio. La ciudad de Jaén tiene un crecimiento evidente, tampoco se puede negar el gran uso de la construcción informal, el desconocimiento de los sistemas estructurales en viviendas acarrea consigo múltiples fallas en la estructura, poniendo en riesgo la seguridad de quienes la habitan cuando ocurre un sismo.

Si bien, una de las principales causas de este problema es el desarrollo urbano desorganizado, esto no quita responsabilidad al sector de construcción ya que para obras de construcción de menor escala es frecuente que se prefiera contratar a maestros de obra, estas personas suelen guiar su procedimiento constructivo en base a conocimiento empírico, el cual no necesariamente es el correcto para todos los casos. Es por ello que es necesario realizar un estudio comparativo entre los dos sistemas estructurales como son: Aporticado y la Albañilería Confinada.

Debido que el Perú se encuentra en una zona de peligro sísmico contamos con normas dentro del Reglamento nacional de edificaciones (RNE) que, bajo ciertos parámetros, normalizan el diseño y construcción de edificios para todo uso. En el caso de albañilería se tiene la norma E.070, para concreto armado se tiene la E.060. Cabe mencionar que los dos sistemas se rigen en base a la norma sismorresistente E.030. Esta investigación buscará comparar los resultados de ambos modelos: sus periodos, desplazamientos, fuerzas internas, derivas, etc. Además, se desea poder definir a gran escala cuáles son las ventajas y desventajas de cada modelo.

1.1 Problema

La construcción de edificios destinados a viviendas ha crecido considerablemente en el Perú, así mismo existe un déficit en cuanto a su proyección estructural adecuado, óptimo y funcional. El comportamiento de los edificios ante un evento sísmico depende mucho del sistema estructural elegido para su construcción. “Se estima que las edificaciones de albañilería son entre el 60% y 70 % de la construcción urbana y que entre el 90% y el 95 % de la construcción es rural y que en cuanto a la construcción informal gran proporción es de albañilería”, según (Cruz Godoy (2011) como se citó en (Ramírez & Van, 2017)). Jaén no es ajeno a esta realidad nacional, un gran error muy común que se comete es evaluar el comportamiento estructural sismorresistente del edificio con el sistema Aporticado y construirlo como Albañilería Confinada, esto genera una rigidez desproporcionada en el edificio, generando irregularidades de torción lo cual se debe evitar para minimizar las fallas del edificio. la técnica de albañilería improvisada o autoconstrucción es muy usada en nuestra ciudad, lo cual debería realizarse de acuerdo a los lineamientos del Reglamento Nacional de Edificaciones.

1.2 Formulación del problema

¿Qué diferencias comparativas existen en el comportamiento estructural de los sistemas estructurales Aporticado y Albañilería Confinada ante una amenaza sísmica de un edificio multifamiliar en la ciudad de Jaén - Cajamarca?

1.3 Justificación

Debido a la demanda de la construcción de edificios multifamiliares y la incertidumbre que se tiene en la elección del sistema estructural, no se logra tener un comportamiento sísmico óptimo de la estructura. Este tema es muy importante debido a que las construcciones de edificios de hasta cinco pisos son muy comunes en la ciudad de Jaén.

La investigación es de mucha conveniencia, ya que se contaría con un análisis comparativo para las edificaciones multifamiliares de hasta 5 pisos, además el presente proyecto se sustenta en la necesidad de proteger y dar seguridad a la construcción de edificios multifamiliares. Los resultados del presente proyecto de investigación servirán

para tener un criterio más técnico en la elección de un sistema estructural, siendo beneficiados los profesionales dedicados a este tipo de construcciones como Ingenieros Civiles, Maestros de Obra y la población en general ya que contarán con un edificio multifamiliar eficiente.

1.4 Hipótesis

Los dos sistemas estructurales tienen un adecuado comportamiento estructural ante una amenaza sísmica, ya que satisfacen los lineamientos establecidos en la NTP E. 030.

1.5 Antecedentes

1.5.1 A nivel internacional

(Guarderas & Aníbal, 2015). Desarrollo la tesis titulada “Análisis Comparativo de los Sistemas Estructurales: Aporticado y Muros Portantes, Edificio de 10 Pisos en Quito” la investigación tuvo como objetivo comparar parámetros estructurales generales en dos alternativas constructivas, una aporticada y la otra estructura de igual área con muros portantes, aplicado a un edificio de diez pisos en la ciudad de Quito. La metodología fue: Para ambos sistemas se ingresó la forma geométrica, su distribución en planta y en altura indicadas en el plano de arquitectura al programa ETABS 2015, ingresando las propiedades de los materiales a utilizar, luego se procede con el predimensionamiento de los elementos estructurales, complementando con los datos necesarios para realizar el análisis de la estructura. Llegando a las siguientes conclusiones: 1) El edificio con muros portantes presenta los mayores valores de cortante basal estático y dinámico, esto se debe a que este edificio tiene el mayor peso de las estructuras que se están comparando, esto quiere decir que el sismo le afectara más al edificio más pesado, 2) El edificio aporticado presenta derivas máximas mayores que el edificio con muros lo que lo hace menos rígido y a la vez más susceptible de daños. Estas derivas máximas suceden en el piso siete mientras que las derivas máximas del edificio con muros suceden en el piso diez, 3) El edificio con muros portantes nos da una limitación en la distribución de espacios, podríamos hacer perforaciones, pero esto hace que la rigidez varíe en ese lugar. Su aporte fue: Contribuyo con un estudio que presenta alternativas de sistemas estructurales sismorresistente.

1.5.2 A nivel nacional

(Ladera Romero, 2019). Desarrollo la tesis titulada “Análisis y diseño estructural comparativo entre el sistema aporticado y albañilería confinada de una vivienda multifamiliar en el barrio de san Carlos, distrito de Huancayo 2017”, teniendo como objetivo Analizar qué diferencias comparativas existen en el eficaz comportamiento estructural de los sistemas aporticado y albañilería confinada, frente a un evento sísmico en la construcción de una vivienda multifamiliar. La metodología fue: se aplicó el método cuantitativo debido a que se realizaron cálculos en el programa y verificaciones manuales, para los momentos flectores y fuerzas cortantes pertenecientes a cada elemento estructural. Llegando a las siguientes conclusiones: 1) el sistema estructural aporticado de concreto armado tiene mayor funcionalidad por la facilidad con la cual se puede cambiar la distribución de los ambientes. 2) los periodos fundamentales obtenidos demuestran que el sistema estructural aporticado es más flexible que el sistema estructural de albañilería confinada, debido a que los muros de este último aportan mayor rigidez lateral. 3) las distorsiones producidas por las fuerzas laterales dinámicas para el sistema aporticado son: 0.0063 en dirección “x” y 0.0065 en dirección “y”, teniendo en consideración que estos resultados se encuentran dentro del límite establecidos por la norma, siendo igual a 0.0070. 4) las distorsiones producidas por las fuerzas laterales dinámicas para el sistema de albañilería confinada son: 0.0018 en dirección “x” y 0.0013 en dirección “y”, teniendo en consideración que estos resultados se encuentran dentro del límite establecidos por la norma, siendo igual a 0.0050. 5) El sistema estructural aporticado tiene mayor distorsión y desplazamientos debido a la gran ductilidad de los pórticos, mientras que el sistema estructural de albañilería confinada tiene menor distorsión y desplazamientos debido a su alta rigidez. El aporte fue: El trabajo de investigación pretende mejorar el sector de la construcción mediante la propuesta de la utilización de los sistemas estructurales aporticado y albañilería confinada generando información valiosa ante el desconocimiento de un adecuado comportamiento sísmico.

(Santoyo Curi, 2015). Desarrollo la tesis titulada “Análisis y Diseño Estructural Comparativo entre el Sistema de Muros de Ductilidad Limitada Y Albañilería Confinada de una Vivienda en la Ciudad de Lircay”, teniendo como objetivo: Analizar cuál de los

sistemas estructurales en estudio ofrece un adecuado comportamiento estructural frente a una amenaza sísmica en la construcción de viviendas multifamiliares. La metodología que se utilizó fue: el método descriptivo por que le permitió describir a cada una de las variables de estudio; correlacional porque le permitió diferenciar el procesamiento de datos entre ambos sistemas estructurales. Llegando a las siguientes conclusiones: 1) Tanto el sistema de MDL como el de AC presentan un adecuado y real comportamiento estructural ante la amenaza sísmica, ya que cumplen con los requisitos del Diseño Sismo Resistente y del Diseño Estructural que plantea el RNE de Perú. A nivel de costos, tiempos de ejecución e impacto socioeconómicos, el sistema de MDL presenta mayores ventajas frente al sistema AC, pese a ello no ha sido lo suficientemente ensayado como es el sistema de AC el cual ya ha sido probado y mejorado ampliamente a lo largo de los años. 2) Para garantizar un comportamiento elástico de la estructura frente a sismos moderados y que frente a las acciones de sismos severos la estructura sea reparable, es necesaria que en cada dirección principal del edificio, la resistencia total a cortante sea proporcionada por una adecuada densidad de muros. De ahí se concluye que en AC los elementos estructurales trabajan con valores cercanos a su capacidad máxima resistente. El aporte de su investigación fue: el estudio de un innovador sistema estructural denominado muros de ductilidad limitada, la cual proporciona mayor resistencia, durabilidad y seguridad de vidas humanas.

1.5.3 A nivel regional

(Cruzado & Martín, 2016) Desarrollo la tesis titulada “Comparación del comportamiento estructural de una vivienda multifamiliar proyectada mediante los sistemas de muros de ductilidad limitada y albañilería confinada en la ciudad de Cajamarca”, teniendo como objetivo comparar el comportamiento estructural de una vivienda multifamiliar proyectada mediante los sistemas de muros de ductilidad limitada y albañilería confinada en la ciudad de Cajamarca, la metodología fue: el método descriptivo debido a que describe el comportamiento del edificio con ambos sistemas estructurales y también analítico ya que analiza los resultados obtenidos frente a un comportamiento estático y dinámico, asimismo se tomaron datos iniciales como la arquitectura de la edificación. Llegando a las siguientes conclusiones: Ambos sistemas en estudio cumplen un adecuado comportamiento estructural a nivel de superestructura y cimentación ante una amenaza sísmica ya que cumplen con las delimitaciones de las normas técnicas peruanas que rigen

estos parámetros y diseño. 2) El sistema de muros de ductilidad limitada contempla menos deformaciones en sus niveles teniendo una deformación de 0.0016 y tiende a ser más rígido es por eso que ante sollicitaciones sísmicas su falla puede ser explosiva, mientras tanto el sistema de muros de albañilería confinada tiene una deformación en sus niveles de 0.0035, es por eso que tiende a ser más dúctil y sus deformaciones son más pronunciadas evitando así una falla explosiva ante sollicitaciones sísmicas. 3) Ambos sistemas estructurales tienen sus virtudes y defectos en función al cumplimiento con los requerimientos mínimos de espesor y altura ya que tienen que ser verificados con fuerza axial, flexocompresión, cortante y esbeltez, es por eso que se han tomado espesores de los muros mayores a los mínimos requeridos por la norma. El aporte fue: los resultados de su trabajo permiten a los ingenieros y estudiantes de ingeniería civil conocer los beneficios de construir con el sistema de albañilería confinada o con el de muros de ductilidad limitada, para poder optar por la opción que más convenga.

1.5.4 A nivel local

(Carrasco Zurita & Villanueva Livaque, 2019) Desarrollo la tesis titulada “modelado estructural y diseño sísmico de una edificación de albañilería confinada de 3, 5 y 5 niveles para la ciudad de Jaén”. Teniendo como objetivo realizar el modelo estructural y diseño sísmico de una edificación de albañilería confinada de 3, 4 y 5 para la ciudad de Jaén. La metodología que se utilizó fue: El método descriptivo debido a que solo se procesó la información y métodos descritos en la norma para su posterior aplicación en la investigación. Llegando a los siguientes resultados: 1) El primer periodo de vibración es de 0.145 segundos, el segundo y tercero son 0.104 y 0.089 segundos. 2) La mayor masa participativa se presentan en los tres primeros modos de vibración mostrando así una adecuada configuración estructural, 3) La distorsión máxima de entre piso es 0.000329 en dirección “x” y 0.000229 en dirección “y”. Su aporte fue: encontrar las bases teóricas de la cual se puede partir para realizar un diseño de un edificio de Albañilería Confinada para la ciudad de Jaén.

(Ayala & Lee, 2014) Desarrollo la tesis titulada “Evaluación del Estado Actual de los Muros de Albañilería Confinada en las Viviendas del Sector Fila Alta - Jaén”, Teniendo como objetivo evaluar el estado actual de los muros de Albañilería Confinada en las

viviendas del sector Fila Alta – Jaén, la metodología es una investigación aplicada, cuantitativa, descriptiva comparativa y no experimental. Llegando a las siguientes conclusiones: 1) Las deficiencias técnicas obtenidas en el estudio es que el 100% de muros estudiados están conformados por unidades de albañilería del tipo kin-kong artesanal. El 88% de muros de albañilería confinada del sector Fila Alta tienen espesores de juntas (vertical y horizontal) mayores a 1,5 cm. El 81% de muros se encuentran aplomados, mientras que el 19% se encuentran desplomados, 2) Las patologías presentes en los muros de albañilería del sector de Fila Alta fueron por grietas de nivel moderado en un 1,39%, grietas del nivel fuerte en un 11,11 %, mientras que un 2,78% presentan grietas del tipo severo. El 23,61% de muros de albañilería del sector Fila Alta tienen presencia de eflorescencia del tipo moderado y a su vez el 13,89% presentan eflorescencia de nivel severo. El 37,5% de muros de albañilería presentan problemas de humedad. El aporte de su investigación es que se cuenta con un estudio del estado de las viviendas de albañilería en el sector Fila Alta ya que estas se encuentran en un mal estado debido a deficiencias técnicas que conllevan a muros de albañilería deficientes.

1.6 Base teórica

En el Reglamento Nacional de Edificaciones se encuentran todas las normas que deben cumplir las edificaciones. Cabe indicar que no es obligatorio la aplicación de normas internacionales, salvo se indique dicho reglamento, que es el caso de edificaciones especiales. Tanto el sistema aporticado como el de albañilería confinada tienen que cumplir los requerimientos especificados en la norma E.030 de diseño sismorresistente. Para el diseño estructural se toma en cuenta las siguientes normas.

1.6.1 E.020 Cargas: (Ministerio de Vivienda, 2006)

Carga Viva Mínima Repartida: Se usará como mínimo los valores que se establecen en la Tabla 1 para los diferentes tipos de ocupación o uso, valores que incluyen un margen para condiciones ordinarias de impacto.

- Cuando la ocupación o uso de un espacio no sea conforme con ninguno de los que figuran en la Tabla 1, el proyectista determinará la carga viva justificándola ante las autoridades competentes.

Tabla 1: Cargas vivas mínimas

OCUPACIÓN O USO	CARGAS REPARTIDAS kPa (kgf/m ²)
Viviendas	2.0 (200)
Corredores y escalera	2.0 (200)

Fuente: E. 020 cargas (2006)

Carga viva del techo:

Se diseñarán los techos tomando en cuenta las cargas vivas, las de sismo, viento y otras prescritas a continuación.

- Para los techos con una inclinación hasta de 3° con respecto a al horizontal, 1,0 kPa (100 kgf/m²).
- Para techos con inclinación mayor de 3°, con respecto a la horizontal 1,0 kPa (100 kgf/m²) reducida en 0,05 kPa (5 kgf/m²), por cada grado de pendiente por encima de 3°, hasta un mínimo de 0,50 kPa (59 kgf/m²).

Tabla 2: Pesos unitarios

MATERIALES	PESO kN/m ³ (kg/m ³)
Unidades de albañilería cocidas solidas	18.0 (1800)
Unidades de albañilería cocidas huecas	13.5 (1350)
Concreto simple de grava	23.0 (2300)
Concreto armado	24.0 (2400)
Losas aligeradas armadas en una sola dirección de Concreto Armado con vigueta de 0.1m de ancho y 0.4m entre ejes. Y 0.05m de losa superior	
Espesor del aligerado (m)	
0.17	2.8 (280)
0.20	3.0 (300)
0.25	3.5 (350)
0.30	4.2 (420)

Fuente: E. 020 cargas (2006)

1.6.2 E.030 Diseño sismorresistente:

(Norma E.030 Diseño Sismorresistente, s. f.) La norma E.030 establece los siguientes requisitos para el análisis estructural: Esta Norma establece las condiciones mínimas para el Diseño Sismorresistente de las edificaciones. Mientras no se cuente con normas nacionales específicas para estructuras tales como reservorios, tanques, silos, puentes, torres de transmisión, muelles, estructuras hidráulicas, túneles y todas aquellas cuyo comportamiento sísmico difiera del de las edificaciones, se debe utilizar los valores Z y S del Capítulo II amplificados de acuerdo a la importancia de la estructura considerando la práctica internacional, la aplicación es obligatoria a nivel nacional: Se aplica al diseño de todas las edificaciones nuevas, al reforzamiento de las existentes y a la reparación de las estructuras que resulten dañadas por la acción de los sismos.

a) Zonas sísmicas (Z):

A cada zona se asigna un factor Z según se indica en la Tabla N°1. Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad.

Tabla 3:Factor de zona

ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Fuente: E. 030 diseño sismorresistente (2019)

Parámetros de Sitio (S , TP y TL): Se considera el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores del factor de amplificación del suelo S y de los períodos TP y TL dados en las Tablas N°5.

Tabla 4: Factor de suelo

Suelo zona	S0	S1	S2	S3
Z1	0,80	1,00	1,05	1,10
Z 2	0,80	1,00	1,15	1,20
Z3	0,80	1,00	1,20	1,40
Z4	0,80	1,00	1,60	2,00

Fuente: E. 030 diseño sismorresistente (2019)

Tabla 5: Periodos

	S0	S1	S2	S3
TP (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
TL (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Fuente: E. 030 diseño sismorresistente (2019)

Factor de Amplificación Sísmica (C):

De acuerdo a las características de sitio, se define el factor de ampliación sísmica (C) por las siguientes expresiones:

$$T < TP \quad C = 2,5 ; \quad TP < T < TL \quad C = 2.5. \left(\frac{TP}{T}\right)$$

$$T > TL \quad C = 2.5. \left(\frac{TP \cdot TL}{T^2}\right)$$

T es el período. Este coeficiente se interpreta como el factor de amplificación de la aceleración estructural respecto de la aceleración del suelo.

TP: Periodo que define la plataforma del factor “C”

TL: Periodo que define el inicio de la zona del factor “C” con desplazamiento constante.

b) Categoría, sistema estructural y regularidad de las edificaciones:

Categoría de las Edificaciones y Factor de Uso (U) Cada estructura está clasificada de acuerdo con las categorías indicadas en la Tabla N°5. El factor de uso o importancia (U), definido en la Tabla N°5 se usa según la clasificación que se haga. Para edificios con aislamiento sísmico en la base se puede considerar $U = 1$.

Tabla 6: Categoría de las edificaciones y factor "U"

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
	<p>A2: Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Se incluyen las siguientes edificaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones. - Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. - Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional - Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado. 	1,5

B	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas.	1,3
Edificaciones Importantes	También se consideran depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	
C	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
Edificaciones Comunes		
D	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver
Edificaciones Temporales		nota 2

Fuente: E. 030 diseño sismorresistente (2019)

Nota 1: Las nuevas edificaciones de categoría A1 tienen aislamiento sísmico en la base cuando se encuentren en las zonas sísmicas 4 y 3. En las zonas sísmicas 1 y 2, la entidad responsable puede decidir si usa o no aislamiento sísmico. Si no se utiliza aislamiento sísmico en las zonas sísmicas 1 y 2, el valor de U es como mínimo 1,5.

Nota 2: En estas edificaciones se provee resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales, a criterio del proyectista.

Sistemas Estructurales y Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R_0): Los sistemas estructurales se clasifican según los materiales usados y el sistema de estructuración sismorresistente en cada dirección de análisis, tal como se indica en la siguiente Tabla. Cuando en la dirección de análisis, la edificación presente más de un sistema estructural, se toma el menor coeficiente R_0 que corresponda.

Tabla 7: Sistema estructural

Sistema Estructural	Coefficiente de Reducción R0 (*)
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	5
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	4
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	7
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	4
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera	7(**)

Fuente: E. 030 diseño sismorresistente (2019)

(*) Estos coeficientes se aplican únicamente a estructuras en las que los elementos verticales y horizontales permitan la disipación de la energía manteniendo la estabilidad de la estructura. No se aplican a estructuras tipo péndulo invertido.

(**) Para diseño por esfuerzos admisibles.

Regularidad Estructural:

Las estructuras se clasifican como regulares o irregulares para los fines siguientes:

- a) Establecer los procedimientos de análisis.
- b) Determinar el coeficiente R de reducción de fuerzas sísmicas.

Tabla 8: Irregularidades

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	Factor de Irregularidad I_a
<p>Irregularidad de Rigidez – Piso Blando:</p> <p>Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de la direccione de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 70% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que 80% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes.</p>	
<p>Irregularidades de Resistencia – Piso Débil:</p> <p>Existe irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80% de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	0.75
<p>Irregularidad Extrema de Rigidez (Ver Tabla N°10):</p> <p>Existe irregularidad extrema de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 60% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que 70% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes.</p>	
<p>Las rigideces laterales pueden calcularse como la razón entre la fuerza cortante del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos evaluados para la misma condición de carga.</p>	0.50
<p>Irregularidad Extrema de Resistencia (Ver Tabla N°10):</p> <p>Existe irregularidad extrema de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 65% de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	

Irregularidad de Masa o Peso:

Se tiene irregularidad de masa (o peso) cuando el peso de un piso, determinado según el artículo 26, es mayor que 1,5 veces el peso de un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos. 0.90

Irregularidad Geométrica Vertical:

La configuración es irregular cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 1,3 veces la correspondiente dimensión en un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos. 0.90

Discontinuidad en los Sistemas Resistentes:

Se califica a la estructura como irregular cuando en cualquier elemento que resista más de 10% de la fuerza cortante se tiene un desalineamiento vertical, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento del eje de magnitud mayor que 25% de la correspondiente dimensión del elemento. 0.80

Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes.

Existe discontinuidad extrema cuando la fuerza cortante que resisten los elementos discontinuos según se describen en el ítem anterior, supere el 25% de la fuerza cortante total. 0.60

Fuente: E. 030 diseño sismorresistente (2019)

Tabla 9: Irregularidades

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA	Factor de Irregularidad
<p>Irregularidad Torsional:</p> <p>Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio (Δ máx.) en esa dirección, calculado incluyendo excentricidad accidental, es mayor que 1,3 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos</p>	0.75

del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ prom).

Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50% del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N°11.

Irregularidad Torsional Extrema (Ver Tabla N°10)

Existe irregularidad torsional extrema cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio (Δ máx.) en esa dirección, calculado incluyendo excentricidad accidental, es mayor que 1,5 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ prom).

0.90

Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50% del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N°11.

Esquinas Entrantes:

La estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20% de la correspondiente dimensión total en planta.

0.90

Discontinuidad del Diafragma:

La estructura se califica como irregular cuando los diafragmas tienen discontinuidades abruptas o variaciones importantes en rigidez, incluyendo aberturas mayores que 50% del área bruta del diafragma. También existe irregularidad cuando, en cualquiera de los pisos y para cualquiera de las direcciones de análisis, se tiene alguna sección transversal del diafragma con un área neta resistente menor que 25% del área de la sección

0.85

transversal total de la misma dirección calculada con las dimensiones totales de la planta.

Sistemas no Paralelos:

Se considera que existe irregularidad cuando en cualquiera de las direcciones de análisis los elementos resistentes a fuerzas laterales no son paralelos. No se aplica si los ejes de los pórticos o muros forman ángulos menores que 30° ni cuando los elementos no paralelos resisten menos que 10% de la fuerza cortante del piso. 0.90

Fuente: E. 030 diseño sismorresistente (2019)

Coefficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas, R:

El coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas se determina como el producto del coeficiente R_0 determinado a partir de la Tabla N°7 y de los factores I_a , I_p obtenidos de las Tablas N°8 y N°9. De la E. 030 del RNE.

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$$

R_0 : Coeficiente básico de reducción de fuerza sísmica.

I_a : Factor de irregularidad en altura.

I_p : Factor de irregularidad en planta.

c) Consideraciones Generales para el Análisis:

- Para estructuras regulares, el análisis puede hacerse considerando que el total de la fuerza sísmica se ejerce independientemente en dos direcciones ortogonales predominantes. Para estructuras irregulares se supone que la acción sísmica ocurre en la dirección que resulte más desfavorable para el diseño.
- Las solicitaciones sísmicas verticales se consideran en el diseño de los elementos verticales, en elementos horizontales de gran luz, en elementos post o pre tensados y en los voladizos o salientes de un edificio. Se considera que la fuerza sísmica vertical actúa en los elementos simultáneamente con la fuerza sísmica horizontal y en el sentido más desfavorable para el análisis.

d) Modelos para el Análisis:

-El modelo para el análisis considera una distribución espacial de masas y rigideces que sean adecuadas para representar los aspectos más significativos del comportamiento dinámico de la estructura.

-Para propósitos de esta Norma, las estructuras de concreto armado y albañilería pueden ser analizadas considerando las inercias de las secciones brutas, ignorando la fisuración y el refuerzo.

- Para edificios en los que se pueda razonablemente suponer que los sistemas de piso funcionan como diafragmas rígidos, se puede usar un modelo con masas concentradas y tres grados de libertad por diafragma, asociados a dos componentes ortogonales de traslación horizontal y una rotación. En tal caso, las deformaciones de los elementos se compatibilizan mediante la condición de diafragma rígido y la distribución en planta de las fuerzas horizontales se hace en función a las rigideces de los elementos resistentes.

- Se verifica que los diafragmas tengan la rigidez y resistencia suficiente para asegurar la distribución antes mencionada, en caso contrario, se toma en cuenta su flexibilidad para la distribución de las fuerzas sísmicas.

- El modelo estructural incluye la tabiquería que no esté debidamente aislada.

- Para los pisos que no constituyan diafragmas rígidos, los elementos resistentes son diseñados para las fuerzas horizontales que directamente les corresponde.

- En los edificios cuyos elementos estructurales predominantes sean muros, se considera un modelo que tome en cuenta la interacción entre muros en direcciones perpendiculares (muros en H, muros en T y muros en L).

e) Estimación del Peso (P):

El peso (P) se calcula adicionando a la carga permanente y total de la edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga que se determina de la siguiente manera:

- En edificaciones de las categorías A y B, se toma el 50% de la carga viva.

- En edificaciones de la categoría C, se toma el 25% de la carga viva.

- En depósitos, se toma el 80% del peso total que es posible almacenar.

- En azoteas y techos en general se toma el 25% de la carga viva.

- En estructuras de tanques, silos y estructuras similares se considera el 100% de la carga que puede contener.

f) Procedimientos de Análisis Sísmico:

Se utiliza uno de los procedimientos siguientes, considerando un modelo de comportamiento lineal y elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas.

- Análisis estático o de fuerzas estáticas equivalentes.
- Análisis dinámico modal espectral.

Análisis Estático o de Fuerzas Estáticas Equivalentes:

- Este método representa las solicitaciones sísmicas mediante un conjunto de fuerzas actuando en el centro de masas de cada nivel de la edificación.
- Pueden analizarse mediante este procedimiento todas las estructuras regulares o irregulares ubicadas en la zona sísmica 1. En las otras zonas sísmicas puede emplearse este procedimiento para las estructuras caticadas como regulares, según el artículo 19, de no más de 30 m de altura, y para las estructuras de muros portantes de concreto armado y albañilería armada o confinada de no más de 15 m de altura.

Fuerza Cortante en la Base:

La fuerza cortante total en la base de la estructura, correspondiente a la dirección considerada, se determina por la siguiente expresión:

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

Z: Factor de zona, U: Factor de uso o importancia, C: Factor de amplificación sísmica, S: Factor de amplificación de suelo, P: Peso total de la edificación, R: coeficiente de reducción de fuerza sísmica.

- El valor de C/R no se considera menor que:

$$\frac{C}{R} \geq 0.11$$

Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura (α_i):

Las fuerzas sísmicas horizontales en cualquier nivel i, correspondientes a la dirección considerada, se calculan mediante:

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

Donde: P_i : Peso del nivel "i", h_i : Altura del nivel "i" con relación al nivel del terreno.

n : Número de pisos del edificio, k : es un exponente relacionado con el período fundamental de vibración de la estructura (T), en la dirección considerada, que se calcula de acuerdo a:

- Para T menor o igual a 0,5 segundos: $k = 1,0$.
- Para T mayor que 0,5 segundos: $k = (0,75 + 0,5 T) \leq 2,0$.

Período Fundamental de Vibración:

El período fundamental de vibración para cada dirección se estima con la siguiente expresión:

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

Donde:

h_n : Altura total del edificio en metros.

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

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

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

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

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

Excentricidad Accidental:

Para estructuras con diafragmas rígidos, se supone que la fuerza en cada nivel (F_i) actúa en el centro de masas del nivel respectivo y se considera además de la excentricidad propia de la estructura el efecto de excentricidades accidentales (en cada dirección de análisis) como se indica a continuación:

- En el centro de masas de cada nivel, además de la fuerza lateral estática actuante, se aplica un momento torsor accidental (M_{ti}) que se calcula como:

$$M_{ti} = \pm F_i * e_i$$

M_{ti} : Momento torsor accidental en el nivel "i", F_i : Fuerza sísmica horizontal en el nivel "i", e_i : Excentricidad accidental en el nivel "i".

Para cada dirección de análisis, la excentricidad accidental en cada nivel (e_i), se considera como 0,05 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la dirección de análisis.

- Se puede suponer que las condiciones más desfavorables se obtienen considerando las excentricidades accidentales con el mismo signo en todos los niveles. Se consideran únicamente los incrementos de las fuerzas horizontales no así las disminuciones.

Fuerzas Sísmicas Verticales:

- La fuerza sísmica vertical se considera como una fracción del peso igual a $2/3 \cdot Z \cdot U \cdot S$.

Análisis Dinámico Modal Espectral:

Cualquier estructura puede ser diseñada usando los resultados de los análisis dinámicos por combinación modal espectral según lo especificado en este numeral.

Modos de Vibración:

- Los modos de vibración pueden determinarse por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas.

- En cada dirección se consideran aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa total, pero se toma en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis.

Aceleración Espectral:

- Para cada una de las direcciones horizontales analizadas se utiliza un espectro inelástico de pseudo- aceleraciones definido por:

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

S_a : Espectro de pseudo aceleraciones, g : aceleración de la gravedad, Z : Factor de zona, U : Factor de uso o importancia, C : Factor de amplificación sísmica, S : Factor de amplificación de suelo, P : Peso total de la edificación, R : coeficiente de reducción de fuerza sísmica.

Determinación de Desplazamientos Laterales:

- Para estructuras regulares, los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por $0,75 R$ los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las solicitaciones

sísmicas reducidas. Para estructuras irregulares, los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por 0,85 R los resultados obtenidos del análisis lineal elástico.

- Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso, calculado, no excede la fracción de la altura de entrepiso (distorsión) que se indica en la Tabla siguiente.

Tabla 10:Distorciones de entrepiso

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

Fuente: E. 030 diseño sismorresistente (2019)

Nota: Los límites de la distorsión (deriva) para estructuras de uso industrial son establecidos por el proyectista, pero en ningún caso exceden el doble de los valores de esta Tabla.

1.6.3 E.060 Concreto Armado:

(norma e 060 concreto armado 2020, s. f.) Norma Peruana de Concreto Armado E-60: establece en sus requisitos generales: Los requisitos y exigencias mínimas para el análisis, el diseño, los materiales, la construcción, el control de calidad y la supervisión de estructuras de concreto armado, preesforzado y simple. Análisis y Diseño Estructural Comparativo Los planos y las especificaciones técnicas del proyecto estructural deberán cumplir con esta Norma. Lo establecido en esta Norma tiene prioridad cuando está en discrepancia con o tras normas a las que ella hace referencia. Para estructuras especiales tales como arcos, tanques, reservorios, depósitos, silos, chimeneas y estructuras

resistentes a explosiones, las disposiciones de esta Norma regirán en lo que sean aplicables. El diseño y construcción de losas de concreto estructural, vaciadas sobre moldes permanentes de acero consideradas como no compuestas, están regidos por esta Norma.

a) Métodos de diseño:

- Para el diseño de estructuras de concreto armado se utilizará el Diseño por Resistencia. Deberá proporcionarse a todas las secciones de los elementos estructurales Resistencias de Diseño (ΦR_n) adecuadas, de acuerdo con las disposiciones de esta Norma, utilizando los factores de carga (amplificación) y los factores de reducción de resistencia, Φ , especificados en el Capítulo 9 de la E.060.

- Se comprobará que la respuesta de los elementos estructurales en condiciones de servicio (deflexiones, agrietamiento, vibraciones, fatiga, etc.) queden limitadas a valores tales que el funcionamiento sea satisfactorio.

Cargas:

- Las estructuras deberán diseñarse para resistir todas las cargas que puedan obrar sobre ella durante su vida útil.

- Las cargas serán las estipuladas en la Norma Técnica de Edificación E.020 Cargas, con las reducciones de sobrecarga que en ella se permiten, y las acciones sísmicas serán las prescritas en la Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente.

- Deberá prestarse especial atención a los efectos ocasionados por el preesforzado, las cargas de montaje y construcción, cargas de puentes grúa, vibración, impacto, retracción, variaciones de temperatura, flujo plástico, expansión de concretos de retracción compensada y asentamientos diferenciales de los apoyos.

Métodos de análisis:

- Todos los elementos estructurales deberán diseñarse para resistir los efectos máximos producidos por las cargas amplificadas, determinados por medio del análisis estructural, suponiendo una respuesta lineal elástica de la estructura, excepto cuando se modifiquen los momentos flectores de acuerdo con 8.4. Se permite simplificar el diseño usando las suposiciones indicadas en 8.6 a 8.9 del E. 060.

- En pórticos arriostrados lateralmente, para calcular los momentos debidos a cargas de gravedad en las vigas y columnas construidas monolíticamente con la estructura, se

podrán considerar empotrados los extremos lejanos de las columnas de ambos entrepisos.
Módulo de elasticidad y módulo de corte:

- Para concretos de peso unitario w_c comprendido entre 1450 y 2500 kg/m³, el módulo de elasticidad, E_c , para el concreto puede tomarse como:

$$E_c = (w_c)^{1.5} 0.043 \sqrt{f'_c} \quad \text{en MPa}$$

E_c : Módulo de elasticidad del concreto en MPa, w_c : Peso unitario del concreto en kg/m³, f'_c : Resistencia especificada a la compresión del concreto.

- Para concretos de peso unitario normal ($w_c = 2300$ kg/m³) E_c , puede tomarse como:

$$E_c = 4700 \sqrt{f'_c} \quad \text{en MPa}$$

- Pueden usarse otros valores de E_c que estén suficientemente respaldados por resultados de laboratorio.

- En ausencia de resultados experimentales confiables, el módulo de rigidez al esfuerzo cortante del concreto se podrá suponer igual a:

$$G = \frac{E_c}{2.3}$$

G: Modulo de rigidez.

- El módulo de elasticidad, E_s , para el acero de refuerzo no preesforzado puede tomarse como 200 000 MPa.

- El módulo de elasticidad, (E_p), para el acero de preesforzado deberá determinarse mediante ensayos o será suministrado por el fabricante.

Columnas:

- Las columnas se deben diseñar para resistir las fuerzas axiales que provienen de las cargas amplificadas de todos los pisos, y el momento máximo debido a las cargas amplificadas, considerando la carga viva actuando en solo uno de los tramos adyacentes del piso o techo bajo consideración. También debe considerarse la condición de carga que produzca la máxima relación (excentricidad) entre el momento y carga axial.

- En pórticos o en elementos continuos deberá prestarse atención al efecto de las cargas no balanceadas de los pisos, tanto en las columnas exteriores como en las interiores, y a la carga excéntrica debida a otras causas.

Disposición de la carga viva:

- Para la determinación de los momentos flectores y fuerzas cortantes en las vigas y columnas ocasionados por las cargas de gravedad en pórticos arriostrados lateralmente, se permitirá utilizar el modelo simplificado indicado en 8.3.3 de la E. 060 del RNE,

- Las disposiciones de las cargas está limitada a las combinaciones siguientes:

(*) Carga muerta amplificada en todos los tramos con la carga viva amplificada en dos tramos adyacentes.

(*) Carga muerta amplificada en todos los tramos con la carga viva amplificada en tramos alternados.

b) Requisitos de resistencia y de servicio:

Las estructuras y los elementos estructurales deberán diseñarse para obtener en todas sus secciones resistencias de diseño (ΦR_n) por lo menos iguales a las resistencias requeridas (R_u), calculadas para las cargas y fuerzas amplificadas en las combinaciones que se estipulan en esta Norma. En todas las secciones de los elementos estructurales deberá cumplirse:

$$\Phi R_n \geq R_u$$

Las estructuras y los elementos estructurales deberán cumplir además con todos los demás requisitos de esta Norma, para garantizar un comportamiento adecuado bajo cargas de servicio.

Resistencia requerida:

Descripción de términos:

CM: Carga muerta, *CV*: Carga viva, *CV_i*: Carga de viento, *CS*: Carga producidas por el sismo, *CE*: Carga debido al peso y empuje del suelo, *CL*: Cargas debidas al peso y presión de fluidos con densidades bien definidas y alturas máximas controlables, *CT*: Efectos acumulados de variación de temperatura, asentamiento diferencial.

- La resistencia requerida para cargas muertas (*CM*) y cargas vivas (*CV*) será como mínimo (Mendez Leon & Diaz Siesquen, 2019):

$$U = 1,4 CM + 1,7 CV$$

- Si en el diseño se tuvieron que considerar cargas de viento (*CV_i*), además de lo indicado en la resistencia requerida será como mínimo:

$$U = 1,25 (CM + CV \pm CV_i)$$

$$U = 0,9 CM \pm 1,25 CVi$$

- Si en el diseño se tuvieran que considerar cargas de sismo (*CS*), además de lo indicado en la resistencia requerida será como mínimo:

$$U = 1,25 (CM + CV) \pm CS$$

$$U = 0,9 CM \pm CS$$

No será necesario considerar acciones de sismo y de viento simultáneamente.

- Si fuera necesario incluir en el diseño el efecto del peso y empuje lateral de los suelos (*CE*), la presión ejercida por el agua contenida en el suelo o la presión y peso ejercidos por otros materiales, además de lo indicado en 9.2.1, la resistencia requerida será como mínimo:

$$U = 1,4 CM + 1,7 CV + 1,7 CE$$

En el caso en que la carga muerta o la carga viva reduzcan el efecto del empuje lateral, se usará:

$$U = 0,9 CM + 1,7 CE$$

- Si fuera necesario incluir en el diseño el efecto de cargas debidas a peso y presión de líquidos (*CL*) con densidades bien definidas y alturas máximas controladas, además de lo indicado en 9.2.1 de la E.060. la resistencia requerida será como mínimo:

$$U = 1,4 CM + 1,7 CV + 1,4 CL$$

- Si fuera necesario incluir en el diseño el efecto de cargas de impacto, éstas deberán incluirse en la carga viva (*CV*).

- Si fuera necesario incluir en el diseño el efecto de las cargas de nieve o granizo, éstas deberán considerarse como cargas vivas (*CV*).

- Si fuera necesario incluir los efectos (*CT*) de los asentamientos diferenciales, flujo plástico del concreto, retracción restringida del concreto, expansión de concretos con retracción compensada o cambios de temperatura, la resistencia requerida, además de lo indicado en 9.2.1. de la E 060 del RNE. Deberá ser como mínimo:

$$U = 1,05 CM + 1,25 CV + 1,05 CT$$

$$U = 1,4 CM + 1,4 CT$$

Las estimaciones de los asentamientos diferenciales, flujo plástico del concreto, retracción restringida, la expansión de concretos de retracción compensada o cambios de temperatura deben basarse en una determinación realista de tales efectos durante la vida útil de la estructura.

- Para el diseño de zonas de anclaje de tendones de postensado, se aplicará un factor de carga de 1,2 a la fuerza máxima aplicada por el gato.

1.6.4 E.070 Albañilería:

(Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006) Esta Norma establece los requisitos y las exigencias mínimas para el análisis, e diseño, los materiales, la construcción, el control de calidad y la inspección de las Edificaciones de albañilería estructuradas principalmente Por muros confinados y por muros armados.

- Para estructuras especiales de albañilería, tales Como arcos, chimeneas, muros de contención y reservorios, las exigencias de esta Norma serán satisfechas en la medida que sean aplicables.

- Los sistemas de albañilería que estén fuera del alcance de esta Norma, deberán se aprobados mediante Resolución del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento luego de ser evaluados por SENCICO.

- El concreto deberá tener una resistencia a compresión $f'c$ mayor o igual a 17.5MPa(175kg/cm²) Resistencia característica de albañilería Mpa (kg/cm²)

Tabla 11: Resistencia característica de albañilería Mpa (kg/cm²)

Materia prima	Denominación		UNIDAD f´b	PILAS f´m	MURETES v´m
Arcilla	King Artesanal	Kong	5,4 (55)	3,4 (35)	0,5 (5,1)
	King Industrial	Kong	14,2 (145)	6,4 (65)	0,8 (8,1)
	Rejilla Industrial		21,1 (215)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
Sílice-cal	King Normal	Kong	15,7 (160)	10,8 (110)	1,0 (9,7)
	Dédalo		14,2 (145)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
	Estándar y mecano (*)		14,2 (145)	10,8 (110)	0,9 (9,2)

Nota: (*) Utilizados para la construcción de muros armados.

Fuente: E.070 Albañilería (2006)

a) Estructuración:

Estructura con diafragma rígido:

- Debe preferirse edificaciones con diafragma rígido y continuo, es decir, edificaciones en las que las losas de piso, el techo y la cimentación, actúen como elementos que integran a los muros portantes y compatibilicen sus desplazamientos laterales.
- Podrá considerarse que el diafragma es rígido cuando la relación entre sus lados no excede de 4. Se deberá considerar y evaluar el efecto que sobre la rigidez del diafragma tienen las aberturas y discontinuidades en la losa.
- Los diafragmas deben tener una conexión firme y permanente con todos los muros para asegurar que cumplan con la función de distribuir las fuerzas laterales en proporción a la rigidez de los muros y servirles, además, como arriostres horizontales.
- Los diafragmas deben distribuir la carga de gravedad sobre todos los muros que componen a la edificación, con los objetivos principales de incrementarles su ductilidad y su resistencia al corte, en consecuencia, es recomendable el uso de losas macizas o aligeradas armadas en dos direcciones. Es posible el uso de losas unidireccionales siempre y cuando los esfuerzos axiales en los muros no excedan del valor indicado en el Artículo 19 (19.1.b) de la E.070 del RNE.
- Los diafragmas formados por elementos prefabricados deben tener conexiones que permitan conformar, de manera permanente, un sistema rígido que cumpla las funciones indicadas en los Artículos 14 (14.1 y 14.2).
- La cimentación debe constituir el primer diafragma rígido en la base de los muros deberá tener la rigidez necesaria para evitar que asentamientos diferenciales produzcan daños en los muros.

Configuración del edificio:

El sistema estructural de las edificaciones de albañilería estará compuesto por muros dúctiles dispuestos en las direcciones principales del edificio, integrados por los diafragmas especificados en el Artículo 14 y arriostrados según se indica en el Artículo 18, La configuración de los edificios con diafragma rígido debe tender a lograr:

- Plantas simples y regulares. Las plantas con formas de L, T, etc., deberán ser evitadas o, en todo caso, se dividirán en formas simples.
- Simetría en la distribución de masas y en la disposición de los muros en planta, de manera que se logre una razonable simetría en la rigidez lateral de cada piso y se cumpla

las restricciones por torsión especificadas en la Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente.

- Proporciones entre las dimensiones mayor y menor, que en planta estén comprendida entre 1 a 4, y en elevación sea menor que 4.
- Regularidad en planta y elevación, evitando cambios bruscos de rigideces, masas y discontinuidades en la transmisión de las fuerzas de gravedad y horizontales a través de los muros hacia la cimentación.
- Vigas dinteles preferentemente peraltadas (hasta 60 cm) para el caso en que el edificio se encuentre estructurado por muros confinados, y con un peralte igual al espesor de la losa del piso para el caso en que el edificio esté estructurado por muros armados (*).

Los muros portantes deberán tener.

- Una sección transversal preferentemente simétrica.
- Continuidad vertical hasta la cimentación.
- Una longitud mayor ó igual a 1,20 m para ser considerados. como contribuyentes en la resistencia a las fuerzas horizontales.
- Longitudes preferentemente uniformes en cada di- rección.
- La distancia máxima entre juntas de control es de 8m, en el caso de muros con unidades de concreto y de 25m en el caso de muros con unidades de arcilla.
- Arriostre según se especifica en el Artículo 18 de la E 070 del RNE.
- Espesor Efectivo (t). El espesor efectivo mínimo será:

$$t \geq \frac{h}{20} \quad \text{Para zona sismica 3 y 4}$$

$$t \geq \frac{h}{25} \quad \text{Para zona sismica 1 y 2}$$

h: es la altura libre entre los elementos de arriostre horizontales o la altura efectiva de pandeo (ver Artículo 3 (3.6)).

- Esfuerzo Axial Máximo. El esfuerzo axial máximo (σ_m) producido por la carga de gravedad máxima de servicio (P_m), incluyendo el 100% de sobrecarga, será inferior a:

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t} \leq 0.2f'_m \left(1 - \left(\frac{h}{35t}\right)^2\right) \leq 0.15f_m$$

Donde: L : es la longitud total del muro (incluyendo el peralte de las columnas para el caso de los muros confinados). t : Espesor efectivo del muro, P_m : carga gravitacional del muro de servicio en un muro metrada con el 100% de sobrecarga, f'_m : Resistencia característica a compresión axial de la albañilería, h : Altura de entrepiso.

De no cumplirse esta expresión habrá que mejorar la calidad de la albañilería f_m , aumentar el espesor del muro, transformarlo en concreto armado, o ver la manera de reducir la magnitud de la carga axial P_m

- Densidad Mínima de Muros Reforzados. La densidad mínima de muros portantes a reforzaren cada dirección del edificio se obtendrá mediante la siguiente expresión:

$$\frac{\text{Area de corte de los muros reforzados}}{\text{Area de la planta típica}} = \frac{\sum L * t}{A_p} \geq \frac{Z * U * S * N}{56}$$

Donde: Z , U y S corresponden a los factores de zona sísmica, importancia y de suelo, respectivamente, especificados en la NTE E.030 Diseño Sismorresistente.

N : es el número de pisos del edificio.

L : es la longitud total del muro (incluyendo columnas, sí existiesen).

t : es el espesor efectivo del muro.

Albañilería confinada:

- Se considerará como muro portante confinado, aquél que cumpla las siguientes condiciones:

(*) Que quede enmarcado en sus cuatro lados por elementos de concreto armado verticales (columnas) y horizontales (vigas soleras), aceptándose la cimentación de concreto como elemento de confinamiento horizontal para el caso de los muros ubicados en el primer piso.

(*) Que la distancia máxima centro a centro entre las columnas de confinamiento sea dos veces la distancia entre los elementos horizontales de refuerzo y no mayor que 5 m.

(*) Que los elementos de confinamiento funcionen integralmente con la albañilería.

(*) Que se utilice en los elementos de confinamiento, concreto con $f'_c \geq 175 \text{ kg/cm}^2$

- El espesor mínimo de las columnas y solera será igual al espesor efectivo del muro.

- El peralte mínimo de la viga solera será igual al espesor de la losa de techo.

- El peralte mínimo de la columna de confinamiento será de 15 cm. En el caso que se discontinúen las vigas soleras, por la presencia de ductos en la losa del techo o porque el muro llega a un límite de propiedad, el peralte mínimo de la columna de confinamiento respectiva deberá ser suficiente como para permitir el anclaje de la parte recta del refuerzo longitudinal existente en la viga solera más el recubrimiento respectivo.
- Cuando se utilice refuerzo horizontal en los muros confinados, las varillas de refuerzo penetrarán en las columnas de confinamiento por lo menos 12,50 cm y terminarán en gancho a 90°, vertical de 10 cm de longitud.

b) Análisis estructural

- Sismo severo. Es aquél proporcionado por la NTE E.030 Diseño Sismorresistente, empleando un coeficiente de reducción de la sollicitación sísmica $R = 3$.
- Sismo moderado. Proporciona fuerzas de equivalentes a la mitad del sismo severo».

Consideraciones generales:

- El diseño de los muros cubra todo su rango de comportamiento desde la etapa elástica hasta su probable incursión en el rango inelástico, proveendo suficiente ductilidad y control de la degradación de resistencia y rigidez. El diseño es por el método de resistencia, con criterios de desempeño. El diseño está orientado, en consecuencia, a proteger a la estructura contra daños ante eventos sísmicos frecuentes (sismo moderado) y a proveer la necesaria resistencia para soportar el sismo severo, conduciendo el tipo de falla y limitando la degradación de resistencia y rigidez con el propósito de limitar el nivel de daños en los muros, de manera que éstos sean económicamente reparables mediante procedimientos sencillos.

Para los propósitos de esta Norma, se establece los siguientes considerandos:

- El «sismo moderado» no debe producir la fisuración de ningún muro portante.
- Los elementos de acoplamiento entre muros deben funcionar como una primera línea de resistencia sísmica, disipando energía antes de que fallen los muros de albañilería, por lo que esos elementos deberán conducirse hacia una falla dúctil por flexión.
- El límite máximo de la distorsión angular ante la acción del «sismo severo» se fija en 1/200, para permitir que el muro sea reparable pasado el evento sísmico.
- Los muros deben ser diseñados por capacidad de tal modo que puedan soportar la carga asociada a su incursión inelástica, y que proporcionen al edificio una resistencia a corte mayor o igual que la carga producida por el «sismo severo».

- Se asume que la forma de falla de los muros confinados ante la acción del «sismo severo» será por corte, independientemente de su esbeltez.

Análisis:

- El análisis estructural de los edificios de albañilería se realizará por métodos elásticos teniendo en cuenta los efectos causados por las cargas muertas, las cargas vivas y el sismo. La carga gravitacional para cada muro podrá ser obtenida por cualquier método racional.

- La determinación del cortante basal y su distribución en elevación, se hará de acuerdo a lo indicado en la NTE E.030 Diseño Sismorresistente.

- El análisis considerará las características del diafragma que forman las losas de techo se deberá considerar el efecto que sobre la rigidez del diafragma tienen las aberturas y las discontinuidades en la losa.

- El análisis considerará la participación de aquellos muros no portantes que no hayan sido aislados de la estructura principal. Cuando los muros se construyan integralmente con el alféizar, el efecto de éste deberá considerarse en el análisis.

- La distribución de la fuerza cortante en planta se hará teniendo en cuenta las torsiones existentes y reglamentarias. La rigidez de cada muro podrá determinarse suponiéndolo en voladizo cuando no existan vigas de acoplamiento, y se considerará acoplado cuando existan vigas de acoplamiento diseñadas para comportarse dúctilmente.

- Para el cálculo de la rigidez de los muros, se agregará a su sección transversal el 25% de la sección transversal de aquellos muros que concurren ortogonalmente al muro en análisis ó 6 veces su espesor, lo que sea mayor. Cuando un muro transversal concorra a dos muros, su contribución a cada muro no excederá de la mitad de su longitud. La rigidez lateral de un muro confinado deberá evaluarse transformando el concreto de sus columnas de confinamiento en área equivalente de albañilería, multiplicando su espesor real por la relación de módulos de elasticidad E_c/E_m ; el centroide de dicha área equivalente coincidirá con el de la columna de confinamiento.

- El módulo de elasticidad (E_m) y el módulo de corte (G_m) para la albañilería se considerará como sigue:

Unidades de arcilla: $E_m = 500f_m$

Unidades de silico-calcareas: $E_m = 600f_m$

Unidades de concreto vibrado: $E_m = 700f_m$

Para todo tipo de unidad de albañilería: $G_m = 0.4E_m$

1.6.5 Arquitectura

Los espacios y volumen de los ambientes de la edificación deben ser necesarios para “realizar las funciones a las cuales son asignadas, albergar el número de personas propuesto, permitir la circulación de las personas, así como su evacuación, distribuir el mobiliario o equipamiento previsto” (Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, 2014).

En las siguientes tablas se muestran las áreas mínimas según el uso del edificio:

Tabla 12: Áreas mínimas de vivienda

Parte de la vivienda	Área mínima (m ²)
Pasillos	0.9 m
Cocina	12
Comedor	8-10
Estar	9-12
Sala-comedor	15
Baño	3-5
Cuarto principal	10-12
Habitación doble	8-12
Habitación sencilla	6-8

Fuente: Adaptado de <http://www.umacon.com/noticia.php/es/cuantos-m2-necesitamos-para-una-vivienda/443> (2017)

Tabla 13: Área mínima para edificaciones de salud

Ambiente	M ² por persona
Áreas de servicios ambulatorios y diagnóstico	6.0
Sector de habitaciones	8.0
Oficinas administrativas	10.0
Áreas de tratamiento a pacientes internos	20.0
Salas de espera	0.8
Servicios auxiliares	8.0
Depósitos y almacenes	30.0

Fuente: Adaptado de A.050 Salud (2012)

Tabla 14: Área mínima para hospedaje

Tipo	Mt2 por persona
Hoteles de 4 y 5 estrellas	18.0
Hoteles de 2 y 3 estrellas	15.0
Hoteles de 1 estrella	12.0
Apart-hotel de 4 y 5 estrellas	20.0
Apart-hotel de 3 estrellas	17.0
Hostal de 1 a 3 estrellas	12.0
Establecimiento de hospedaje	12.0

Fuente: Adaptado de A.030 hospedaje (2019)

El número de ocupantes de una edificación de oficinas se calcula a razón de 9.5m² por persona, con una altura mínima de 2.4m (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006).

1.6.6 Definición de los Sistemas Estructurales:

a) Estructuras de Concreto Armado (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018)

- Pórticos.

Por lo menos el 80% de la fuerza de cortante en la base actúa sobre las columnas de los pórticos. En caso se tengan muros estructurales, estos deberán diseñarse para resistir una fracción de la acción sísmica total de acuerdo a su rigidez.

- Muros estructurales.

Sistema en el que la resistencia sísmica está dada predominantemente por muros estructurales sobre los que actúa por lo menos el 70% de la fuerza cortante en la base.

- Dual.

Las acciones sísmicas son resistidas por una combinación de Pórticos y Muros Estructurales. La fuerza cortante que toman los muros es mayor que 20% y menor que 70 % del cortante en la base del edificio.

- Edificaciones de Muros de Ductilidad Limitada (EMDL).

Edificaciones que se caracterizan por tener un sistema estructural donde la resistencia sísmica y las cargas de gravedad está dada por muros de concreto armado de espesores

reducidos, en los que se prescinde de extremos confinados y el esfuerzo vertical se dispone en una sola capa. Con este sistema se pueden construir como máximo ocho pisos.

b) Estructuras de albañilería (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006)

- Albañilería o Mampostería. Material estructural compuesto por «unidades de albañilería» asentadas con mortero o por «unidades de albañilería» apiladas, en cuyo caso son integradas con concreto líquido.

- Albañilería Armada.

Albañilería reforzada interiormente con varillas de acero distribuidas vertical y horizontalmente e integrada mediante concreto líquido, de tal manera que los diferentes componentes actúen conjuntamente para resistir los esfuerzos. A los muros de Albañilería Armada también se les denomina Muros Armados.

- Albañilería Confinada.

Albañilería reforzada con elementos de concreto armado en todo su perímetro, vaciado posteriormente a la construcción de la albañilería. La cimentación de concreto se considerará como confinamiento horizontal para los muros del primer nivel.

- Albañilería No Reforzada.

Albañilería sin refuerzo (Albañilería Simple) o con refuerzo que no cumple con los requisitos mínimos de esta Norma.

- Albañilería Reforzada o Albañilería Estructural.

Albañilería armada o confinada, cuyo refuerzo cumple con las exigencias de esta Norma.

1.6.7 Ventajas y desventajas del sistema aporticado

Una de las ventajas de este sistema es que se “pueden obtener amplios espacios internos dentro de la edificación, lo que permite modificar los ambientes constantemente, debido a que son estructuras livianas su masa es reducida convirtiéndolo en un sistema muy flexible y así atrae poca carga sísmica”(Ladera Romero, 2019).

La desventaja es que los elementos estructurales carecen de alta rigidez debido a que sus dimensiones son reducidas en ambas direcciones, tienen grandes derivas a raíz de su gran flexibilidad y esto afecta a los elementos no estructurales.

1.6.8 Ventajas y desventajas del sistema albañilería confinada

Sus ventajas es que “Se caracteriza por contar con una gran rigidez lateral, por lo que se puede realizar edificaciones de hasta cinco niveles garantizando la seguridad de los habitantes ante un sismo, según diversos estudios si se diseña adecuadamente es una alternativa muy económica a diferencia de otros sistemas estructurales”.(Ladera Romero, 2019)

Una de sus desventajas es que los muros deben contar con una continuidad desde el primer nivel para tener un mayor desenvolvimiento sísmico, esto se ve manifestado en la reducción de los espacios libres.

V. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Comparar el comportamiento estructural sismorresistente del sistema Aporticado y de Albañilería Confinada de un edificio multifamiliar de 5 niveles en la ciudad de Jaén.

2.2 Objetivos específicos

- Modelar los edificios Aporticado y Albañilería Confinada en el programa ETABS 2018.
- Evaluar el comportamiento estructural sismorresistente del sistema Aporticado del edificio multifamiliar de 5 niveles aplicando programa de cómputo ETABS V.18.
- Evaluar el comportamiento estructural sismorresistente del sistema de Albañilería Confinada del edificio multifamiliar de 5 niveles aplicando programa de cómputo ETABS V.18.
- Contrastar la distribución arquitectónica entre el sistema estructural Aporticado y Albañilería Confinada.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del proyecto

El edificio multifamiliar de 5 niveles se encuentra ubicado en la urbanización Gran Maraón, provincia de Jaén, departamento de Cajamarca.

Figura 1: Mapa departamental del Perú



Fuente: Adaptado de M.T.C. (2020)

Figura 2: Ubicación geográfica de la provincia de Jaén



Fuente: Adaptado del M.T.C. (2020)

Figura 3: Ubicación geográfica del distrito de Jaén



Fuente: Adaptado del M.T.C. (2020)

Figura 4: Imagen fotográfica del edificio multifamiliar



Fuente: Elaboración propia

Figura 5: Imagen de ubicación del edificio multifamiliar



Fuente: Google Hearth

3.2 Tipo de investigación

3.2.1 Según su finalidad

Básica debido a que pone en evidencia las ventajas y desventajas que presentan cada sistema estructural ante un evento sísmico, brindando un conocimiento más técnico para la elección del sistema estructural en un edificio multifamiliar.

3.2.2 Según su alcance

La presente investigación es descriptiva, ya que solo se describirán y evaluarán las variables conforme se encuentran planteadas en nuestra investigación.

3.2.3 Según su diseño

Es una investigación no experimental debido a que no altera las condiciones iniciales en las que se presenta la variable de estudio.

3.2.4 Según su enfoque

La investigación es cuantitativa porque los resultados del comportamiento de la estructura tienen una medición numérica.

3.3 Población y muestra

3.3.1 Población

Edificio multifamiliar de 5 niveles ubicado en la urbanización Jaén – Cajamarca.

3.3.2 Muestra

El edificio multifamiliar de 5 niveles con un área de $214 m^2$, ubicado en la urbanización Gran Marañón – Jaén – Cajamarca.

3.3.3 Muestreo

No probabilístico, muestreo por conveniencia debido a la naturaleza del edificio y sus características arquitectónicas únicas.

3.4 Variables de estudio

3.4.1 Variable dependiente:

Comportamiento estructural

3.4.2 Variable independiente:

Edificio multifamiliar

3.4.3 Operacionalización de variables

Tabla 15: variables

Variables		Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Unid
Variable Dependiente	Comportamiento Estructural	Forma como responde la estructura ante fuerzas externas.	Maza y Rigidez	Desplazamientos	mm
				Periodos de vibración	seg
			Fuerza de sismo	Cortante basal	tf
			Torción	Excentricidad	tf
Variable Independiente	Edificio multifamiliar	Edificación única con dos o más unidades de vivienda que mantienen la copropiedad del terreno y de las áreas y servicios comunes.	Número de pisos	Altura de la edificación	m

Fuente: Elaboración propia.

3.5 Métodos

El método que se aplicará será comparativo, Es decir se analizarán los resultados obtenidos de cada sistema estructural, para el análisis de la edificación se considerarán los lineamientos del Reglamento Nacional de Edificaciones.

3.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1 Técnica

La técnica que se usara es analítica, cuyos resultados se usaran para hacer la comparación estructural; para lo cual se hará uso de software especializado en análisis estructural.

3.6.2 Instrumentos

- Software Etabs 2018
- software AutoCAD
- Excel
- Reglamento Nacional de Edificaciones

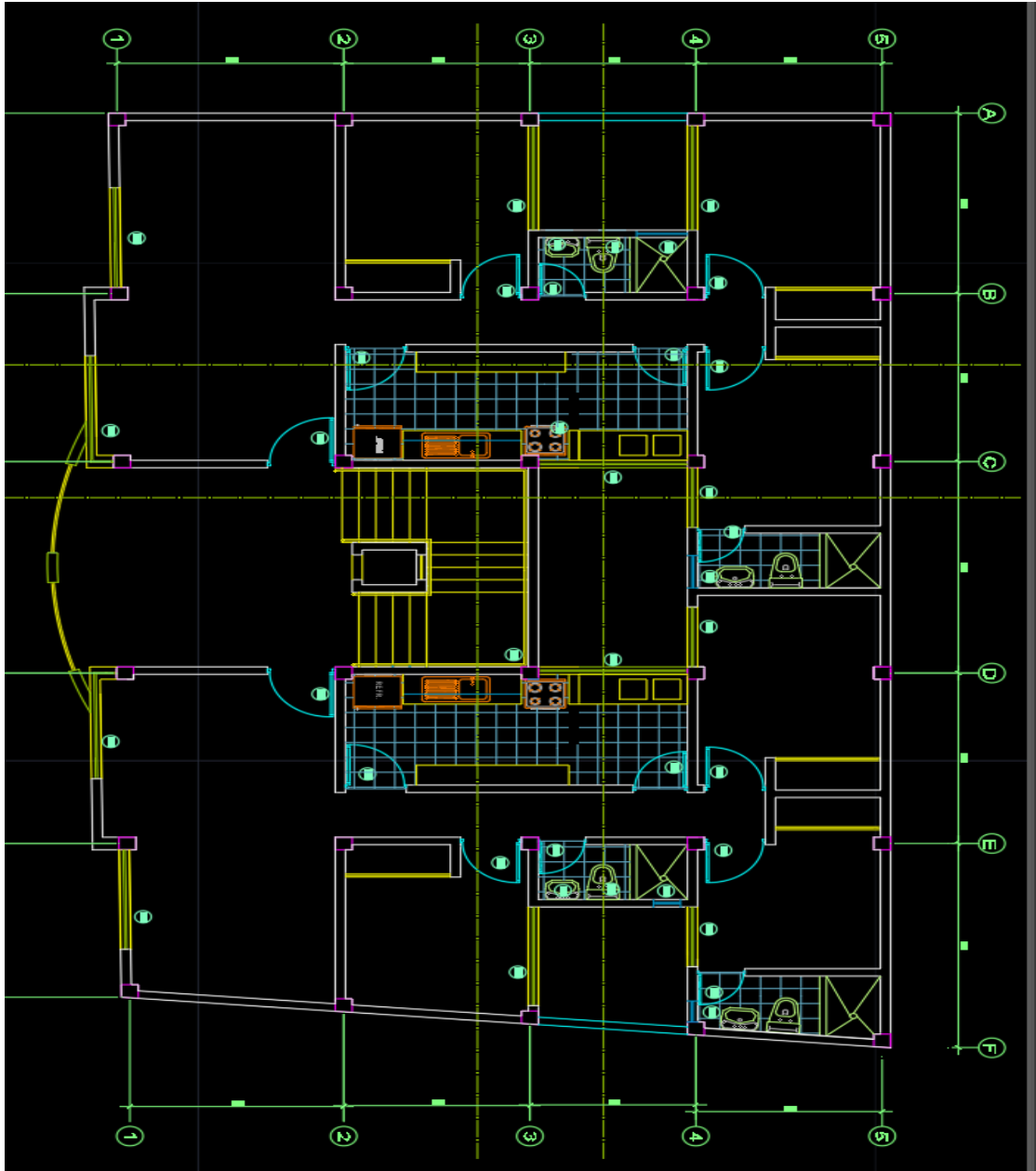
3.7 Procedimiento de la investigación

3.7.1 Descripción del proyecto

El presente proyecto es un edificio multifamiliar de cinco niveles ubicado en la ciudad de Jaén, urbanización Gran Marañón con un área de $214m^2$, cabe mencionar que ya se cuenta con la arquitectura del edificio.

Teniendo como base la arquitectura se evaluará el comportamiento estructural que tendrá el edificio mediante el sistema aporricado y albañilería confinada, para ello se tendrán ciertas consideraciones típicas como son la altura de entre piso, y la distribución de espacios en todos los niveles, para los dos sistemas estructurales se tendrá una altura de entrepiso típica de 2.6m con la finalidad de tener mayor similitud y así poder realizar una óptima comparación.

Figura 6: Plano de la arquitectura del primer nivel, típico en todos los niveles



Fuente: Planos del propietario

3.8 Estructuración

La estructuración trata de definir la ubicación de los elementos estructurales tales como vigas, columnas, losas, muros, etc, se realizan tomando como base los planos arquitectónicos. Definida la estructuración se procede con el predimensionamiento. Los principales criterios de estructuración que se deben tener en cuenta para lograr una estructura sismorresistente son:(Pajares Cabrera & León Vargas, 2010)

3.8.1 Simplicidad y simetría

Se debe buscar simplicidad y simetría en la estructuración para poder apreciar mejor el comportamiento sísmico y se pueden idealizar mejor los elementos que lo conforman, la experiencia ha demostrado que las estructuras simples se comportan mejor durante los sismos, evitando efectos de torción, los cuales son muy destructivos. (Patino Apaza, 2015)

3.8.2 Resistencia y ductilidad

Las estructuras deben tener resistencia sísmica adecuada en todas las direcciones. El sistema de resistencia sísmica debe existir por lo menos en dos direcciones ortogonales o aproximadamente ortogonales de tal manera que garantice la estabilidad tanto de la estructura como un todo, como de cada uno de sus elementos. La estructura debe tener una resistencia adecuada para controlar el daño en eventos menores, y una ductilidad suficiente para otorgar a la estructura la capacidad de sobrellevar un evento mayor sin llegar al colapso. (Andres, 2015)

3.8.3 Hiperestaticidad y monolitismo

Como concepto general de diseño sismo-resistente, debe indicarse la conveniencia de que las estructuras tengan una disposición hiperestática, ello logra una mayor capacidad resistente, al permitir que, por producción de rotulas plasticas, se disipe en mejor forma la energía sísmica y por otra parte, al aumentar la capacidad resistente se otorga a la estructura un mayor grado de seguridad. (Sullca Vilca & Condori Mayta, 2018)

3.8.4 Uniformidad y continuidad en la estructura

La estructura debe ser continua tanto en planta como en elevación con elementos que no cambien bruscamente su rigidez, de manera de evitar concentraciones de esfuerzos. (Blasco, 2010)

3.8.5 Rigidez lateral

Para que una estructura pueda resistir fuerzas horizontales sin tener deformaciones importantes, será necesario proveerla de elementos estructurales que aporten rigidez lateral en sus direcciones principales, las deformaciones importantes en un sismo, ocasionan efecto de pánico en los usuarios de la estructura, daños en los elementos no estructurales y en general mayores efectos perjudiciales, habiéndose comprobado un mejor comportamiento en estructuras rígidas que en estructuras flexibles. (Blasco, 2010)

3.8.6 Existencia de losas que permitan considerar a la estructura como una unidad (*diafragma rígido*)

En los análisis es usual considerar como hipótesis básica la existencia de una losa rígida en su plano, que permite la idealización de la estructura como una unidad, donde las fuerzas horizontales dadas puedan distribuirse en las columnas y los muros (placas) de acuerdo a su rigidez lateral, manteniendo toda una misma deformación lateral para un determinado nivel. (Blasco, 2010)

3.8.7 Elementos no estructurales

Estos desempeñan un papel positivo en el sentido que colaboran a un mayor amortiguamiento dinámico, debido principalmente a que al producirse agrietamientos internos aumentan los rozamientos. En los sistemas violentos, al agrietarse en forma importante contribuyen a disipar energía sísmica, aliviando a los elementos resistentes. Sin embargo, también presentan algunos efectos negativos, causados principalmente por el hecho de que, al tomar efectos no previstos en el cálculo, distorsionan la distribución supuesta de esfuerzos. (Blasco, 2010)

3.9 Predimensionamiento

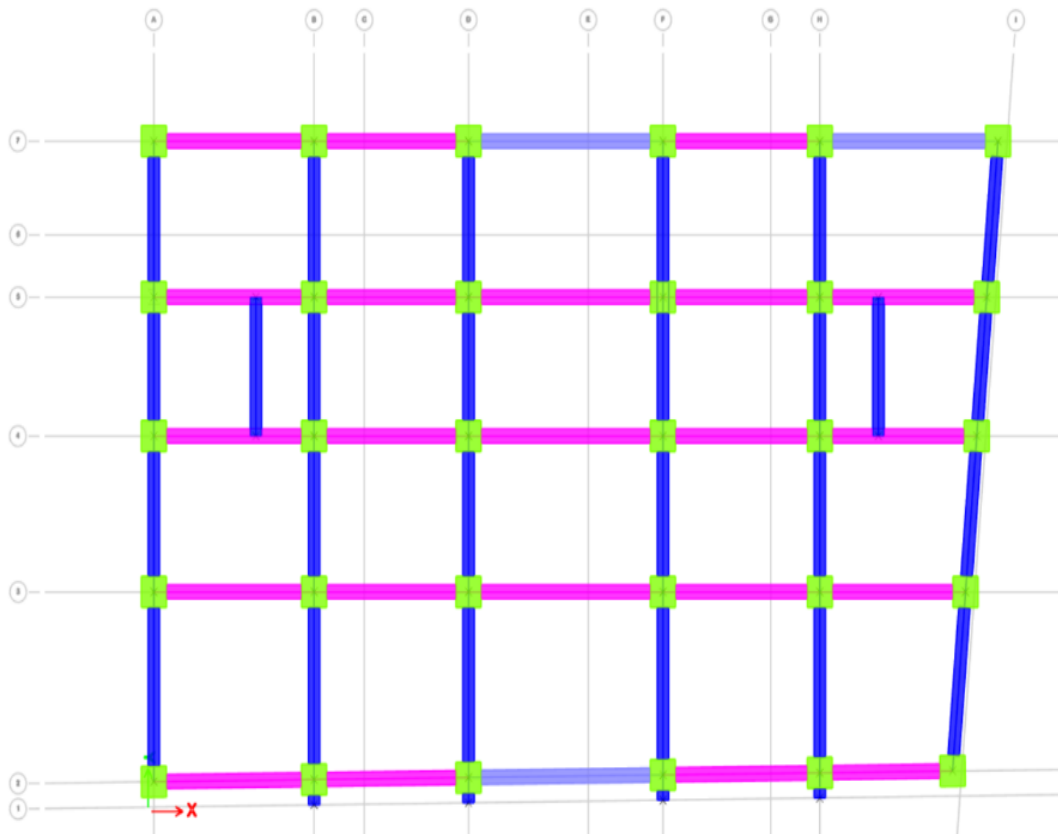
El predimensionamiento son las dimensiones iniciales que se asignaran a los elementos estructurales, con ciertos criterios básicos de autores reconocidos y del Reglamento Nacional de Edificaciones, dichas dimensiones no son determinantes, están sujetas a modificaciones con la finalidad que cumplan un diseño sismorresistente.

(Sarmiento, 2016) El objeto de diseñar un sistema es la optimización, es decir la obtención de las mejores soluciones posibles, el lograr una solución óptima no es fácil de alcanzar, sin embargo, es útil optimizar de acuerdo con determinado criterio, tal como el peso o costo mínimo, teniendo en cuenta que no hay soluciones únicas sino razonables.

3.9.1 Sistema estructural aporticado

Para el predimensionamiento de los elementos estructurales tendremos en cuenta el libro de Diseño Sismorresistente de Edificaciones de Concreto Armado del Dr Ricardo Oviedo Sarmiento.

Figura 7: Estructuración del pórtico



Fuente: Elaboración propia

a) Predimensionamiento de losa aligerada

Tabla 16: Espesor o peralte mínimo

		Espesor o peralte mínimo				
		Simplemente apoyados	Con extremo continuo	un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
Elementos	Elementos que no soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos no estructurales susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes.					
Losas macizas en una dirección	L/20	L/24	L/28	L/10		
Vigas o losas nervadas en una dirección	L/16	L/18.5	L/21	L/8		

Fuente: Oviedo sarmiento (2016)

En el presente proyecto utilizaremos losa aligerada en una dirección, cabe mencionar que se realizara en la dirección más corta.

Tabla 17: Factor para predimensionamiento de peralte de losa

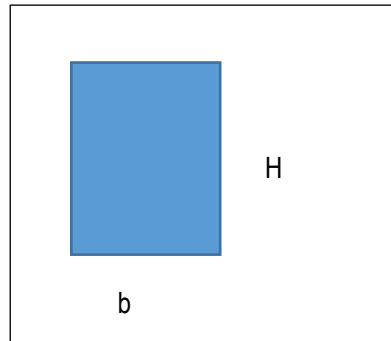
Ejes	Luz (m)	L/18.5	L/21	L/8
1-2	0.4	-	-	0.05
2-3	3.1	0.17	-	-
3-4	2.85		0.15	-
4-5	2.35		0.13	-
5-7	2.85	0.15	-	-

Fuente: Elaboración propia

Se utilizará una losa aligerada en una dirección de 0.17m.

b) Predimensionamiento de vigas principales

Figura 8: Sección de viga



Fuente: Elaboración propia

$$b = \frac{B}{20} \geq 0.25m$$

$$h = \frac{Ln}{\alpha}$$

donde: B: ancho tributario en metros

Ln: luz libre en metros.

Tabla 18: Factor para predimensionamiento de vigas principales

$W_{s/c}$	α
$S/C \leq 200 \text{kg/m}^2$	12
$200 \leq S/C \leq 350 \text{kg/m}^2$	11
$350 \leq S/C \leq 600 \text{kg/m}^2$	10
$600 \leq S/C \leq 750 \text{kg/m}^2$	9

Fuente: Oviedo sarmiento (2016)

$$b = \frac{3.00}{20} = 0.15 ; b \text{ minimo} = 0.25m$$

$$h = \frac{4.00}{12} = 0.33 ; \approx 0.35m$$

Usaremos las siguientes dimensiones para las vigas principales

$$bxh = 0.25m \times 35m$$

c) Predimensionamiento de vigas secundarias

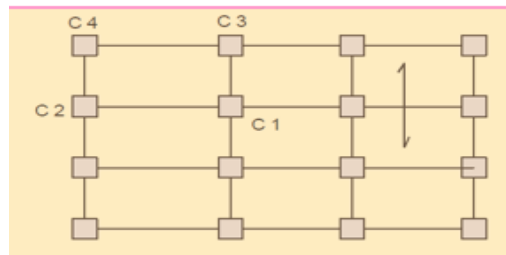
No existe formula alguna, que nos permita poder obtener las dimensiones iniciales de la viga chata, esta es la razón, por la cual, algunos autores solo proponen anchos producto de la experiencia. El criterio que se aplicará, se encargará de determinar el ancho con el cual se logró absorber la fuerza cortante ultima producida por la carga que soporta. Sin embargo, se recomienda tener el mismo espesor al de la losa aligerada y/o maciza, con la finalidad de no generar complicaciones en el proceso constructivo. (Ladera Romero, 2019)

Usaremos las siguientes dimensiones para las vigas secundarias.

$$bxh = 0.25m \times 0.17m$$

d) Predimensionamiento de columnas

Figura 9: Referencia de ubicación de columnas



Fuente: E.060 Oviedo sarmiento (2016)

C1: columna central

C2: columna extrema de un pórtico principal interior

C3: columna extrema de un pórtico secundario

C4: columna en esquina

$$bD = \frac{P}{nf'_c} = 0.33; \approx 0.35m$$

D: es la dimensión de la sección en la dirección del análisis sísmico de la columna.

B: la otra dimensión de la sección de la columna

P: carga total que soporta la columna

P_G : peso total de cargas de gravedad que soporta la columna

n: valor que depende del tipo de columna

f'_c : resistencia del concreto a compresión

Tabla 19: Factores para predimensionamiento de columnas

Tipo C1 (para los primeros pisos)	Columna interior	$P = 1.1P_G$ $N=0.30$
Tipo C1 Para los cuatro últimos pisos superiores)	Columna interior	$P = 1.1P_G$ $N=0.25$
Tipo C2, C3	Columna extrema de pórticos interiores	$P = 1.25P_G$ $N=0.25$
Tipo C4	Columna de esquina	$P = 1.50P_G$ $N=0.20$

Fuente: Oviedo sarmiento,2016

Metrados de cargas de la edificación:

- Peso del aligerado 280 kgf/m²
- Peso de la tabiquería móvil 120 kg/m²
- Peso de acabados 100 kg/m²
- Peso de vigas 100 kg/m²
- Peso de columna 60 kg/m²
- S/C 200 kg/ m²
- PG= CM+CV
- CM= (280+120+100+100+60) =660kg/m².
- CV=200 kg/m²

SE Calcula el PG= 860 kg/m².

Tabla 20: Calculo del área correspondiente de cada columna

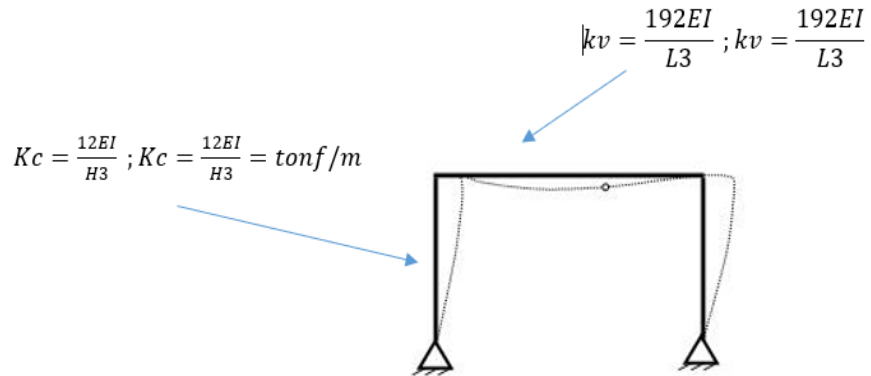
EJE	C	TIPO DE COL.	A.TRIBUT m2	f _c kg/cm2	n	P	C.M kg/m2	C.V kg/m2	N.P	PG Kg	P kg	AREA (bxD)	a cm	b cm	AREA REAL
A-A	1	C4	3.37	210	0.2	1.5	660	200	5	14491	21736.5	518	25	25	625
	2	C2	5.71	210	0.25	1.25	660	200	5	24553	30691.3	585	25	25	625
	3	C2	4.85	210	0.25	1.25	660	200	5	20855	26068.8	497	25	25	625
	4	C2	4.87	210	0.25	1.25	660	200	5	20941	26176.3	499	25	25	625
	5	C4	2.81	210	0.2	1.5	660	200	5	12083	18124.5	432	25	25	625
B-B	1	C3	7.04	210	0.25	1.25	660	200	5	30272	37840	721	25	30	750
	2	C1	10.48	210	0.25	1.1	660	200	5	45064	49570.4	944	30	30	900
	3	C1	8.9	210	0.25	1.1	660	200	5	38270	42097	802	30	30	900
	4	C1	8.9	210	0.25	1.1	660	200	5	38270	42097	802	30	30	900
	5	C3	5.1	210	0.25	1.25	660	200	5	21930	27412.5	522	25	25	625
C-C	1	C3	7.79	210	0.25	1.25	660	200	5	33497	41871.3	798	30	30	900
	2	C1	9.3	210	0.25	1.1	660	200	5	39990	43989	838	30	30	900
	3	C1	9.91	210	0.25	1.1	660	200	5	42613	46874.3	893	30	30	900
	4	C1	9.91	210	0.25	1.1	660	200	5	42613	46874.3	893	30	30	900
	5	C3	5.72	210	0.25	1.25	660	200	5	24596	30745	586	25	25	625
D-D	1	C3	7.9	210	0.25	1.25	660	200	5	33970	42462.5	809	30	30	900

	2	C1	9.3	210	0.25	1.1	660	200	5	39990	43989	838	30	30	900
	3	C1	9.97	210	0.25	1.1	660	200	5	42871	47158.1	898	30	30	900
	4	C1	9.97	210	0.25	1.1	660	200	5	42871	47158.1	898	30	30	900
	5	C3	5.76	210	0.25	1.25	660	200	5	24768	30960	590	25	25	625
E-E	1	C3	6.79	210	0.25	1.25	660	200	5	29197	36496.3	695	25	30	750
	2	C1	10.43	210	0.25	1.1	660	200	5	44849	49333.9	940	30	30	900
	3	C1	9.13	210	0.25	1.1	660	200	5	39259	43184.9	823	30	30	900
	4	C1	9.23	210	0.25	1.1	660	200	5	39689	43657.9	832	30	30	900
	5	C3	5.5	210	0.25	1.25	660	200	5	23650	29562.5	563	25	25	625
F-F	1	C4	2.73	210	0.2	1.5	660	200	5	11739	17608.5	419	25	25	625
	2	C2	5.06	210	0.25	1.25	660	200	5	21758	27197.5	518	25	25	625
	3	C2	4.73	210	0.25	1.25	660	200	5	20339	25423.8	484	25	25	625
	4	C2	5.11	210	0.25	1.25	660	200	5	21973	27466.3	523	25	25	625
	5	C4	3.12	210	0.2	1.5	660	200	5	13416	20124	479	25	25	625

Fuente: elaboración propia en Exel

La rigidez (Kc) de columna tiene que ser mayor o igual a 1.20 rigidez de la viga (Kv).
 $Kc \geq 1.2 kv$. (Morales, 2016)

Figura 10: Rigidez de pórtico



Fuente: Blanco Blasco (2006)

Tabla 21: Áreas de las columnas teniendo en cuenta la rigidez

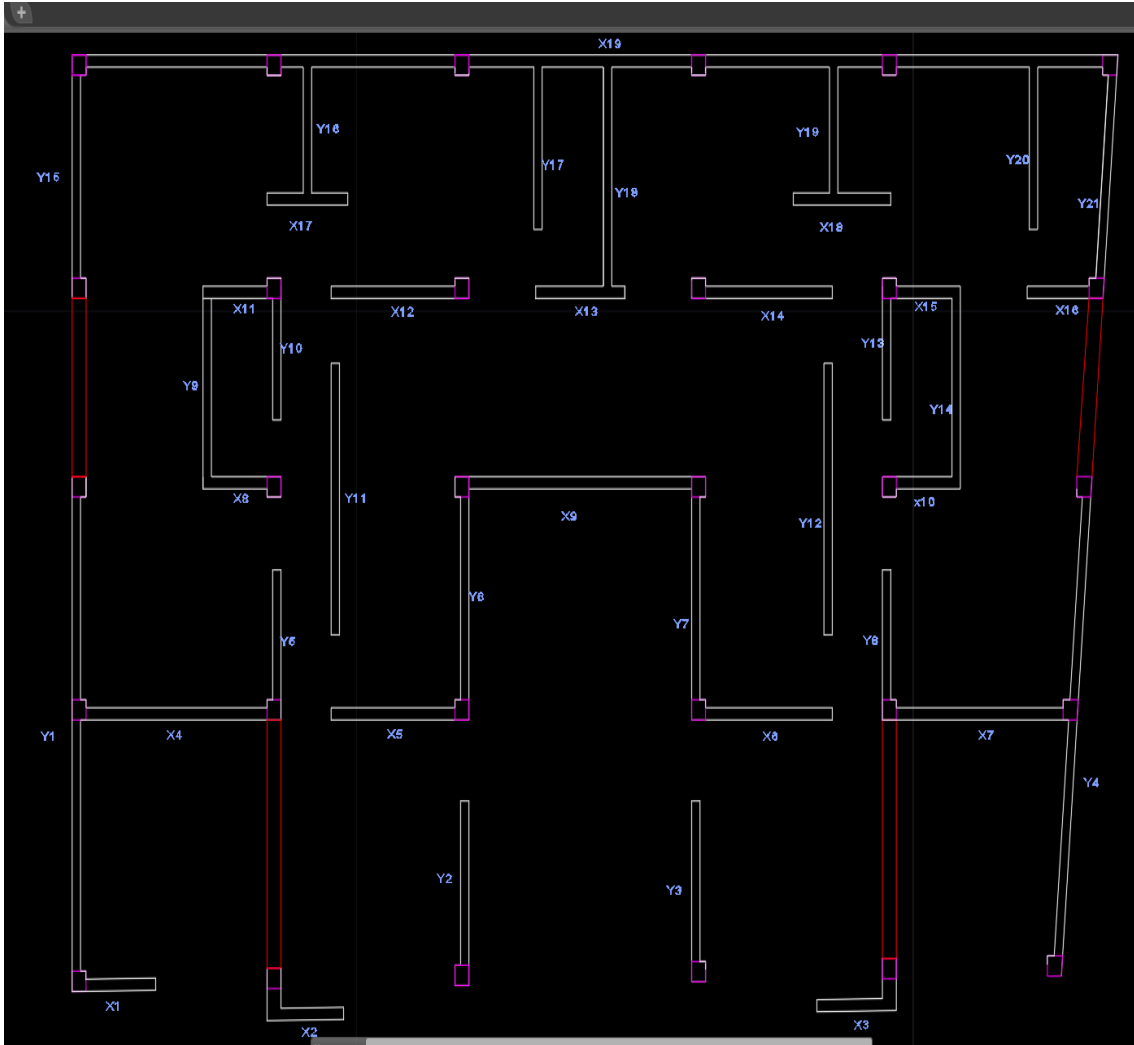
EJE	C	TIPO DE COL.	POR RIGIDEZ
A-A	1	C4	40X30
	2	C2	40X30
	3	C2	40X30
	4	C2	40X30
	5	C4	40X30
B-B	1	C3	40X30
	2	C1	40X30
	3	C1	40X30
	4	C1	40X30
	5	C3	40X30
C-C	1	C3	40X30
	2	C1	40X30

	3	C1	40X30
	4	C1	40X30
	5	C3	40X30
D-D	1	C3	40X30
	2	C1	40X30
	3	C1	40X30
	4	C1	40X30
	5	C3	40X30
E-E	1	C3	40X30
	2	C1	40X30
	3	C1	40X30
	4	C1	40X30
	5	C3	40X30
F-F	1	C4	40X30
	2	C2	40X30
	3	C2	40X30
	4	C2	40X30
	5	C4	40X30

Fuente: elaboración propia en Exel

3.9.2 Sistema estructural de albañilería confinada

Figura 11: Estructuración de albañilería



Fuente: Elaboración propia elaborado en AutoCAD

Para este sistema estructural nos basaremos en los requisitos estructurales mínimos que nos da de la norma E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

a) Espesor del muro

$$t \geq \frac{h}{20} = \frac{2.6}{20} = 0.13m$$

b) Densidad de muros

$$Densidad\ minima\ de\ muros = \frac{\sum Longitud * espesor}{Area\ de\ la\ planta\ tipica} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

Donde:

Z = Factor de zona sísmica. Jaén zona 2; Z = 0.25g

U = Factor de importancia. Edificio multifamiliar Categoría C; U = 1.00

S = Factor de suelo, S = 1.20; N = Número de pisos, N = 5; Área típica del piso = 214m²

$$\frac{ZUSN}{56} = \frac{0.25 * 1 * 1.20 * 5}{56} = 0.0268$$

Tabla 22:Densidad de muros de albañilería en dirección X-X

Muro	L (m)	Espesor (m)	L*T (m ²)
1X	1.51	0.23	0.3473
2X	1.37	0.23	0.3151
3X	1.43	0.23	0.3289
4X	3.75	0.13	0.4875
5X	2.48	0.13	0.3224
6X	2.53	0.13	0.3289
7X	3.35	0.13	0.4355
8X	1.25	0.23	0.2875
9X	4.5	0.13	0.5850
10X	1.25	0.23	0.2875
11X	1.4	0.23	0.3220
12X	2.48	0.13	0.3224
13X	1.6	0.13	0.2080
14X	2.53	0.13	0.3289
15X	1.4	0.23	0.3220
16X	1.23	0.23	0.2829
17X	1.45	0.23	0.3335
18X	1.75	0.13	0.2275
19X	18.78	0.13	2.4414

Fuente: Elaboración propia en Exel

$$\frac{\sum \text{Longitud} * \text{espesor}}{\text{Area de la planta típica}} = \frac{8.5142}{214} = 0.0398$$

Tabla 23: Densidad de muros de albañilería en dirección Y-Y

Muro	L (m)	Espesor (m)	L*T (m2)
1Y	6.35	0.23	1.4605
2Y	2.27	0.23	0.5221
3Y	2.23	0.23	0.5129
4Y	6.18	0.23	1.4214
5Y	1.85	0.23	0.4255
6Y	3	0.23	0.6900
7Y	3	0.23	0.6900
8Y	1.85	0.23	0.4255
9Y	2.5	0.23	0.5750
10Y	1.75	0.23	0.4025
11Y	3.35	0.13	0.4355
12Y	3.35	0.13	0.4355
13Y	1.75	0.13	0.2275
14Y	2.5	0.13	0.325
15Y	3	0.23	0.69
16Y	1.55	0.23	0.3565
17Y	2	0.13	0.26
18Y	2.7	0.13	0.351
19Y	1.55	0.23	0.3565
20Y	2	0.13	0.26
21Y	3.02	0.13	0.3926

Fuente: elaboración propia en Excel

$$\frac{\sum \text{Longitud} * \text{espesor}}{\text{Area de la planta típica}} = \frac{11.2155}{214} = 0.0524$$

Se puede observar que la densidad de muros es suficiente, podemos afirmar que la estructuración inicial cumple con los requisitos mínimos de la norma E.070.

VII. RESULTADOS

4.1 Comparar el comportamiento estructural del sistema aporticado y de albañilería confinada de un edificio multifamiliar de 5 niveles en la ciudad de Jaén.

El edificio con el sistema estructural aporticado y el sistema estructural de albañilería confinada, presentan un adecuado comportamiento estructural, ambos sistemas cumplen con los lineamientos dados por el Reglamento Nacional de Edificaciones, al realizar el análisis sísmico, se verifica el comportamiento estructural ante un evento sísmico, la estructura debe cumplir con los siguientes criterios básicos para ser aceptada.

- La estructura no debe presentar daño alguno ante sismos leves o frecuentes
- Ante un sismo moderado se le permite a la estructura presentar daños, estos tienen que estar en la capacidad de ser reparados.
- Ante un sismo severo, la estructura tiene que estar en la capacidad de salvaguardar a sus habitantes, presentando daños, pero sin llegar al colapso.

Disposiciones de la norma E.030 para realizar el modelo en el programa ETABS.

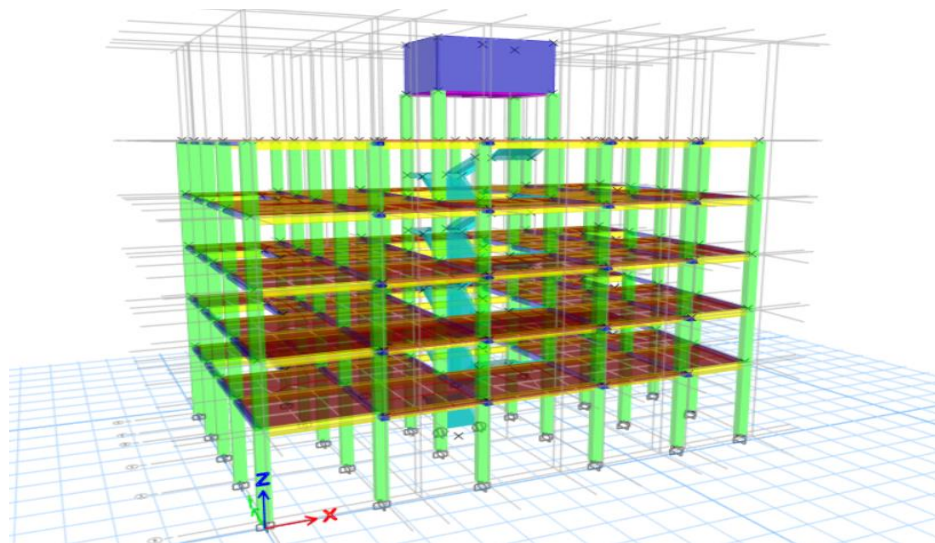
- Modelo tridimensional
- Empotramiento en la base
- Diafragma rígido
- Cargas y combinaciones de acuerdo a la norma E.020
- Tres modos de vibración
- Masa sísmica

4.2 Modelar los edificios aporcionado y albañilería confinada en el programa ETABS 2018.

4.2.1 Sistema aporcionado

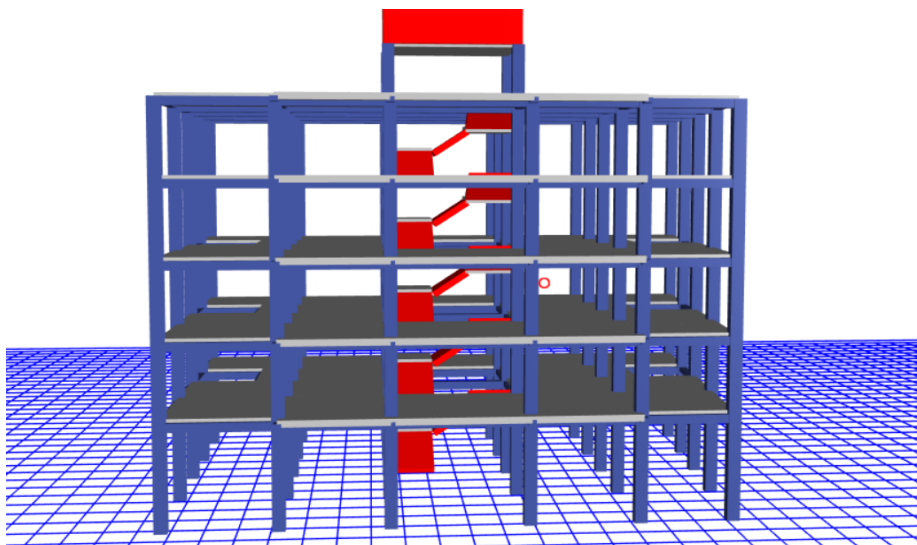
Las siguientes figuras (fig. N°9 y fig. N°10) representan el modelamiento 3D en el software Etabs del edificio con el sistema estructural aporcionado. Las primeras dimensiones de los elementos estructurales tales como columnas, vigas y losa aligerada, ingresadas al software son las que resulta del predimensionamiento.

Figura 12:Modelo tridimensional del edificio



Fuente: Elaboración propia en Etabs

Figura 13:Modelo tridimensional renderizado del edificio

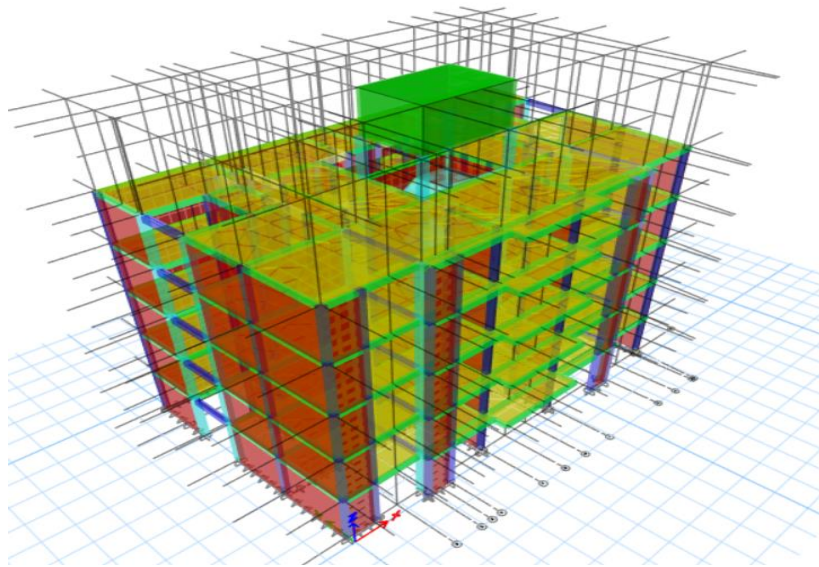


Fuente: Elaboración propia en Etabs

4.2.2 Sistema de albañilería confinada

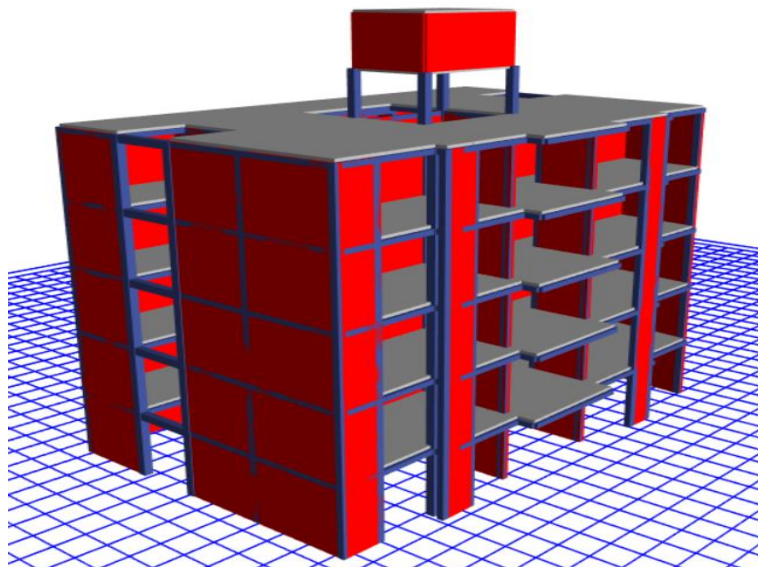
Las siguientes figuras (fig. N°11 y fig. N°12) representan el modelamiento 3D en el software Etabs del edificio con el sistema estructural Albañilería Confinada. Las primeras dimensiones de los elementos estructurales como los muros y losa aligerada, ingresadas al software son las que resulta del predimensionamiento.

Figura 14:Modelo tridimensional del edificio



Fuente: Elaboración propia en Etabs

Figura 15:Modelo tridimensional renderizado del edificio



Fuente: Elaboración propia en Etabs

4.3 Evaluar el comportamiento estructural del sistema aporticado del edificio multifamiliar de 5 niveles aplicando programa de cómputo ETABS V.18.

a) Periodo fundamental y Modos de vibración de la estructura

En la tabla N° 19 se muestran los modos de vibración y también el porcentaje de masa participativa extraído del modelo realizado en el programa Etabs.

Tabla 24: Periodos fundamental y Modos de vibración

Case	Mode	Period Seg.	UX	UY	RX	RY	RZ
Modal	1	0.453	0.0069	0.7855	0.0941	0.0012	0.0991
Modal	2	0.433	0.0046	0.1039	0.0102	0.002	0.7756
Modal	3	0.34	0.883	0.0027	0.0007	0.0994	0.0089
Modal	4	0.142	0.0001	0.0814	0.776	0.0022	0.0032
Modal	5	0.133	0.0008	0.0033	0.0303	0.0043	0.0822
Modal	6	0.108	0.0816	0.0001	0.0006	0.8031	0.0007
Modal	7	0.076	0.00001312	0.0168	0.0476	0.0001	0.0003
Modal	8	0.07	0.0002	0.0002	0.0006	0.0009	0.0222
Modal	9	0.058	0.0167	0	0.0000336	0.0459	0.0000405
Modal	10	0.05	0.00004288	0.0047	0.0348	0.0001	0.0000186
Modal	11	0.044	6.257	0.00000992	0.0001	0.0000204	0.0064
Modal	12	0.039	0.0029	0.0003	0.0009	0.0209	0.0000105
Modal	13	0.038	0.0019	0.0006	0.0018	0.0147	0.00000703
Modal	14	0.035	0.00000724	0.0002	0.0013	0.0001	0.00000581
Modal	15	0.031	0.00003063	8.676E-07	0.00000388	0.0001	0.0012

Fuente: Elaboración propia en Etabs

b) Desplazamientos

En las tablas N° 20 y N° 21, se muestran los desplazamientos máximos de cada piso del edificio producidos por la fuerza sísmica extraído del modelo realizado en el programa Etabs.

Tabla 25: Desplazamientos en dirección X-X

Story	Output Case	Step Type	Direction	Maximum	Ratio
Techo 5	Envolvente	Max	x	0.004258	1.078
Techo 4	Envolvente	Max	x	0.003881	1.08
Techo 3	Envolvente	Max	x	0.003241	1.082
Techo 2	Envolvente	Max	x	0.002386	1.084
Techo 1	Envolvente	Max	x	0.001358	1.086

Fuente: Elaboración propia en Etabs

Tabla 26: Desplazamientos en dirección Y-Y

Story	Output Case	Step Type	Direction	Maximum	Average	Ratio
Techo 5	Envolvente	Max	Y	0.007156	0.006495	1.102
Techo 4	Envolvente	Max	Y	0.006516	0.005924	1.1
Techo 3	Envolvente	Max	Y	0.00547	0.004985	1.097
Techo 2	Envolvente	Max	Y	0.004057	0.00371	1.094
Techo 1	Envolvente	Max	Y	0.002324	0.00214	1.086

Fuente: Elaboración propia en Etabs

c) Derivas

En las tablas N° 22 y N° 23, Se muestran las derivas máximas del edificio de cada entresuelo del edificio producidos por la fuerza sísmica extraído del modelo realizado en el programa Etabs.

Tabla 27: Drift en dirección X-X

Story	Output Case	Step Type	Direction	Drift	Deriv. < 0.007
Techo 5	Envolvente	Max	X	0.000747	Cumple
Techo 4	Envolvente	Max	X	0.001231	Cumple
Techo 3	Envolvente	Max	X	0.001653	Cumple
Techo 2	Envolvente	Max	X	0.002003	Cumple
Techo 1	Envolvente	Max	X	0.002021	Cumple

Fuente: Elaboración propia en Etabs

Tabla 28:Drift en dirección Y-Y

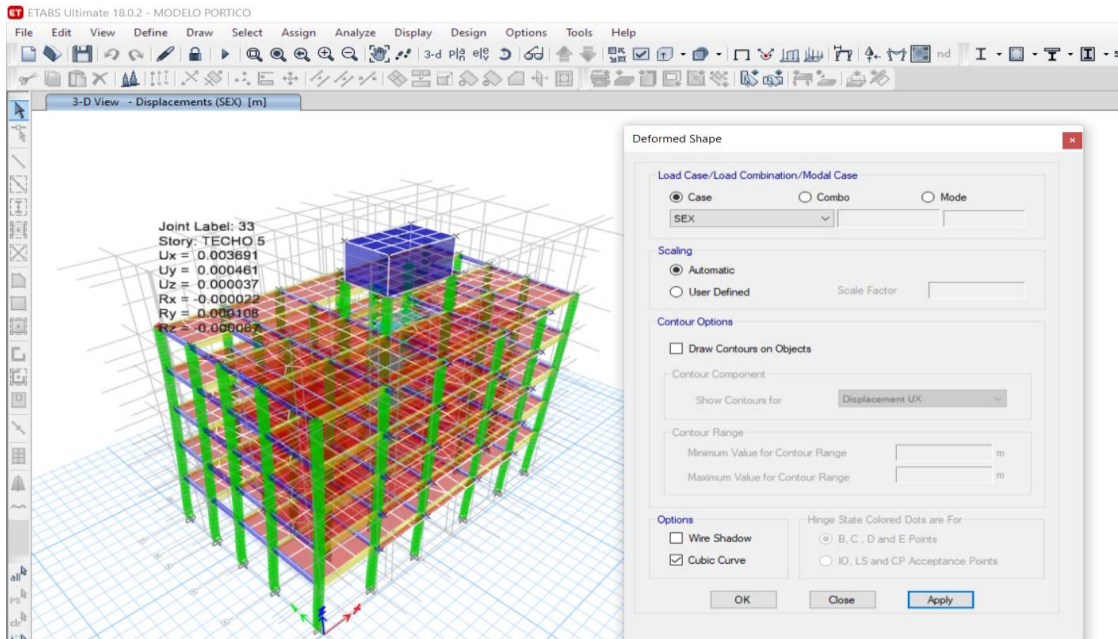
Story	Output Case	Step Type	Dirección	Drift	Deriv. < 0.007
Techo 5	Envolvente	Max	Y	0.00145	Cumple
Techo 4	Envolvente	Max	Y	0.002306	Cumple
Techo 3	Envolvente	Max	Y	0.003037	Cumple
Techo 2	Envolvente	Max	Y	0.003624	Cumple
Techo 1	Envolvente	Max	Y	0.00353	Cumple

Fuente: Elaboración propia en Etabs

d) Deformaciones

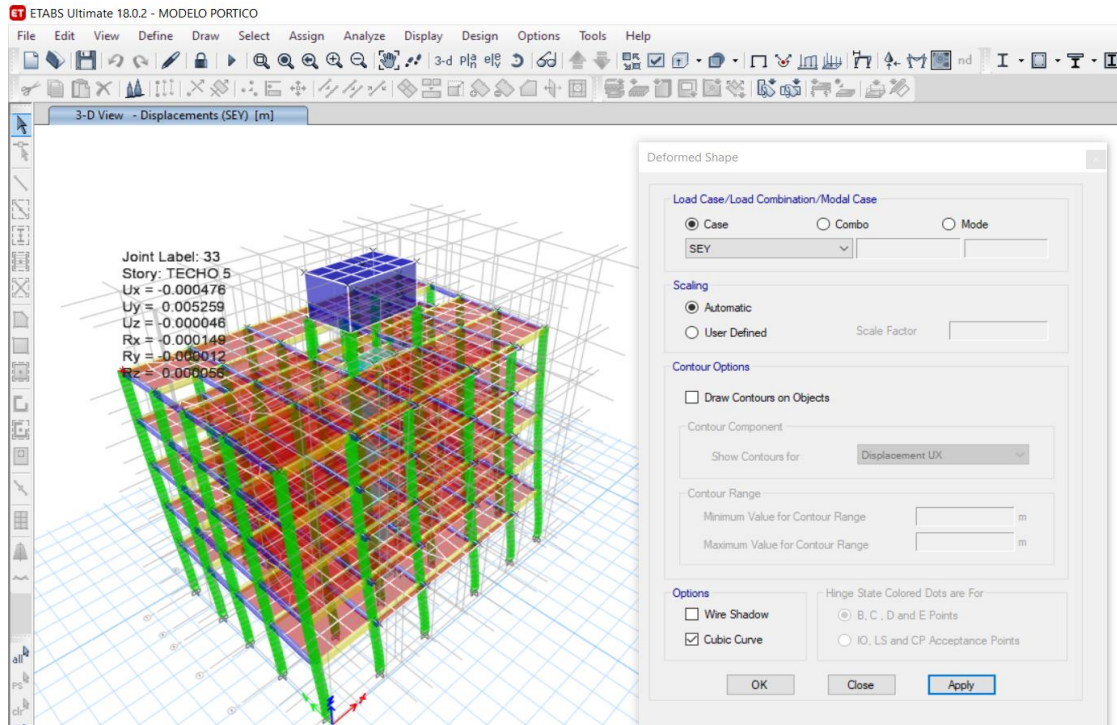
En las figuras N° 13 y N° 14, se puede observar las deformaciones del edificio producidos por la fuerza sísmica extraído del modelo realizado en el programa Etabs.

Figura 16:Deformaciones en dirección X-X



Fuente: Elaboración propia en Etabs

Figura 17: Deformaciones en dirección Y-Y



Fuente: Elaboración propia en Etabs

e) Verificación entre cortante estática y dinámica

En la tabla N° 24, se muestran las cortantes estática y dinámica del edificio, extraído del modelo realizado en el programa Etabs.

Tabla 29: Cortante Estática y Dinámica

Story	Output Case	Location	P	VX (ton)	VY (ton)	80% SE (ton)	SDIN > 80% SE
TECHO 1	Sex	Bottom	9.1492	-19.153	0	15.323	
TECHO 1	Sey	Bottom	12.024	0	-19.153	15.323	
TECHO 1	Sdin xx	Bottom	10.256	22.562	1.8324		Cumple
TECHO 1	Sdin yy	Bottom	11.863	1.8324	22.2983		Cumple

Fuente: Elaboración propia en Etabs

4.4 Evaluar el comportamiento estructural del sistema de albañilería confinada del edificio multifamiliar de 5 niveles aplicando programa de cómputo ETABS V.18.

f) Periodo fundamental y Modos de vibración de la estructura

En la tabla N° 25 se muestran los modos de vibración y también el porcentaje de masa participativa extraído del modelo realizado en el programa Etabs.

Tabla 30:Periodo fundamental y Modos de vibración

Case	Mode	Periodo seg	UX %	UY %	UZ %	RX %	RY%	RZ%
Modal	1	0.243	0.1008	0.5567	0	0.2635	0.0427	0.0944
Modal	2	0.225	0.5033	0.1688	0	0.0820	0.1998	0.1020
Modal	3	0.165	0.1947	0.0139	0	0.0106	0.0489	0.6032
Modal	4	0.115	0.0021	0.0390	0	0.0401	0.0057	0.0008
Modal	5	0.112	0.0301	0.0050	0	0.0060	0.0562	0.0001
Modal	6	0.086	0.0009	0.0015	0	0.0027	0.0042	0.0037
Modal	7	0.068	0.0669	0.0347	0	0.0974	0.2587	0.0411
Modal	8	0.064	0.0354	0.1098	0	0.3024	0.1594	2.33E-05
Modal	9	0.052	0.0156	0.0129	0	0.0386	0.0900	0.1046
Modal	10	0.038	0.030	0.0013	0	0.0031	0.0668	0.0061
Modal	11	0.035	0.0027	0.0332	0	0.0828	0.0056	0.0033
Modal	12	0.03	0.0021	0.0064	0	0.0157	0.0048	0.0266
Modal	13	0.028	0.0103	4.0100	0	0.0002	0.0399	0.0019
Modal	14	0.026	0.0004	0.0099	0	0.0330	0.0019	0.0018
Modal	15	0.023	0.0025	3.4900	0	0.0001	0.0071	0.0001

Fuente: Elaboración propia en Etabs

g) Desplazamientos

En las tablas N° 26 y N° 27, se muestran los desplazamientos máximos de cada piso del edificio producidos por la fuerza sísmica extraído del modelo realizado en el programa Etabs.

Tabla 31: Desplazamientos en dirección X-X

Story	Output Case	Step Type	Direction	Maximum	Average	Ratio
Techo 5	Envolvente	Max	X	0.002366	0.001742	1.358
Techo 4	Envolvente	Max	X	0.001951	0.00146	1.337
Techo 3	Envolvente	Max	X	0.001448	0.001102	1.314
Techo 2	Envolvente	Max	X	0.000896	0.000697	1.285
Techo 1	Envolvente	Max	X	0.000372	0.000298	1.246

Fuente: Elaboración propia en Etabs

Tabla 32: Desplazamientos en dirección Y-Y

Story	Output Case	Step Type	Direction	Maximum	Average	Ratio
Techo 5	Envolvente	Max	Y	0.002804	0.002214	1.266
Techo 4	Envolvente	Max	Y	0.002245	0.001762	1.274
Techo 3	Envolvente	Max	Y	0.001614	0.00126	1.281
Techo 2	Envolvente	Max	Y	0.000964	0.000747	1.29
Techo 1	Envolvente	Max	Y	0.000383	0.000294	1.302

Fuente: Elaboración propia en Etabs

h) Derivas

En las tablas N° 28 y N° 29, Se muestran las derivas máximas del edificio de cada entrespacio del edificio producidos por la fuerza sísmica extraído del modelo realizado en el programa Etabs.

Tabla 33: Drift en dirección X-X

Story	Load Case/ Combo	Direction	Drift	DRIFT (0.75*R)	DRIFT*0.75R <0.005
Techo 05	Envolvente	X	0.000281	0.00063	Cumple
Techo 04	Envolvente	X	0.000357	0.00080	Cumple
Techo 03	Envolvente	X	0.000395	0.00089	Cumple
Techo 02	Envolvente	X	0.000372	0.00084	Cumple
Techo 01	Envolvente	X	0.000254	0.00057	Cumple

Fuente: Elaboración propia en Etabs

Tabla 34: Drift en dirección Y-Y

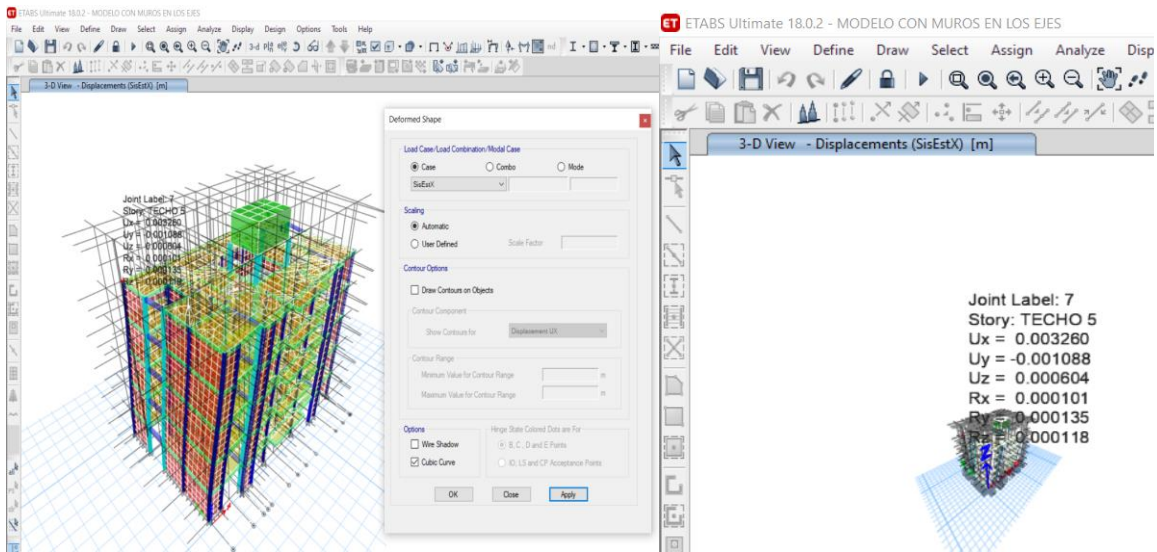
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	DRIFT (0.75R)	DRIFT*0.75R <0.005
Techo 5	Envolvente	Y	0.000438	0.0010	Cumple
Techo 4	Envolvente	Y	0.000506	0.0011	Cumple
Techo 3	Envolvente	Y	0.000523	0.0012	Cumple
Techo 2	Envolvente	Y	0.000461	0.0010	Cumple
Techo 1	Envolvente	Y	0.00029	0.0007	Cumple

Fuente: Elaboración propia en Etabs

i) Deformaciones

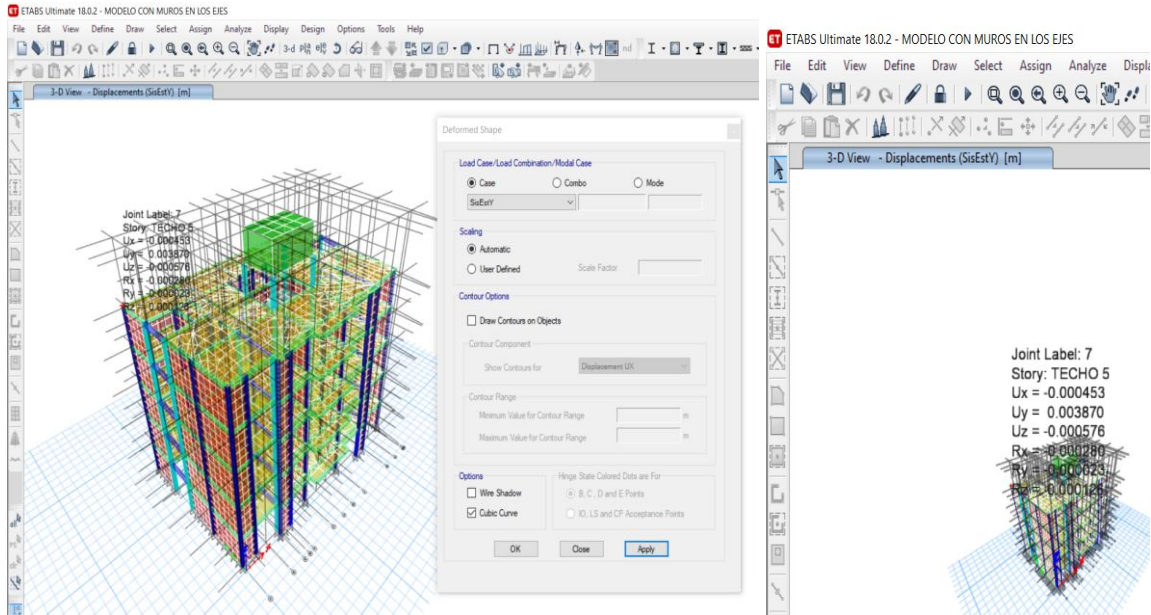
En las figuras N° 15 y N° 16, se puede observar las deformaciones del edificio producidos por la fuerza sísmica extraído del modelo realizado en el programa Etabs.

Figura 18: Deformación en dirección X-X



Fuente: Elaboración propia en Etabs

Figura 19: Deformación en dirección Y-Y



Fuente: Elaboración propia en Etabs

j) Verificación entre cortante estática y dinámica

En la tabla N° 24, se muestran las cortantes estática y dinámica del edificio, extraído del modelo realizado en el programa Etabs.

Tabla 35: Cortante Estática y Dinámica

Story	Output Case	Location	VX (ton)	VY (ton)	80% SE (ton)	SDIN>80% SE
Techo 1	SisEstXX	Bottom	223.138	0	178.510	
Techo 1	SisEstYY	Bottom	0	223.138	178.510	
Techo 1	SisDinXX	Bottom	181.805	68.809		Cumple
Techo 1	SisDinYY	Bottom	68.809	199.748		Cumple

Fuente: Elaboración propia en Etabs

k) Verificación de control de esfuerzos axiales en los muros

En las siguientes tablas de muestran los esfuerzos axiales de todos los muros de cada piso del del edificio, las cargas son extraídas del modelo realizado en el programa Etabs para su verificación de acuerdo a lo especificado en la NTP E. 070.

Tabla 36: Esfuerzos axiales primer piso

Muro	L (m)	t (m)	Pm=CM+ CV (Kg)	σ_m (Kg/cm ²)	$0.2f'_m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right]$ (Kg/cm ²)	Observació n
1X	1.51	0.23	8708.8	2.50757	11.64387948	OK
2X	1.37	0.23	6185.8	1.96312	11.64387948	OK
3X	1.43	0.23	2140.4	0.65078	11.64387948	OK
4X	3.75	0.13	25964.7	5.32609	8.755102041	OK
5X	2.48	0.13	12832.5	3.9803	8.755102041	OK
6X	2.53	0.13	12336.5	3.75084	8.755102041	OK
7X	3.35	0.23	24497.6	3.17944	11.64387948	OK
8X	1.25	0.23	7434	2.58574	11.64387948	OK
9X	4.5	0.13	20007.3	3.42005	8.755102041	OK
10X	1.25	0.23	8383.4	2.91597	11.64387948	OK
11X	1.4	0.23	7090.4	2.20199	11.64387948	OK
12X	2.48	0.13	9982.6	3.09634	8.755102041	OK
13X	1.6	0.13	6146.3	2.95495	8.755102041	OK
14X	2.53	0.13	10044.8	3.05406	8.755102041	OK
15X	1.4	0.23	7397.9	2.29748	11.64387948	OK
16X	1.23	0.23	6822.3	2.41156	11.64387948	OK
17X	1.45	0.23	8883.3	2.66366	11.64387948	OK
18X	1.75	0.13	6666.1	2.93015	8.755102041	OK
19X	18.78	0.13	69577.4	2.8499	8.755102041	OK
1Y	6.35	0.23	41654.1	2.85204	11.64387948	OK
2Y	2.27	0.23	24066.9	4.60963	11.64387948	OK
3Y	2.23	0.23	24191.6	4.71663	11.64387948	OK
4Y	6.18	0.23	42898.5	3.01805	11.64387948	OK
5Y	1.85	0.23	12728.7	2.99147	11.64387948	OK
6Y	3	0.23	25932.5	3.75833	11.64387948	OK
7Y	3	0.23	26391.1	3.8248	11.64387948	OK
8Y	1.85	0.23	12829.7	3.01521	11.64387948	OK
9Y	2.5	0.23	13759.9	2.39303	11.64387948	OK

10Y	1.75	0.23	8939.7	2.22104	11.64387948	OK
11Y	3.35	0.13	15505.3	3.56034	8.755102041	OK
12Y	3.35	0.13	15438.4	3.54498	8.755102041	OK
13Y	1.75	0.13	5119.6	2.25037	8.755102041	OK
14Y	2.5	0.13	7913.6	2.43495	8.755102041	OK
15Y	3	0.23	16817.1	2.43726	11.64387948	OK
16Y	1.55	0.23	10365.3	2.90752	11.64387948	OK
17Y	2	0.13	7734.1	2.97465	8.755102041	OK
18Y	2.7	0.13	10777.8	3.0706	8.755102041	OK
19Y	1.55	0.23	9256.9	2.59661	11.64387948	OK
20Y	2	0.13	7178.3	2.76088	8.755102041	OK
21Y	3.02	0.13	16546.3	4.21454	8.755102041	OK

Fuente: Elaboración propia en Exel

Tabla 37: Esfuerzos axiales del segundo piso

Muro	L (m)	t (m)	Pm=CM+CV (Kg)	σ_m (Kg/cm ²)	$0.2f'_m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right]$ (Kg/cm ²)	Observación
1X	1.51	0.23	7194.0681	2.07143	11.64387948	OK
2X	1.37	0.23	5802.9007	1.84161	11.64387948	OK
3X	1.43	0.23	1781.6016	0.54168	11.64387948	OK
4X	3.75	0.13	20011.9949	4.10502	8.755102041	OK
5X	2.48	0.13	10464.2706	3.24574	8.755102041	OK
6X	2.53	0.13	10131.0609	3.08029	8.755102041	OK
7X	3.35	0.23	19128.1419	2.48256	11.64387948	OK
8X	1.25	0.23	6107.5012	2.12435	11.64387948	OK
9X	4.5	0.13	17605.3997	3.00947	8.755102041	OK
10X	1.25	0.23	6838.273	2.37853	11.64387948	OK
11X	1.4	0.23	5621.9396	1.74594	11.64387948	OK
12X	2.48	0.13	7639.9147	2.3697	8.755102041	OK
13X	1.6	0.13	5135.1046	2.4688	8.755102041	OK
14X	2.53	0.13	7694.1577	2.33936	8.755102041	OK

15X	1.4	0.23	5992.3076	1.86097	11.64387948	OK
16X	1.23	0.23	5676.6734	2.0066	11.64387948	OK
17X	1.45	0.23	7521.1409	2.25521	11.64387948	OK
18X	1.75	0.13	4987.0677	2.19212	8.755102041	OK
19X	18.78	0.13	54107.5788	2.21625	8.755102041	OK
1Y	6.35	0.23	32327.6589	2.21347	11.64387948	OK
2Y	2.27	0.23	18337.106	3.51218	11.64387948	OK
3Y	2.23	0.23	18563.4478	3.61931	11.64387948	OK
4Y	6.18	0.23	33869.8383	2.38285	11.64387948	OK
5Y	1.85	0.23	10275.2171	2.41486	11.64387948	OK
6Y	3	0.23	21554.861	3.12389	11.64387948	OK
7Y	3	0.23	20973.0122	3.03957	11.64387948	OK
8Y	1.85	0.23	10257.1931	2.41062	11.64387948	OK
9Y	2.5	0.23	10979.2045	1.90943	11.64387948	OK
10Y	1.75	0.23	7180.3334	1.78393	11.64387948	OK
11Y	3.35	0.13	11687.6288	2.68373	8.755102041	OK
12Y	3.35	0.13	11615.1777	2.66709	8.755102041	OK
13Y	1.75	0.13	4031.8492	1.77224	8.755102041	OK
14Y	2.5	0.13	6196.297	1.90655	8.755102041	OK
15Y	3	0.23	12953.9683	1.87739	11.64387948	OK
16Y	1.55	0.23	8120.635	2.27788	11.64387948	OK
17Y	2	0.13	5777.0311	2.22194	8.755102041	OK
18Y	2.7	0.13	7795.9673	2.22107	8.755102041	OK
19Y	1.55	0.23	8408.6961	2.35868	11.64387948	OK
20Y	2	0.13	5204.1007	2.00158	8.755102041	OK
21Y	3.02	0.13	13116.011	3.34081	8.755102041	OK

Fuente: Elaboración propia en Exel

Tabla 38: Esfuerzos axiales del tercer piso

Muro	L (m)	t (m)	Pm=CM+CV (Kg)	σ_m (Kg/cm ²)	$0.2f'_m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right]$ (Kg/cm ²)	Observación
1X	1.51	0.23	5525.3641	1.59095	11.64387948	OK
2X	1.37	0.23	4463.9528	1.41668	11.64387948	OK
3X	1.43	0.23	1370.4168	0.41667	11.64387948	OK
4X	3.75	0.13	14849.2586	3.046	8.755102041	OK
5X	2.48	0.13	8016.2291	2.48642	8.755102041	OK
6X	2.53	0.13	7950.9393	2.41743	8.755102041	OK
7X	3.35	0.23	14376.6231	1.86588	11.64387948	OK
8X	1.25	0.23	4617.2575	1.606	11.64387948	OK
9X	4.5	0.13	14181.1099	2.42412	8.755102041	OK
10X	1.25	0.23	5206.5083	1.81096	11.64387948	OK
11X	1.4	0.23	4273.4624	1.32716	11.64387948	OK
12X	2.48	0.13	5599.4905	1.73681	8.755102041	OK
13X	1.6	0.13	3929.339	1.88911	8.755102041	OK
14X	2.53	0.13	5635.2401	1.71336	8.755102041	OK
15X	1.4	0.23	4569.1629	1.41899	11.64387948	OK
16X	1.23	0.23	4396.9168	1.55423	11.64387948	OK
17X	1.45	0.23	5794.4305	1.73746	11.64387948	OK
18X	1.75	0.13	3646.046	1.60266	8.755102041	OK
19X	18.78	0.13	40354.4117	1.65292	8.755102041	OK
1Y	6.35	0.23	24236.7542	1.65948	11.64387948	OK
2Y	2.27	0.23	13453.4562	2.5768	11.64387948	OK
3Y	2.23	0.23	13687.0723	2.66857	11.64387948	OK
4Y	6.18	0.23	25513.3292	1.79494	11.64387948	OK
5Y	1.85	0.23	7683.8312	1.80584	11.64387948	OK
6Y	3	0.23	16810.9749	2.43637	11.64387948	OK
7Y	3	0.23	16446.355	2.38353	11.64387948	OK
8Y	1.85	0.23	7714.8262	1.81312	11.64387948	OK
9Y	2.5	0.23	8370.5375	1.45575	11.64387948	OK
10Y	1.75	0.23	5401.8752	1.34208	11.64387948	OK

11Y	3.35	0.13	8552.0724	1.96374	8.755102041	OK
12Y	3.35	0.13	8515.585	1.95536	8.755102041	OK
13Y	1.75	0.13	2998.8931	1.31819	8.755102041	OK
14Y	2.5	0.13	4697.0659	1.44525	8.755102041	OK
15Y	3	0.23	9749.0836	1.41291	11.64387948	OK
16Y	1.55	0.23	6117.4766	1.71598	11.64387948	OK
17Y	2	0.13	4169.8578	1.60379	8.755102041	OK
18Y	2.7	0.13	5680.5894	1.6184	8.755102041	OK
19Y	1.55	0.23	6287.4187	1.76365	11.64387948	OK
20Y	2	0.13	3692.672	1.42026	8.755102041	OK
21Y	3.02	0.13	9951.4539	2.53476	8.755102041	OK

Fuente: Elaboración propia en Excel

Tabla 39: Esfuerzos axiales del cuarto piso

Muro	L (m)	t (m)	Pm=CM+CV (Kg)	σ_m (Kg/cm ²)	$0.2f'_m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right]$ (Kg/cm ²)	Observación
1X	1.51	0.23	3744.3969	1.07814	11.64387948	OK
2X	1.37	0.23	3013.5555	0.95638	11.64387948	OK
3X	1.43	0.23	937.1304	0.28493	11.64387948	OK
4X	3.75	0.13	9814.7767	2.01329	8.755102041	OK
5X	2.48	0.13	5554.0682	1.72273	8.755102041	OK
6X	2.53	0.13	5638.128	1.71424	8.755102041	OK
7X	3.35	0.13	9607.2605	2.20603	8.755102041	OK
8X	1.25	0.23	3110.9441	1.08207	11.64387948	OK
9X	4.5	0.13	10458.8901	1.78784	8.755102041	OK
10X	1.25	0.23	3525.7226	1.22634	11.64387948	OK
11X	1.4	0.23	2880.409	0.89454	11.64387948	OK
12X	2.48	0.13	3622.6274	1.12364	8.755102041	OK
13X	1.6	0.13	2683.2376	1.29002	8.755102041	OK
14X	2.53	0.13	3637.191	1.10587	8.755102041	OK
15X	1.4	0.23	3100.0989	0.96276	11.64387948	OK

16X	1.23	0.23	3014.4006	1.06554	11.64387948	OK
17X	1.45	0.23	4023.2932	1.20638	11.64387948	OK
18X	1.75	0.13	2322.3783	1.02083	8.755102041	OK
19X	18.78	0.13	27080.6442	1.10923	8.755102041	OK
1Y	6.35	0.23	16125.5644	1.10411	11.64387948	OK
2Y	2.27	0.23	8654.9	1.65771	11.64387948	OK
3Y	2.23	0.23	8875.9984	1.73055	11.64387948	OK
4Y	6.18	0.23	17164.2752	1.20756	11.64387948	OK
5Y	1.85	0.23	5145.9661	1.20939	11.64387948	OK
6Y	3	0.23	12120.3906	1.75658	11.64387948	OK
7Y	3	0.23	11987.6012	1.73733	11.64387948	OK
8Y	1.85	0.23	5161.2014	1.21297	11.64387948	OK
9Y	2.5	0.23	5701.4548	0.99156	11.64387948	OK
10Y	1.75	0.23	3570.9675	0.8872	11.64387948	OK
11Y	3.35	0.13	5526.3739	1.26897	8.755102041	OK
12Y	3.35	0.13	5510.6905	1.26537	8.755102041	OK
13Y	1.75	0.13	1945.0138	0.85495	8.755102041	OK
14Y	2.5	0.13	3177.4233	0.97767	8.755102041	OK
15Y	3	0.23	6506.3569	0.94295	11.64387948	OK
16Y	1.55	0.23	4089.6052	1.14715	11.64387948	OK
17Y	2	0.13	2613.7077	1.00527	8.755102041	OK
18Y	2.7	0.13	3587.4555	1.02207	8.755102041	OK
19Y	1.55	0.23	4140.3873	1.1614	11.64387948	OK
20Y	2	0.13	2271.6627	0.87372	8.755102041	OK
21Y	3.02	0.13	6765.5352	1.72326	8.755102041	OK

Fuente: Elaboración propia en Exel

Tabla 40: Esfuerzos axiales del quinto piso

Muro	L (m)	t (m)	Pm=CM+CV (Kg)	σ_m (Kg/cm ²)	$0.2f'_m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right]$ (Kg/cm ²)	Observación
1X	1.51	0.23	1896.3068	0.54601	11.64387948	OK
2X	1.37	0.23	1447.7668	0.45946	11.64387948	OK
3X	1.43	0.23	503.8239	0.15318	11.64387948	OK
4X	3.75	0.13	4859.0608	0.99673	8.755102041	OK
5X	2.48	0.13	3021.7641	0.93727	8.755102041	OK
6X	2.53	0.13	3228.1383	0.9815	8.755102041	OK
7X	3.35	0.13	4812.3161	1.10501	8.755102041	OK
8X	1.25	0.23	1598.8066	0.55611	11.64387948	OK
9X	4.5	0.13	6478.7625	1.10748	8.755102041	OK
10X	1.25	0.23	1812.2352	0.63034	11.64387948	OK
11X	1.4	0.23	1449.5682	0.45018	11.64387948	OK
12X	2.48	0.13	1684.7994	0.52258	8.755102041	OK
13X	1.6	0.13	1419.9157	0.68265	8.755102041	OK
14X	2.53	0.13	1674.2373	0.50904	8.755102041	OK
15X	1.4	0.23	1597.8976	0.49624	11.64387948	OK
16X	1.23	0.23	1575.9308	0.55706	11.64387948	OK
17X	1.45	0.23	2241.3351	0.67206	11.64387948	OK
18X	1.75	0.13	1007.6624	0.44293	8.755102041	OK
19X	18.78	0.13	14185.6602	0.58105	8.755102041	OK
1Y	6.35	0.23	7986.5785	0.54684	11.64387948	OK
2Y	2.27	0.23	3895.9225	0.7462	11.64387948	OK
3Y	2.23	0.23	4076.4547	0.79479	11.64387948	OK
4Y	6.18	0.23	8799.5804	0.61908	11.64387948	OK
5Y	1.85	0.23	2653.692	0.62366	11.64387948	OK
6Y	3	0.23	7475.1836	1.08336	11.64387948	OK
7Y	3	0.23	7604.1818	1.10206	11.64387948	OK
8Y	1.85	0.23	2602.8318	0.61171	11.64387948	OK
9Y	2.5	0.23	2984.8268	0.5191	11.64387948	OK

10Y	1.75	0.23	1712.3824	0.42544	11.64387948	OK
11Y	3.35	0.13	2551.9289	0.58598	8.755102041	OK
12Y	3.35	0.13	2529.5531	0.58084	8.755102041	OK
13Y	1.75	0.13	888.3069	0.39046	8.755102041	OK
14Y	2.5	0.13	1643.5896	0.50572	8.755102041	OK
15Y	3	0.23	3239.6227	0.46951	11.64387948	OK
16Y	1.55	0.23	2048.9714	0.57475	11.64387948	OK
17Y	2	0.13	1088.417	0.41862	8.755102041	OK
18Y	2.7	0.13	1516.0621	0.43193	8.755102041	OK
19Y	1.55	0.23	1970.2752	0.55267	11.64387948	OK
20Y	2	0.13	902.5523	0.34714	8.755102041	OK
21Y	3.02	0.13	3554.5	0.90537	8.755102041	OK

Fuente: Elaboración propia en Excel

l) Verificación de control de fisuración y capacidad de corte en los muros.

En las siguientes tablas de muestra el control de fisuración y capacidad de corte de todos los muros de cada piso del del edificio, las cargas son extraídas del modelo realizado en el programa Etabs para su verificación de acuerdo a lo especificado en la NTP E. 070.

Tabla 41: Fisuración y Capacidad de corte del primer piso

Muro	Pg= CM+0.25 CV (Kg)	Ve-X (Kg)	Me-X (Kg-m)	Ve-Y (Kg)	Me-Y (Kg-m)	Ve (Kg)	Me (Kg- m)	$\frac{V_e L}{M_e}$	α	Vm (kg)	V_e $\leq 0.55V_m$
1X	8020.5	2373.4771	1806.1999	61.9744	49.2822	2373.5	1806.1999	1.984	1.000	15910.37	No Fisurado
2X	5608.8	922.7889	1107.4828	24.7011	7.6433	922.79	1107.4828	1.142	1.000	14051.57	No Fisurado
3X	2140.5	1043.0488	763.2543	38.1221	14.8091	1043	763.2543	1.954	1.000	13812.77	No Fisurado
4X	23544.3	8158.9718	9355.0332	107.9537	93.9484	8159	9355.0332	3.271	1.000	25158.94	No Fisurado
5X	11461.3	2961.3361	2429.9679	6.6719	14.3392	2961.3	2429.9679	3.022	1.000	15693.3	No Fisurado
6X	11006.3	3370.207	2170.6787	6.8293	16.9529	3370.2	2170.6787	3.928	1.000	15851.9	No Fisurado
7X	22192.6	8184.4782	7001.9983	94.9224	117.9317	8184.5	7001.9983	3.916	1.000	36309.55	No Fisurado
8X	6822.4	2990.8467	1106.4098	105.0482	82.6501	2990.8	1106.4098	3.379	1.000	13212.9	No Fisurado
9X	18067.7	6554.4796	6521.8425	37.7233	8.3749	6554.5	6521.8425	4.523	1.000	27848.07	No Fisurado
10X	7640.3	1622.8146	1521.7317	161.5791	140.3591	1622.8	1521.7317	1.333	1.000	13401.02	No Fisurado

11X	6571.3	1414.5194	924.5332	36.1952	31.8237	1414.5	924.5332	2.142	1.000	14552.4	No Fisurado
12X	8937.2	1892.075	2253.3162	17.1593	25.0987	1892.1	2253.3162	2.082	1.000	15112.76	No Fisurado
13X	5558	1056.7606	989.8486	28.4986	19.0989	1056.8	989.8486	1.708	1.000	9702.34	No Fisurado
14X	8977.9	1911.4795	2147.0897	15.4408	26.4837	1911.5	2147.0897	2.252	1.000	15385.37	No Fisurado
15X	6816.5	1549.569	1106.4687	199.8313	141.1991	1549.6	1106.4687	1.961	1.000	14608.8	No Fisurado
16X	6368.3	1458.3861	1214.6958	137.8024	117.0542	1458.4	1214.6958	1.477	1.000	12922.16	No Fisurado
17X	8042.8	1230.1597	1241.7393	44.7381	53.1284	1230.2	1241.7393	1.436	1.000	15356.59	No Fisurado
18X	5985.5	876.7187	1155.1555	37.7732	29.7871	876.72	1155.1555	1.328	1.000	10590.42	No Fisurado
19X	63977.3	22619.271	116497.74	94.0981	95.839	22619	116497.74	3.646	1.000	113591.5	No Fisurado
1Y	38268.2	33.0931	87.054	9085.057	25875.88	9085.1	25875.886	2.229	1.000	67951.94	No Fisurado
2Y	21055.6	66.1428	122.7782	2548.896	3625.672	2548.9	3625.6723	1.596	1.000	25987.84	No Fisurado
3Y	21131.5	62.6699	237.9155	2849.514	3980.020	2849.5	3980.0208	1.597	1.000	25632.7	No Fisurado
4Y	39258.7	87.0986	100.1704	15060.09	55941.15	15060	55941.159	1.664	1.000	66596.2	No Fisurado
5Y	11404.3	46.0006	69.7312	1971.103	1787.259	1971.1	1787.2598	2.040	1.000	19855.74	No Fisurado
6Y	23287.4	172.0044	61.8269	3425.717	5609.396	3425.7	5609.3961	1.832	1.000	33301.1	No Fisurado
7Y	23687.7	33.8259	46.4797	5427.123	6875.964	5427.1	6875.964	2.368	1.000	33393.17	No Fisurado
8Y	11492.3	75.2598	98.3442	2751.789	2777.026	2751.8	2777.0258	1.833	1.000	19875.98	No Fisurado
9Y	12721	134.4427	103.9642	2811.112	3077.618	2811.1	3077.6183	2.284	1.000	26213.33	No Fisurado
10Y	8248.5	33.0077	57.2782	1477.899	1483.747	1477.9	1483.7468	1.743	1.000	18198.41	No Fisurado
11Y	13709.9	27.1097	37.082	2576.525	4584.125	2576.5	4584.1258	1.883	1.000	20791.03	No Fisurado
12Y	13625.1	23.1241	33.5628	3565.435	6041.426	3565.4	6041.4268	1.977	1.000	20771.52	No Fisurado

13Y	4683.5	6.0358	11.2062	1281.413	1188.733	1281.4	1188.7339	1.886	1.000	10290.96	No Fisurado
14Y	7261.9	1.9954	6.3356	3004.789	2241.735	3004.8	2241.7359	3.351	1.000	14832.74	No Fisurado
15Y	15605.7	103.6205	112.5953	3104.166	4778.528	3104.2	4778.5281	1.949	1.000	31534.31	No Fisurado
16Y	9467	128.7991	86.6657	2047.355	1723.847	2047.4	1723.8477	1.841	1.000	16615.66	No Fisurado
17Y	6965.3	8.8323	9.5759	1470.974	1634.868	1471	1634.8686	1.800	1.000	12132.02	No Fisurado
18Y	9776.1	40.956	22.5707	2877.487	2975.545	2877.5	2975.5458	2.611	1.000	16464	No Fisurado
19Y	8401.1	181.7636	123.6301	2681.284	2107.909	2681.3	2107.9092	1.972	1.000	16370.5	No Fisurado
20Y	6563.9	6.4236	8.6904	2002.723	2221.081	2002.7	2221.0815	1.803	1.000	12039.7	No Fisurado
21Y	15545	94.2261	77.4413	6267.716	9146.093	6267.7	9146.0934	2.070	1.000	19475.65	No Fisurado

Fuente: Elaboración propia en Exel

Tabla 42: Verificación de cortante

$\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$	
Resistencia al corte en Dirección X del Edificio, $\Sigma V_{mi} =$	413072.7 Kg
Resistencia al Corte en Dirección Y del Edificio, $\Sigma V_{mi} =$	528324.5 Kg
Cortante por Sismo Severo en Dirección X, $V_{Ei} =$	181805.672 OK
Cortante por Sismo Severo en Dirección Y, $V_{Ei} =$	199748.021 OK

Fuente: Elaboración propia en Exel

Tabla 43: Fisuración y capacidad de corte del segundo piso

Muro	Pg= CM+0.25CV (Kg)	Ve-X (Kg)	Me-X (Kg-m)	Ve-Y (Kg)	Me-Y (Kg-m)	Ve (Kg)	Me (Kg- m)	$\frac{V_e L}{M_e}$	α	Vm (kg)	V_e $\leq 0.55V_m$
1X	6609.21	1795.27	1011.4	65.5781	34.7	1795.3	1011.4	2.6803	1	15585.77	No Fisurado
2X	5217.99	614.84	586.1	43.5281	38.2	614.84	586.1	1.4372	1	13961.69	No Fisurado
3X	1781.66	468.75	257.8	1.6163	3.5	468.75	257.8	2.6001	1	13730.23	No Fisurado
4X	18224.13	8366.66	6709.1	93.9817	69.5	8366.7	6709.1	4.6765	1	23935.30	No Fisurado
5X	9387.07	3284.65	2058.5	29.9293	35.4	3284.6	2058.5	3.9572	1	15216.23	No Fisurado
6X	9080.73	4069.12	2135.3	42.1408	49.5	4069.1	2135.3	4.8213	1	15409.02	No Fisurado
7X	17388.02	8937.37	5348.9	96.8412	80.5	8937.4	5348.9	5.5975	1	35204.49	No Fisurado
8X	5604.28	1122.89	633.5	32.128	57	1122.9	633.5	2.2156	1	12932.74	No Fisurado
9X	15862.01	7402.73	5341.6	60.6446	27.8	7402.7	5341.6	6.2364	1	27340.76	No Fisurado
10X	6242.50	1021.65	694.9	111.5882	134	1021.6	694.9	1.8378	1	13079.53	No Fisurado
11X	5237.76	779.54	397.5	119.2583	73.8	779.54	397.5	2.7456	1	14245.69	No Fisurado
12X	6895.51	1383.45	1350.6	24.338	47.5	1383.4	1350.6	2.5403	1	14643.17	No Fisurado
13X	4629.86	697.49	601.9	28.1387	20.8	697.49	601.9	1.8541	1	9488.87	No Fisurado
14X	6931.88	1426.78	1244.7	28.9307	56.5	1426.8	1244.7	2.9001	1	14914.78	No Fisurado
15X	5526.45	832.37	539.9	94.3073	76.7	832.37	539.9	2.1584	1	14312.08	No Fisurado

16X	5289.69	1101.49	841	90.922	89.3	1101.5	841	1.611	1	12674.08	No Fisurado
17X	6796.50	478.95	351.4	183.2432	124.2	478.95	351.4	1.9763	1	15069.94	No Fisurado
18X	4555.23	463.39	421.6	49.0396	39.9	463.39	421.6	1.9235	1	10261.45	No Fisurado
19X	49830.75	26060.75	83004.5	125.011	89.5	26061	83004.5	5.8963	1	110337.77	No Fisurado
1Y	29829.87	258.89	205.3	10959.7234	20885.6	10960	20885.6	3.3322	1	66011.12	No Fisurado
2Y	16179.26	107.36	144.1	1958.535	2464.6	1958.5	2464.6	1.8039	1	24866.28	No Fisurado
3Y	16341.04	105.34	139.4	2114.2892	2606	2114.3	2606	1.8092	1	24530.89	No Fisurado
4Y	31049.92	304.86	251.2	15871.6264	41007.7	15872	41007.7	2.3919	1	64708.18	No Fisurado
5Y	9228.98	202.10	152.6	1954.4525	1408.1	1954.5	1408.1	2.5678	1	19355.41	No Fisurado
6Y	19386.03	436.19	206.9	3520.9593	3773.1	3521	3773.1	2.7995	1	32403.79	No Fisurado
7Y	18903.95	284.60	217.3	4862.5674	4562.4	4862.6	4562.4	3.1974	1	32292.91	No Fisurado
8Y	9232.36	234.78	180.1	2367.5546	2062.3	2367.6	2062.3	2.1238	1	19356.19	No Fisurado
9Y	10126.79	65.35	48.2	2831.5677	2119.8	2831.6	2119.8	3.3394	1	25616.66	No Fisurado
10Y	6633.74	122.04	99.2	882.6975	896.1	882.7	896.1	1.7238	1	17827.01	No Fisurado
11Y	10447.03	70.53	91.6	2570.0587	3651.1	2570.1	3651.1	2.3581	1	20040.57	No Fisurado
12Y	10368.21	66.21	88.2	3465.575	4724.8	3465.6	4724.8	2.4572	1	20022.44	No Fisurado
13Y	3711.17	39.94	29.5	899.5557	768.1	899.56	768.1	2.0495	1	10067.32	No Fisurado
14Y	5686.12	23.95	16.2	3692.9994	2100.5	3693	2100.5	4.3954	1	14470.31	No Fisurado
15Y	12103.91	123.35	101.1	2796.3151	3188.5	2796.3	3188.5	2.631	1	30728.90	No Fisurado
16Y	7458.27	87.01	55	1785.9322	1166.5	1785.9	1166.5	2.3731	1	16153.65	No Fisurado
17Y	5308.31	42.07	31.3	1121.5754	1114	1121.6	1114	2.0136	1	11750.91	No Fisurado

18Y	7203.13	58.44	44.1	3082.2445	2431.3	3082.2	2431.3	3.4229	1	15872.22	No Fisurado
19Y	7685.65	81.01	51.2	2100.8484	1432.8	2100.8	1432.8	2.2727	1	16205.95	No Fisurado
20Y	4887.29	36.88	27.9	1496.966	1468.6	1497	1468.6	2.0386	1	11654.08	No Fisurado
21Y	12288.88	132.68	90.2	5946.5547	5346	5946.6	5346	3.3593	1	18726.74	No Fisurado

Fuente: Elaboración propia en Exel

Tabla 44: Verificación de cortante

		$\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$
Resistencia al corte en Dirección X del Edificio, $\Sigma V_{mi} =$	402343.586	
Resistencia al Corte en Dirección Y del Edificio, $\Sigma V_{mi} =$	512661.527	
Cortante por Sismo Severo en Dirección X, $V_{Ei} =$	168978.67	OK
Cortante por Sismo Severo en Dirección Y, $V_{Ei} =$	187169.086	OK

Fuente: Elaboración propia en Exel

Tabla 45: Fisuración y capacidad de corte del tercer piso

Muro	Pg= CM+0.25CV (Kg)	Ve-X (Kg)	Me-X (Kg-m)	Ve-Y (Kg)	Me-Y (Kg-m)	Ve (Kg)	Me (Kg- m)	$\frac{V_e L}{M_e}$	α	Vm (kg)	$V_e \leq 0.55V_m$
1X	5078.7052	1300.4857	615.8	47.6023	24.3	1300.5	615.8	3.1889	1	15233.75	No Fisurado
2X	4054.1112	479.8247	411.7	42.2302	36	479.82	411.7	1.5967	1	13694	No Fisurado
3X	1370.4169	223.9605	93	2.6672	5	223.96	93	3.4437	1	13635.65	No Fisurado
4X	13604.7418	6824.7954	3898.9	80.4256	53.5	6824.8	3898.9	6.5642	1	22872.84	No Fisurado
5X	7247.8444	3058.657	1651.4	34.4713	39.6	3058.7	1651.4	4.5934	1	14724.2	No Fisurado
6X	7178.978	3990.7008	1872.6	44.6586	53.7	3990.7	1872.6	5.3917	1	14971.61	No Fisurado
7X	13132.4923	7807.3153	3338.2	76.9171	57.2	7807.3	3338.2	7.8349	1	34225.72	No Fisurado
8X	4249.7423	904.0025	464.5	24.4523	58	904	464.5	2.4327	1	12621.19	No Fisurado
9X	12825.6536	6252.6903	3468.7	58.2386	32.8	6252.7	3468.7	8.1117	1	26642.4	No Fisurado
10X	4768.5754	794.8848	450.6	110.5791	141.2	794.88	450.6	2.2051	1	12740.52	No Fisurado
11X	3992.8054	513.4633	199.6	137.9235	84.2	513.46	199.6	3.6014	1	13959.35	No Fisurado
12X	5099.3538	1007.996	803.8	24.6372	54.4	1008	803.8	3.11	1	14230.05	No Fisurado
13X	3550.3945	520.3005	435	24.5111	18.4	520.3	435	1.9137	1	9240.591	No Fisurado
14X	5122.4212	1067.2634	704.3	29.6999	65	1067.3	704.3	3.8338	1	14498.61	No Fisurado
15X	4224.3232	520.1911	308.8	101.8283	81	520.19	308.8	2.3584	1	14012.59	No Fisurado

16X	4098.3698	828.6755	666	99.9382	92.9	828.68	666	1.5304	1	12400.08	No Fisurado
17X	5254.5872	265.6509	119.2	214.4649	144.8	265.65	144.8	2.6602	1	14715.31	No Fisurado
18X	3371.3153	296.5146	198.4	60.5375	47.9	296.51	198.4	2.6154	1	9989.153	No Fisurado
19X	37334.7737	22996.4041	50483.5	83.3397	54	22996	50483.5	8.5547	1	107463.7	No Fisurado
1Y	22463.2681	196.4869	146.9	10154.1919	13986.2	10154	13986.2	4.6102	1	64316.8	No Fisurado
2Y	11980.2107	110.374	145.6	1557.8446	1697.1	1557.8	1697.1	2.0837	1	23900.5	No Fisurado
3Y	12155.1946	112.003	144	1642.6074	1742.9	1642.6	1742.9	2.1017	1	23568.14	No Fisurado
4Y	23467.3162	232.8885	187.6	13361.7245	25507.8	13362	25507.8	3.2373	1	62964.18	No Fisurado
5Y	6948.1295	218.1781	160.9	1803.3395	1124.3	1803.3	1124.3	2.9673	1	18830.82	No Fisurado
6Y	15209.0948	431.8054	213.6	2723.5125	2099.8	2723.5	2099.8	3.8911	1	31443.09	No Fisurado
7Y	14930.3251	284.4169	214	3675.2832	2512.6	3675.3	2512.6	4.3882	1	31378.97	No Fisurado
8Y	6992.4912	254.9788	193	2028.4439	1613.4	2028.4	1613.4	2.3259	1	18841.02	No Fisurado
9Y	7725.4532	38.6097	26.7	2525.2941	1365.6	2525.3	1365.6	4.623	1	25064.35	No Fisurado
10Y	5007.558	126.9454	98.7	549.6454	556.6	549.65	556.6	1.7281	1	17452.99	No Fisurado
11Y	7727.8851	77.5246	101	2326.7365	2660.8	2326.7	2660.8	2.9294	1	19415.16	No Fisurado
12Y	7686.4043	70.6082	94.7	3060.4706	3330.6	3060.5	3330.6	3.0783	1	19405.62	No Fisurado
13Y	2779.0853	41.768	29.9	614.0145	488.4	614.01	488.4	2.2001	1	9852.94	No Fisurado
14Y	4318.2536	16.4075	10.3	3501.5859	1700.3	3501.6	1700.3	5.1485	1	14155.7	No Fisurado
15Y	9159.1671	103.2681	87.8	2164.8596	1780.3	2164.9	1780.3	3.648	1	30051.61	No Fisurado
16Y	5653.5268	66.7678	40.9	1333.0084	745.1	1333	745.1	2.773	1	15738.56	No Fisurado
17Y	3887.2201	37.3285	28.1	746.68	629.3	746.68	629.3	2.373	1	11424.06	No Fisurado

18Y	5311.0504	55.8141	42.1	2607.8397	1605	2607.8	1605	4.387	1	15437.04	No Fisurado
19Y	5788.0099	65.5497	39.2	1474.5897	845.6	1474.6	845.6	2.7029	1	15769.49	No Fisurado
20Y	3531.0423	31.2741	23.4	1042.2628	821.2	1042.3	821.2	2.5384	1	11342.14	No Fisurado
21Y	9330.2743	104.0712	69.1	5073.9366	3016.9	5073.9	3016.9	5.0792	1	18046.26	No Fisurado

Fuente: Elaboración propia en Exel

Tabla 46: Verificación de cortante

		$\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$
Resistencia al corte en Dirección X del Edificio, $\Sigma V_{mi} =$	391871.309	
Resistencia al Corte en Dirección Y del Edificio, $\Sigma V_{mi} =$	498399.471	
Cortante por Sismo Severo en Dirección X, $V_{Ei} =$	143957.475	OK
Cortante por Sismo Severo en Dirección Y, $V_{Ei} =$	161931.233	OK

Fuente: Elaboración propia en Exel

Tabla 47: Fisuración y capacidad de corte del cuarto piso

Muro	Pg= CM+0.25CV (Kg)	Ve-X (Kg)	Me-X (Kg-m)	Ve-Y (Kg)	Me-Y (Kg-m)	Ve (Kg)	Me (Kg- m)	$\frac{V_e L}{M_e}$	α	Vm (kg)	$V_e \leq 0.55V_m$
1X	3457.7922	820.941	340.8	27.3437	12.4	820.94	340.8	3.6374	1	14860.94	No Fisurado
2X	2773.0616	339.1464	237	41.1922	32.3	339.15	237	1.9605	1	13399.35	No Fisurado
3X	937.1304	136.6577	50.6	1.5116	2.6	136.66	50.6	3.8621	1	13535.99	No Fisurado
4X	9099.2485	4678.679	1784.3	60.1283	36.1	4678.7	1784.3	9.833	1	21836.58	No Fisurado
5X	5095.1712	2655.3004	1275.2	32.9103	37.6	2655.3	1275.2	5.164	1	14229.09	No Fisurado
6X	5159.2466	3576.719	1548.5	40.0744	49.5	3576.7	1548.5	5.8438	1	14507.08	No Fisurado
7X	8868.5921	5881.6632	1743.2	50.1635	33.5	5881.7	1743.2	11.303	1	19677.53	No Fisurado
8X	2882.6811	685.7922	333.3	15.8119	51.9	685.79	333.3	2.572	1	12306.77	No Fisurado
9X	9542.244	4483.553	1875.7	50.2155	31.8	4483.6	1875.7	10.757	1	25887.22	No Fisurado
10X	3254.8386	605.2759	293.1	96.2204	128.8	605.28	293.1	2.5814	1	12392.36	No Fisurado
11X	2712.7617	415.8475	163.8	133.7671	81.4	415.85	163.8	3.5543	1	13664.94	No Fisurado
12X	3354.9537	677.7571	440.4	22.4616	53.8	677.76	440.4	3.8166	1	13828.84	No Fisurado
13X	2438.192	381.3491	306.8	18.1395	13.9	381.35	306.8	1.9888	1	8984.784	No Fisurado
14X	3362.5984	746.6118	372.7	27.2565	64.2	746.61	372.7	5.0682	1	14093.85	No Fisurado
15X	2883.8188	306.3944	160.8	92.0244	73.2	306.39	160.8	2.6676	1	13704.28	No Fisurado

16X	2821.785	592.4837	496.1	90.4984	81.3	592.48	496.1	1.469	1	12106.46	No Fisurado
17X	3666.695	169.1752	111.9	209.7538	142.2	209.75	142.2	2.1388	1	14350.09	No Fisurado
18X	2194.8012	194.4559	93.6	60.7214	47.7	194.46	93.6	3.6357	1	9718.554	No Fisurado
19X	25296.2733	17306.3831	25268.7	43.1021	24.6	17306	25268.7	12.862	1	104694.8	No Fisurado
1Y	15099.8707	126.876	87	8111.8215	7778	8111.8	7778	6.6225	1	62623.22	No Fisurado
2Y	7844.7757	97.7504	127.3	1182.0312	1090.5	1182	1090.5	2.4605	1	22949.35	No Fisurado
3Y	8017.4888	101.0919	127.6	1212.0116	1074.5	1212	1074.5	2.5154	1	22616.47	No Fisurado
4Y	15922.9524	156.2534	121.9	9412.339	12553.6	9412.3	12553.6	4.6336	1	61228.98	No Fisurado
5Y	4698.0858	200.8638	146.2	1555.2909	874.3	1555.3	874.3	3.291	1	18313.31	No Fisurado
6Y	11103.0692	370.2127	191.5	1691.8987	947.5	1691.9	947.5	5.3569	1	30498.71	No Fisurado
7Y	11030.8271	247.6056	184.8	2318.8278	1102.3	2318.8	1102.3	6.3109	1	30482.09	No Fisurado
8Y	4728.4567	234.3314	176.1	1686.0287	1232	1686	1232	2.5318	1	18320.3	No Fisurado
9Y	5283.4147	31.6191	23.5	2059.3663	794.1	2059.4	794.1	6.4833	1	24502.69	No Fisurado
10Y	3335.2204	109.2241	83.2	327.2347	319.2	327.23	319.2	1.794	1	17068.35	No Fisurado
11Y	5088.4106	73.3788	95.6	1939.0697	1827.3	1939.1	1827.3	3.5549	1	18808.08	No Fisurado
12Y	5071.6026	65.0453	87.3	2474.6072	2188.8	2474.6	2188.8	3.7874	1	18804.22	No Fisurado
13Y	1826.2733	36.0591	25.6	391.9138	280	391.91	280	2.4495	1	9633.793	No Fisurado
14Y	2937.6232	11.0831	6.8	2950.9003	1270.7	2950.9	1270.7	5.8057	1	13838.15	No Fisurado
15Y	6185.6474	74.8875	63.5	1468.4952	782.3	1468.5	782.3	5.6315	1	29367.7	No Fisurado
16Y	3826.4489	44.4938	26.1	841.5309	392.4	841.53	392.4	3.3241	1	15318.33	No Fisurado
17Y	2502.6947	28.7951	22	406.4507	281.8	406.45	281.8	2.8847	1	11105.62	No Fisurado

18Y	3435.8395	45.8312	34.7	1865.7761	883.3	1865.8	883.3	5.7032	1	15005.74	No Fisurado
19Y	3864.759	44.2365	25.2	870.6898	404.1	870.69	404.1	3.3397	1	15327.14	No Fisurado
20Y	2244.3357	22.7981	16.9	656.6452	386.4	656.65	386.4	3.3988	1	11046.2	No Fisurado
21Y	6374.574	74.6763	49.5	3856.0644	1371.8	3856.1	1371.8	8.4891	1	17366.45	No Fisurado

Fuente: Elaboración propia en Exel

Tabla 48: Verificación de cortante

		$\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$
Resistencia al corte en Dirección X del Edificio, $\Sigma V_{mi} =$	367779.534	
Resistencia al Corte en Dirección Y del Edificio, $\Sigma V_{mi} =$	484224.895	
Cortante por Sismo Severo en Dirección X, $V_{Ei} =$	106982.196	OK
Cortante por Sismo Severo en Dirección Y, $V_{Ei} =$	123183.753	OK

Fuente: Elaboración propia en Exel

Tabla 49: Fisuración y capacidad de corte del quinto piso

Muro	Pg= CM+0.25CV (Kg)	Ve-X (Kg)	Me-X (Kg-m)	Ve-Y (Kg)	Me-Y (Kg-m)	Ve (Kg)	Me (Kg- m)	$\frac{V_e L}{M_e}$	α	Vm (kg)	V_e $\leq 0.55V_m$
1X	1779.8524	301.394	150.8	11.6258	5.1	301.39	150.8	3.0179	1	14475.02	No Fisurado
2X	1365.5931	111.4091	70.5	41.4375	30.5	111.41	70.5	2.165	1	13075.64	No Fisurado
3X	503.8239	183.7303	110.5	1.9757	4.1	183.73	110.5	2.3777	1	13436.33	No Fisurado
4X	4660.1153	2185.0662	551.5	35.759	18.4	2185.1	551.5	14.858	1	20815.58	No Fisurado
5X	2874.7072	1881.4507	844.3	26.4403	31.2	1881.5	844.3	5.5265	1	13718.38	No Fisurado
6X	3046.8896	2995.7258	1145.8	29.668	39.6	2995.7	1145.8	6.6148	1	14021.23	No Fisurado
7X	4579.3878	3492.6097	614	17.2946	12	3492.6	614	19.056	1	18691.01	No Fisurado
8X	1510.8534	413.5061	211.7	6.9597	43.3	413.51	211.7	2.4416	1	11991.25	No Fisurado
9X	6015.6532	2057.2424	546.4	52.4073	32	2057.2	546.4	16.943	1	25076.1	No Fisurado
10X	1713.5192	368.637	192.4	79.4069	109.9	368.64	192.4	2.395	1	12037.86	No Fisurado
11X	1400.885	505.0717	211.2	115.721	70.9	505.07	211.2	3.348	1	13363.2	No Fisurado
12X	1642.3943	295.1266	186.2	24.4272	53.6	295.13	186.2	3.9308	1	13434.95	No Fisurado
13X	1310.8873	208.7934	189	10.6034	8.6	208.79	189	1.7676	1	8725.504	No Fisurado
14X	1631.0949	368.7659	161.6	30.2337	64.2	368.77	161.6	5.7734	1	13695.6	No Fisurado
15X	1513.6988	132.3807	61.3	72.7913	59.3	132.38	61.3	3.0234	1	13389.15	No Fisurado

16X	1497.4455	338.7665	356.1	70.7296	63.8	338.77	356.1	1.1701	1	11801.86	No Fisurado
17X	2068.3157	220.3927	178.5	180.1289	126.1	220.39	178.5	1.7903	1	13982.46	No Fisurado
18X	1022.9392	94.2408	87.7	53.5713	42.6	94.241	87.7	1.8805	1	9449.026	No Fisurado
19X	13623.447	10490.8445	9559.3	20.4501	20.1	10491	9559.3	20.61	1	102010.1	No Fisurado
1Y	7734.1712	40.5438	28.2	5502.0639	3071.4	5502.1	3071.4	11.375	1	60929.11	No Fisurado
2Y	3738.4687	87.4436	108	762.9199	597.4	762.92	597.4	2.8989	1	22004.9	No Fisurado
3Y	3885.6305	93.1831	110.7	698.0147	527	698.01	527	2.9536	1	21666.15	No Fisurado
4Y	8393.7804	70.3968	53.9	4600.9784	3621.9	4601	3621.9	7.8506	1	59497.27	No Fisurado
5Y	2483.7087	168.0689	121.8	1196.1921	637.5	1196.2	637.5	3.4713	1	17804	No Fisurado
6Y	7052.7213	260.7942	140.7	997.7389	329	997.74	329	9.0979	1	29567.13	No Fisurado
7Y	7210.0821	173.6266	126.3	1401.8658	528.2	1401.9	528.2	7.9621	1	29603.32	No Fisurado
8Y	2457.2375	195.4707	147	1168.735	862.7	1168.7	862.7	2.5063	1	17797.91	No Fisurado
9Y	2814.4843	44.6042	33.5	1366.4046	361.8	1366.4	361.8	9.4417	1	23934.83	No Fisurado
10Y	1633.8289	77.2604	59.9	163.7168	146	163.72	146	1.9624	1	16677.03	No Fisurado
11Y	2489.6807	65.187	83.8	1404.1724	1164.7	1404.2	1164.7	4.0388	1	18210.38	No Fisurado
12Y	2474.3542	55.8349	74.1	1663.4415	1302	1663.4	1302	4.28	1	18206.85	No Fisurado
13Y	866.6761	26.631	19	140.9105	111.8	140.91	111.8	2.2057	1	9413.086	No Fisurado
14Y	1555.1982	6.8656	5.1	2144.4171	865.2	2144.4	865.2	6.1963	1	13520.2	No Fisurado
15Y	3194.4893	53.2122	45.2	679.2271	269.9	679.23	269.9	7.5498	1	28679.73	No Fisurado
16Y	1985.3393	13.6284	8.6	321.7687	124.4	321.77	124.4	4.0092	1	14894.88	No Fisurado
17Y	1142.8072	18.5994	14.8	163.0106	92.8	163.01	92.8	3.5132	1	10792.85	No Fisurado

18Y	1581.7946	32.0001	24.7	917.8183	317.9	917.82	317.9	7.7952	1	14579.31	No Fisurado
19Y	1914.4701	17.1486	9.1	266.9114	131.1	266.91	131.1	3.1557	1	14878.58	No Fisurado
20Y	1001.9292	12.8388	9.5	228.0356	136.8	228.04	136.8	3.3339	1	10760.44	No Fisurado
21Y	3406.2881	46.3881	33.6	2205.3405	411	2205.3	411	16.205	1	16683.75	No Fisurado

Fuente: Elaboración propia en Exel

Tabla 50: Verificación de cortante

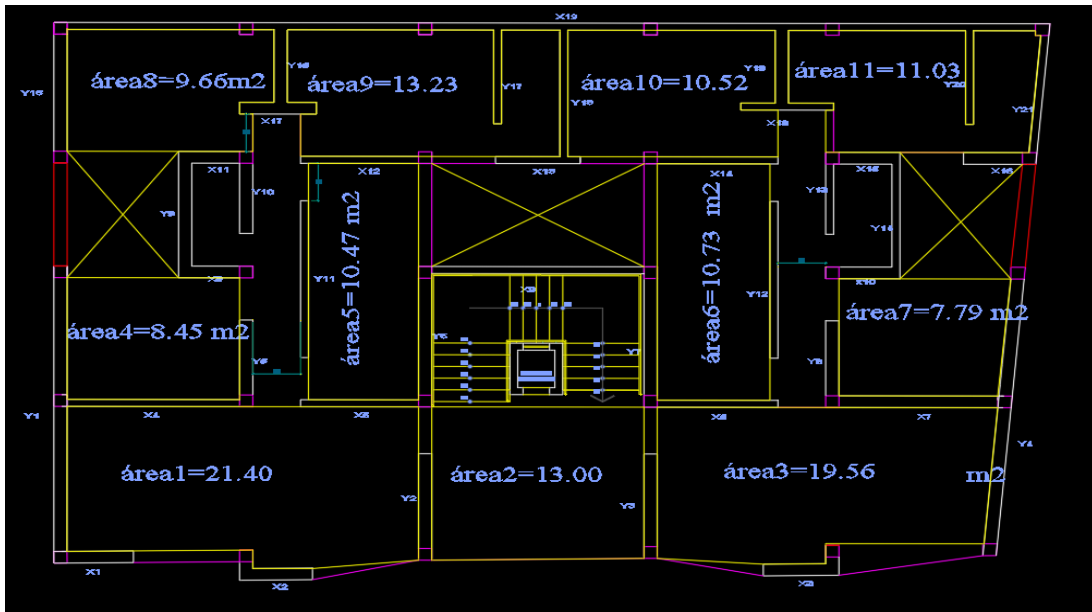
		$\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$
Resistencia al corte en Dirección X del Edificio, $\Sigma V_{mi} =$	357190.246	
Resistencia al Corte en Dirección Y del Edificio, $\Sigma V_{mi} =$	470101.692	
Cortante por Sismo Severo en Dirección X, $V_{Ei} =$	57207.9319	OK
Cortante por Sismo Severo en Dirección Y, $V_{Ei} =$	67602.9103	OK

Fuente: Elaboración propia en Exel

4.5 Contrastar la distribución arquitectónica entre el sistema estructural Aporticado y Albañilería Confinada.

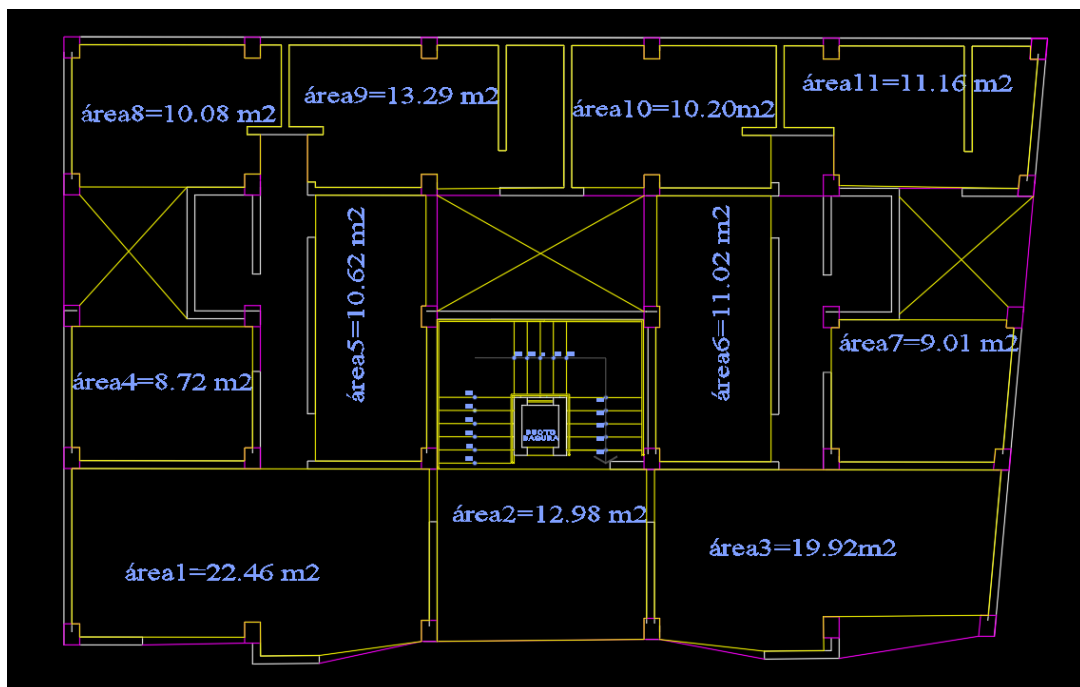
Se muestra a distribución arquitectónica del sistema Aporticado y de albañilería confinada con sus áreas de cada espacio.

Figura 20:Arquitectura de albañilería confinada



Fuente: Elaboración propia en AutoCAD

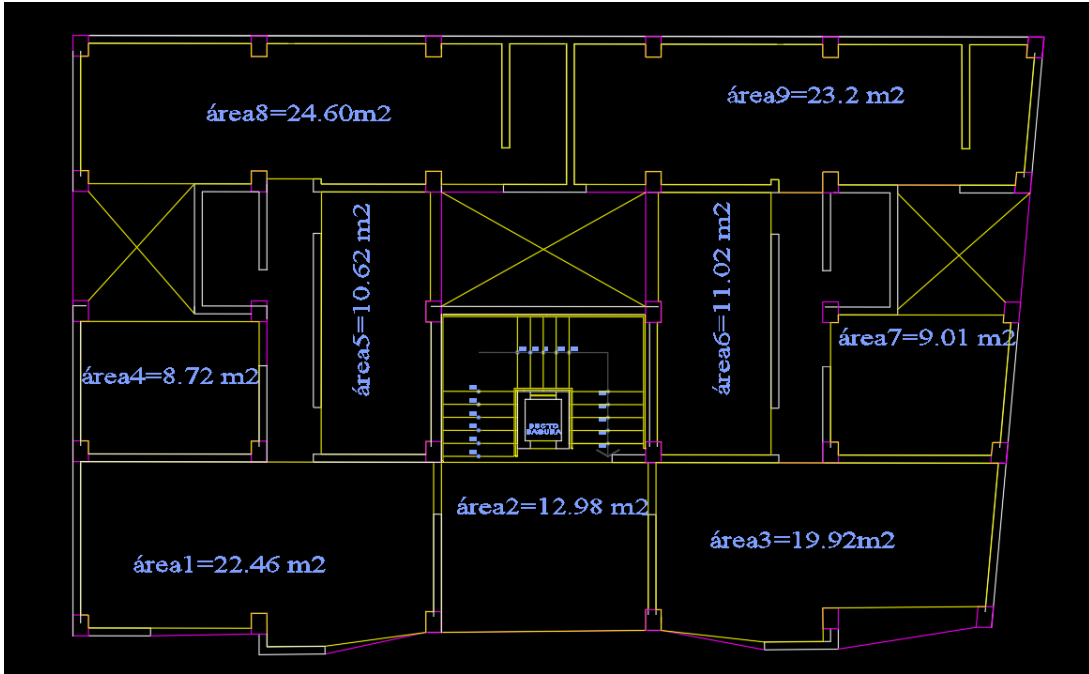
Figura 21:Arquitectura del pórtico



Fuente: Elaboración propia en AutoCAD

Variante de la arquitectura para que el edificio multifamiliar funcione como hospedaje

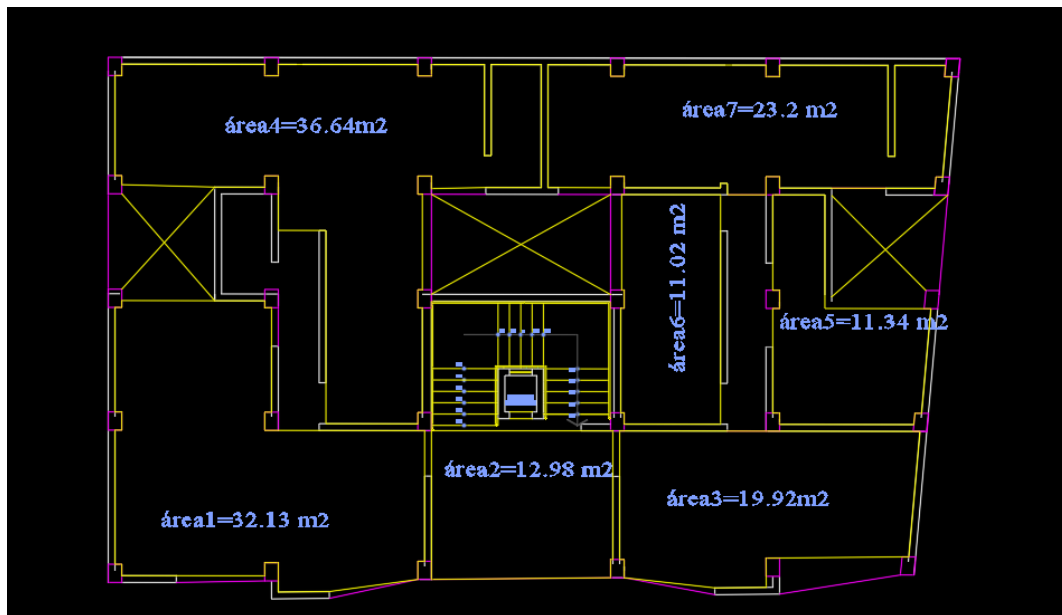
Figura 22:Arquitectura del p3rtico para hospedaje



Fuente: Elaboraci3n propia en AutoCAD

Variante de la arquitectura para que el edificio multifamiliar funcione como edificaci3n de salud.

Figura 23:Arquitectura del p3rtico para salud.



Fuente: Elaboraci3n propia en AutoCAD

VIII. DISCUSIÓN

5.1 Comparativo estructural del sistema Aporticado y Albañilería confinada

Los resultados obtenidos del programa en cuanto al comportamiento estructural del edificio, se pueden observar que el sistema aporticado presenta un comportamiento que se acerca mucho más a los límites establecidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones, lo cual para el sistema de Albañilería Confinada sus resultados son mucho más distantes de los valores máximos permitido, asiendo de este segundo sistema mucho más conservador y seguro.

5.2 Modelamiento en el programa ETABS 2018.

En la tesis de (Carrasco Zurita & Villanueva Livaque, 2019) “Modelado estructural y diseño sísmico de una edificación de albañilería confinada de 3, 5 y 5 niveles para la ciudad de Jaén”, Concluyeron que se puede ofrecer un adecuado dimensionamiento de los elementos estructurales con el software Etabs, a lo que podemos añadir que en el sistema estructural aporticado no se modelan los muros, por lo que el programa no toma en cuenta su peso para el análisis, en el modelamiento de albañilería confinada el programa si usa el peso de los muros para el análisis, debido a que estos se modelan en el programa. según la NTP E 0.30 (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018) “los muros también deben ser incluidos para el cálculo de peso del edificio”, Esto indica que, para obtener el peso total del edificio, en el sistema aporticado se debe que agregar el peso de los muros como una fuerza distribuida sobre las vigas que lo carguen y en el sistema de albañilería confinada se debe agregar el peso del alfeicer.

5.3 Comportamiento estructural del sistema aporticado.

a) Periodos de vibración y masa participativa

Según (Ladera Romero, 2019). En su tesis “Análisis y diseño estructural comparativo entre el sistema aporticado y albañilería confinada de una vivienda multifamiliar en el barrio de san Carlos, distrito de Huancayo 2017” determinó que los periodos fundamentales obtenidos demuestran que el sistema estructural aporticado es más flexible que el sistema estructural de albañilería confinada, debido a que los muros de

este último aportan mayor rigidez lateral, a lo cual en la presente investigación se estableció que El sistema estructural aporticado tiene como periodo de vibración en dirección “x” de 0.340 seg. Y en dirección “y” de 0.453 seg. Estos resultados indican que este sistema estructural propuesto tiene un tiempo de oscilación mayor a los 0.30 seg. en ambas direcciones, por lo tanto, se vuelve una estructura flexible. Además, se puede observar que tanto para el sistema estructural Aporticado la mayor cantidad de masa participativa aparecen en los tres primeros modos, lo cual indican una adecuada configuración estructural.

b) Distorsión lateral

La magnitud de un sismo no afecta directamente a la estructura, son los desplazamientos que esta tiene durante y después del sismo lo que influye en el daño de la estructura, mientras mayor sean los desplazamientos, más será el daño del edificio. El sistema aporticado presenta un desplazamiento máximo de 0.42 cm en dirección “x” y de 0.71 cm en dirección “y” (ver Tabla 21). El sistema estructural aporticado tiene una distorsión de entrepiso máximo en dirección “x” de 0.0020, el cual representa el 28% de la deriva máxima permitida por la E.030 del RNE. En dirección “y” tiene una distorsión de entrepiso de 0.0035 (ver Tabla 23), el cual representa el 50% del máximo permitido por la E.030 del RNE (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018), corroborando así con las conclusiones de la tesis de (Guarderas & Aníbal, 2015). Titulada “Análisis Comparativo de los Sistemas Estructurales: Aporticado y Muros Portantes, Edificio de 10 Pisos en Quito” que “el edificio aporticado presenta derivas máximas mayores que el edificio con muros lo que lo hace menos rígido y a la vez más susceptible de daños”.

c) Cortante basal

Para el sistema estructural aporticado la cortante basal en dirección “x” por el análisis dinámico es 17% mayor que la cortante basal determinada por el análisis estático, en dirección “y” el análisis dinámico es 16% mayor que el análisis estático. Según la normativa, se requiere que la cortante en la base del primer piso del análisis dinámico no sea menor que el 80% del análisis estático, para el caso de estructuras regulares y el 90% para estructuras irregulares. Este edificio cumple el presente criterio.

5.4 Comportamiento estructural del sistema de albañilería confinada.

a) Periodos de vibración y masa participativa

Según la tesis de (Carrasco Zurita & Villanueva Livaque, 2019), titulada “modelado estructural y diseño sísmico de una edificación de albañilería confinada de 3, 5 y 5 niveles para la ciudad de Jaén” El primer periodo de vibración es de 0.145 seg. el segundo y tercero son 0.104 y 0.089 seg. La mayor masa participativa se presenta en los tres primeros modos de vibración mostrado así una adecuada configuración estructural, nuestros resultados tienen concordancia debido a que el sistema estructural de albañilería confinada tiene como periodo de vibración en dirección “x” de 0.225 seg. Y en dirección “y” de 0.243 seg. Estos resultados indican que el sistema estructural propuesto cuenta con un tiempo de oscilación menor a los 0.3 seg. Lo cual se puede considerar como una estructura rígida. Además, se puede observar que tanto para el sistema estructural de Albañilería Confinada, la mayor cantidad de masa participativa aparecen en los tres primeros modos lo cual indican una adecuada configuración estructural.

b) Distorsión lateral

(Cruzado & Martín, 2016) en su tesis titulada “Comparación del comportamiento estructural de una vivienda multifamiliar proyectada mediante los sistemas de muros de ductilidad limitada y albañilería confinada en la ciudad de Cajamarca”, establece que el sistema de muros de albañilería confinada tiene una deformación en sus niveles de 0.0035, es por eso que tiende a ser más dúctil y sus deformaciones son más pronunciadas respecto al sistema MDL evitando así una falla explosiva ante sollicitaciones sísmicas, con la presente investigación se ha determinado que La magnitud de un sismo no afecta directamente a la estructura, son los desplazamientos que esta tiene durante y después del sismo lo que influye en el daño de la estructura, mientras mayor sean los desplazamientos, más será el daño del edificio. El sistema de albañilería confinada presenta un desplazamiento máximo de 0.23 cm en dirección “x” y de 0.28 cm en dirección “y”. El sistema estructural de albañilería confinada tiene una distorsión de entrepiso máximo en dirección “x” de 0.00089, el cual representa el 12% de la deriva máxima permitida por la E.030 del RNE. En dirección “y” tiene una distorsión de entrepiso de 0.0012, el cual representa el 17% del máximo permitido por la E.030 del RNE. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018)

c) Cortante basal

En el sistema estructural de Albañilería Confinada la cortante basal en dirección “x” por el análisis estático es 22% mayor que la cortante basal determinada por el análisis dinámico, en dirección “y” el análisis estático es 11% mayor que el análisis dinámico. Según la normativa, se requiere que la cortante en la base del primer piso del análisis dinámico no sea menor que el 80% del análisis estático, para el caso de estructuras regulares y el 90% para estructuras irregulares. Este edificio cumple el presente criterio.

5.5 Distribución arquitectónica entre el sistema estructural Aporticado y Albañilería Confinada.

Según (Ladera Romero, 2019) En su tesis “Análisis y diseño estructural comparativo entre el sistema aporticado y albañilería confinada de una vivienda multifamiliar en el barrio de san Carlos, distrito de Huancayo 2017” El sistema estructural aporticado de concreto armado tiene mayor funcionalidad por la facilidad con la cual se puede cambiar la distribución de los ambientes, en nuestro proyecto modificando la distribución arquitectónica del edificio con el sistema estructural aporticado, este cumple con las áreas mínimas requeridas para salud y hospedaje, lo cual no se puede realizar con el sistema de albañilería confinada debido a que no se pueden eliminar los muros.

IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

El edificio con el sistema estructural Aporticado, como el sistema de Albañilería Confinada tienen un adecuado comportamiento estructural ante una amenaza sísmica, ambos satisfacen los lineamientos establecidos en la NTP E. 030. Debido a que presenta resultados más conservadores podemos afirmar que el sistema estructural de albañilería confinada presenta un mejor comportamiento estructural ante una amenaza sísmica, en la construcción de un edificio multifamiliar en la ciudad de Jaén.

En cuanto al modelado de los edificios aporticado y albañilería confinada en el programa ETABS 2018, debemos asignar correctamente las propiedades de los materiales y las cargas de que actúen en el edificio, además de las etiquetas a cada elemento del edificio.

El sistema estructural aporticado presenta un comportamiento estructural adecuado, sus derivas más cercanas a la máxima permitida por la norma E. 030, De acuerdo a los periodos fundamentales obtenidos en el presente proyecto el sistema estructural Aporticado es menos rígido que el de Albañilería Confinada debido a que este no cuenta con muros estructurales los cuales aportan rigidez lateral a la estructura. Para el pórtico la cortante en la base del primer piso del análisis dinámico no es menor que el 80% del análisis estático. Este edificio cumple el presente criterio.

El sistema estructural de albañilería confinada presenta un comportamiento estructural adecuado, Las derivas no exceden el 50% de la máxima permitida por la norma antes mencionada, por lo cual este último se comporta de mejor manera. De acuerdo a los periodos fundamentales obtenidos en el presente proyecto, el sistema estructural de albañilería confinada presenta más rigidez que el sistema estructural aporticado, esto debido a que los muros de albañilería confinada aportan rigidez lateral ante cargas laterales. Para la Albañilería confinada la cortante en la base del primer piso del análisis dinámico no es menor que el 80% del análisis estático. Este edificio cumple el presente criterio.

El sistema estructural Aporticado es más ventajoso que el de Albañilería Confinada debido a que este tiene múltiples usos gracias a la disposición de los muros para moverlos o quitarlos, esto trae consigo un valor agregado para el dueño por la posibilidad de cambiar el uso del edificio, además este sistema permite la inclusión de uno o más sótanos

6.2 Recomendaciones

Para un edificio multifamiliar de hasta 5 niveles se recomienda el sistema estructural de albañilería confinada, puesto que presenta resultados más favorables en su análisis estructural sismorresistente, teniendo en cuenta que posterior a su construcción este no podrá ser modificado en su distribución arquitectónica, también que para proyectos futuros se realicen los análisis estructurales según su importancia, determinadas por la norma, para un edificio de hasta 5 niveles, se recomienda realizar el diseño de la estructura con los resultados obtenidos del análisis estático, siendo este el más conservador.

Se recomienda realizar una correcta estructuración y predimensionamiento de los elementos estructurales del edificio, se debe evitar formas irregulares del edificio tales como “H, L, I”, y otras de vista en planta, debido a que esto influye de manera muy significativa en una idealización de un modelo mucho más real para su correcto análisis en el software Etabs 2018.

En el sistema estructural aporticado, cuando se evidencien distorsiones laterales mayores a 0.007, se recomienda incrementar el área de los elementos estructurales en múltiplos de 0.05m, esto para facilitar el proceso constructivo.

En el sistema de albañilería confinada se recomienda tener una adecuada densidad de muros y continuidad de vertical de los mismos, debido a su gran aporte en el control de distorsiones laterales ante sollicitaciones sísmicas, se recomienda evaluar la colocación de placas cuando los muros portantes de albañilería confinada tengan dimensiones menores a 1.2m, esto con la finalidad de mantener la arquitectura inicial.

Se recomienda que para edificios cuyo uso pueda variar con el tiempo se emplee el sistema estructural aporticado, debido a que este sistema presta las condiciones para realizar cambios en sus áreas en cada nivel, lo cual no se puede realizar en el sistema de albañilería confinada por el principio de continuidad.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andres, C. T. (2015). *Diseño estructural de un edificio de aulas de concreto armado de cuatro pisos en el distrito de San Miguel [tesis de título, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Institucional.*
<http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/UNJFSC/2950>
- Ayala, S., & Lee, D. (2014). *Evaluación del estado actual de los muros de albañilería confinada en las viviendas del sector Fila Alta -Jaén [tesis de título, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional*
<http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/379>
- Blasco, A. B. (2010). *Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado. Capítulo de Ingeniería Civil.*
- Carrasco, E. L., & Villanueva, J. R. (2019). *Modelado Estructural y Diseño Sísmico de una Edificación de Albañilería Confinada de 3, 4 Y 5 Niveles para la Ciudad de Jaén [tesis de título, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio Institucional UNJ.*
<http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/166>
- Cruzado, Q., & Martín, C. (2016). *Comparación del comportamiento estructural de una vivienda multifamiliar proyectada mediante los sistemas de muros de ductilidad limitada y albañilería confinada en la ciudad de Cajamarca [tesis de título, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional UPN*
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/10254>
- Guarderas, C., & Aníbal, J. (2015). *Análisis comparativo de los sistemas estructurales: Aporticado y muros portantes, edificio de 10 pisos en Quito [tesis de título, Universidad Central de Ecuador]. Repositorio Institucional UCE.*
<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/5415>
- Ladera, J. P. (2019). *Análisis y diseño estructural comparativo entre el sistema aporticado y albañilería confinada de una vivienda multifamiliar en el barrio de San Carlos, distrito Huancayo 2017 [tesis de título, Universidad Continental]. Repositorio Institucional UC.*
<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/5168>
- Mendez, K. M., & Diaz, O. O. (2019). *Diseño estructural sismorresistente de un edificio de cuatro niveles en concreto armado [tesis de título, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. Repositorio Institucional UNJFSC.*
<http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/UNJFSC/2950>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. y. (2006). *Norma E.020 Cargas del Reglamento Nacional de Edificaciones. Diario Oficial El Peruano.*
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2006). *Norma A.080 oficinas. El Peruano.*

- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2006). Norma E 070 Albañilería Del Reglamento Nacional de Edificaciones. Diario Oficial El Peruano.*
- Ministerio de Vivienda, Construcción Y Saneamiento. (2009). Norma E 060 Concreto Armado Del Reglamento Nacional de Edificaciones. Diario Oficial El Peruano.*
- Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2014). A.010 condiciones generales de diseño. El Peruano.*
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). Norma E 030 de Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de E dificaciones. Diario Oficial El Peruano.*
- Morales, R. M. (2016). Diseño en Concreto Armado. Hozlo SAC.*
- Otazzi, P A. (2005). Apuntes del curso Concreto Armado I, PUCP.*
- Pajares, E. D., & León, J. V. (2010). Diseño de un edificio de concreto armado de 6 niveles [tesis de título, Pontifica Universidad Católica del Perú] Repositorio Institucional PUCP.
<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/501>*
- Patino, A. (2015). Estructuración, análisis y diseño sismorresistente de un edificio con albañilería haciendo un análisis comparativo de la modelación con elementos tipo frame y tipo Wall [tesis de título, Universidad Nacional de San Agustín]. Repositorio Institucional UNSA.
<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/34>*
- Sarmiento, R. O. (2016). Diseño sismorresistente de edificaciones de concreto armado. Lima: Oviedo ingeniería EIRL.*
- Santoyo, J. C. (2015). Análisis y diseño estructural comparativo entre el sistema de muros ductilidad limitada y albañilería confinada de una vivienda en la ciudad de Lircay [tesis de título, Universidad Nacional de Huancavelica]. Repositorio Institucional UNH.
<http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/280>*
- Sullca, L. A., & Condori, C. C. (2018). Estudio comparativo de costos, programación, diseño sismorresistente, entre el sistema dual y muros de ductilidad limitada de un edificio multifamiliar de 7 pisos ubicado en Cerro Colorado Arequipa [tesis de título, Universidad Nacional de San Agustín]. Repositorio Institucional UNSA.
<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/7372>*

AGRADECIMIENTO

A nuestros padres y familiares por el apoyo constante en esta etapa de la vida tan importante que es cursar nuestra carrera universitaria.

A la universidad nacional de Jaén, por todos los conocimientos adquiridos en sus aulas a lo largo de estos años, preparándonos para nuestra vida profesional.

A nuestro asesor, M.Sc. Christiaan Zayed Apaza Panca, por el apoyo firme en el desarrollo de la presente tesis.

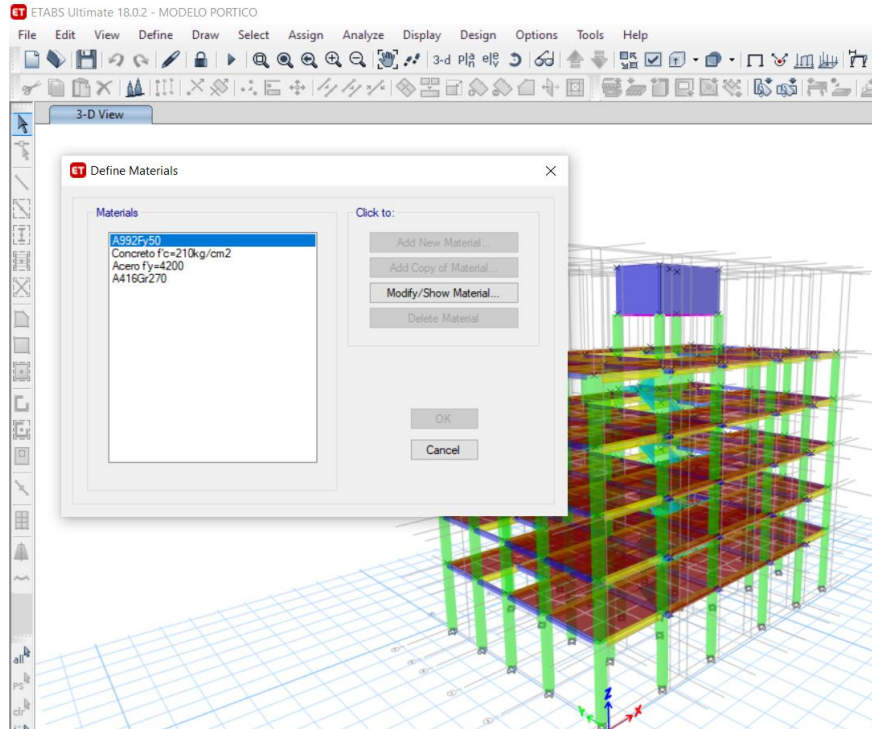
DEDICATORIA

Dedicamos el presente trabajo de investigación a nuestra universidad y a toda la población de Jaén, siendo de gran ayuda para la construcción de edificios multifamiliares en nuestra ciudad.

ANEXOS

ANEXO 1:

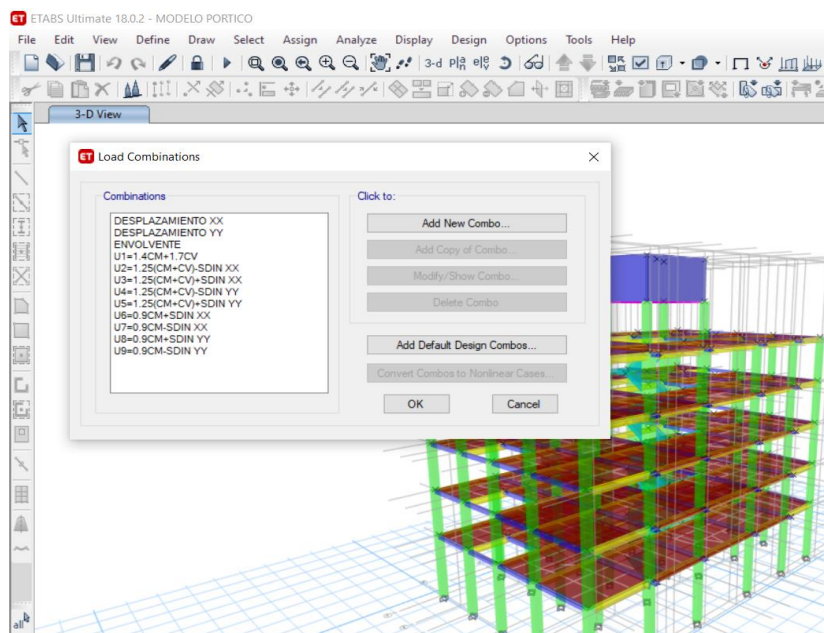
Figura 24:Definición de materiales



Fuente: Elaboración propia en Etabs

ANEXO 2:

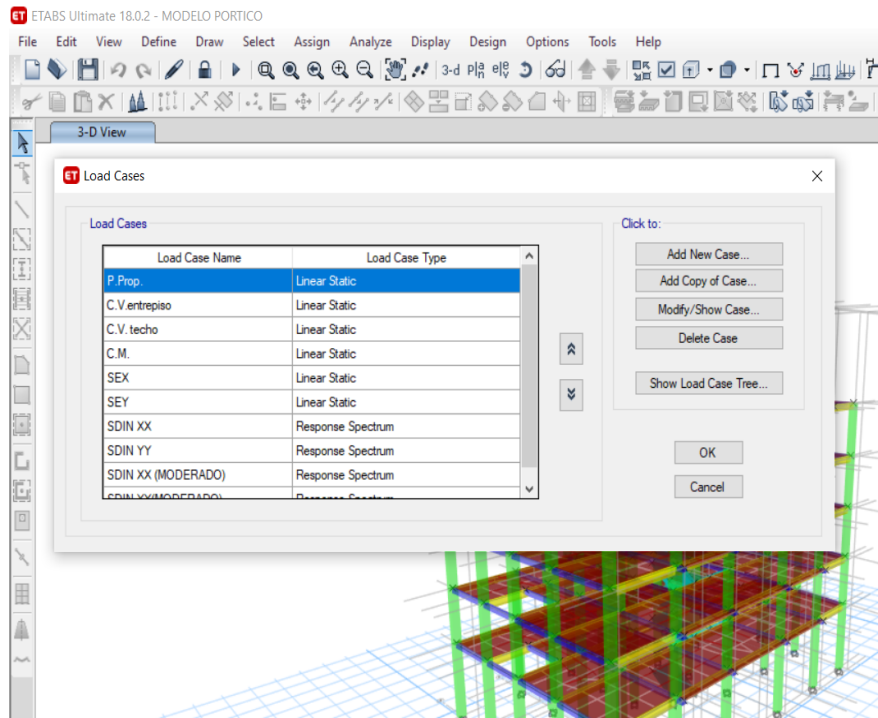
Figura 25:Combinación de cargas



Fuente: Elaboración propia en Etabs

ANEXO 3:

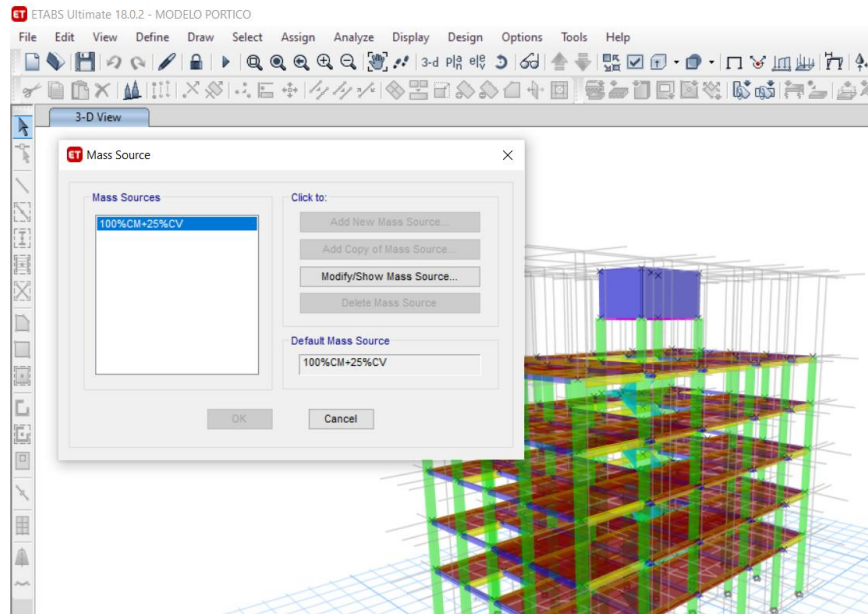
Figura 26:Nombre de casos de carga



Fuente: Elaboración propia en Etabs

ANAEXO 4:

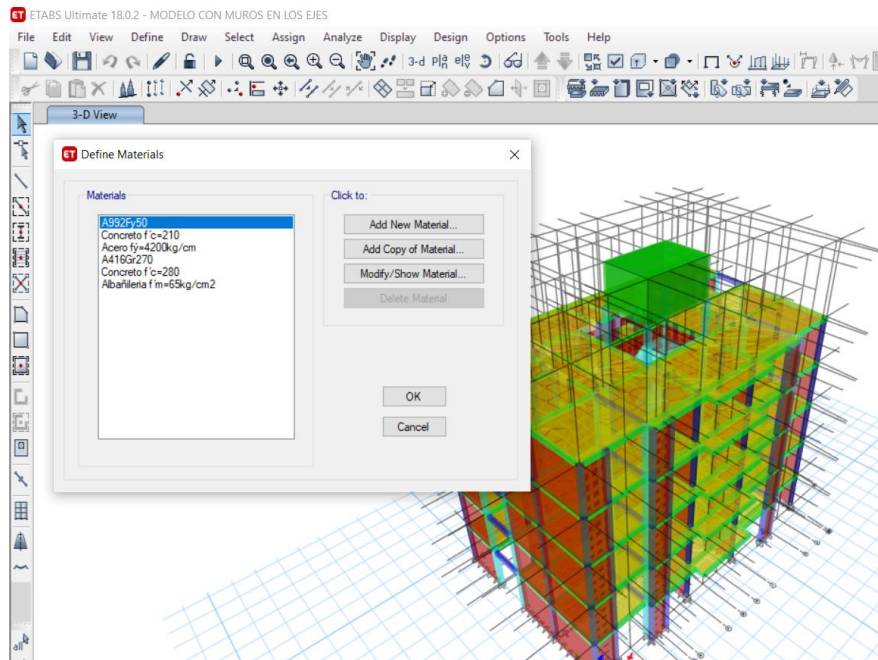
Figura 27:Masa sísmica



Fuente: Elaboración propia en Etabs

ANEXO 5:

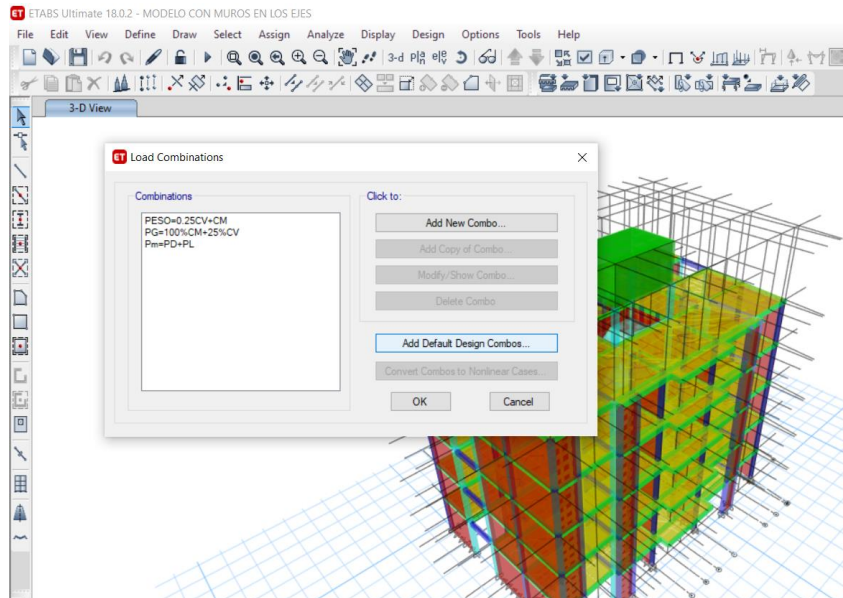
Figura 28:Definición de materiales.



Fuente: Elaboración propia en Etabs

ANEXO 6:

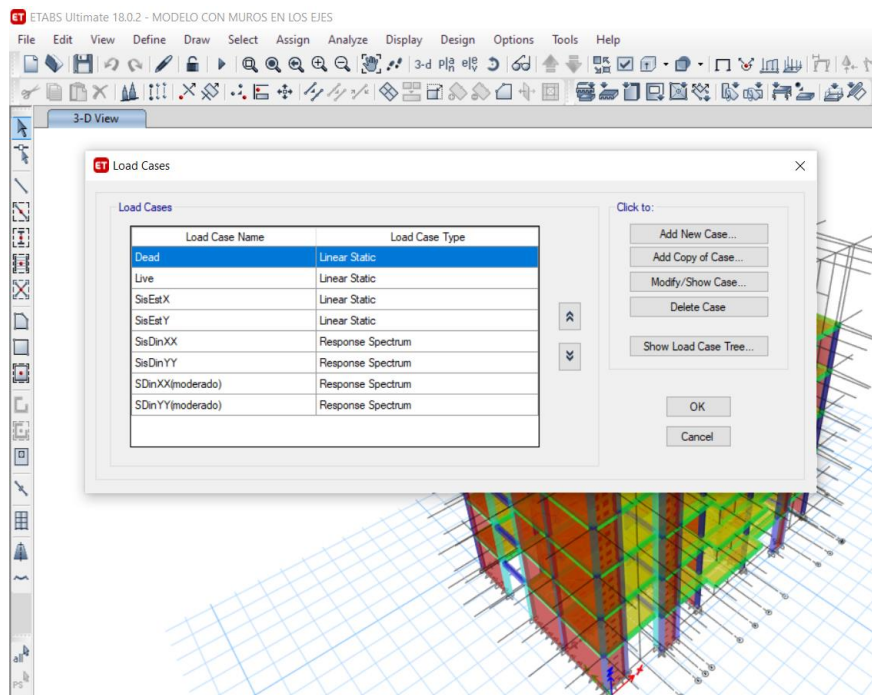
Figura 29:Combinación de cargas



Fuente: Elaboración propia en Etabs

ANEXO 7:

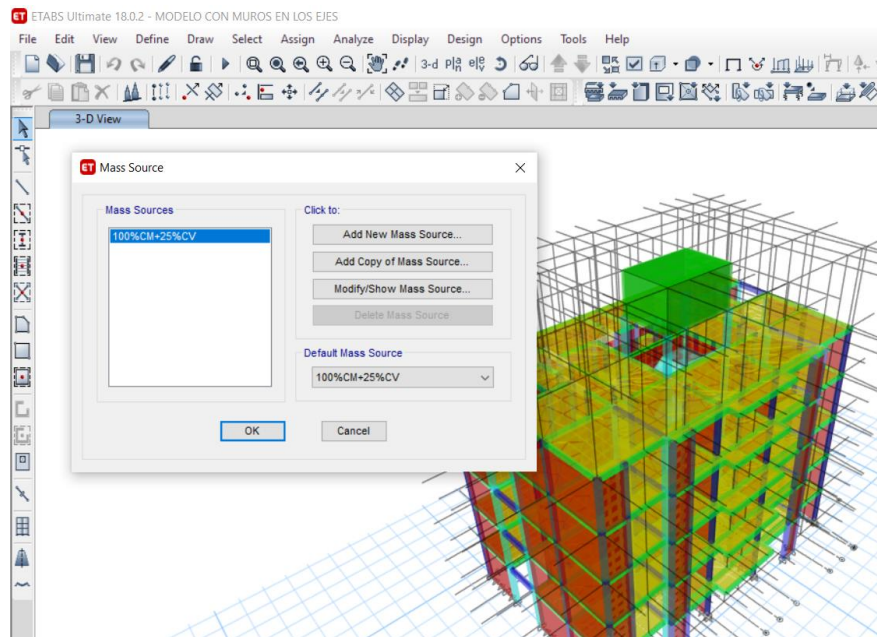
Figura 30:Nombre de casos de carga



Fuente: Elaboración propia en Etabs

ANEXO 8:

Figura 31:Masa sísmica



Fuente: Elaboración propia en Etabs

Según (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018) Se analizarán las irregularidades de la estructura independientemente del tipo de sistema estructural, se realizarán verificaciones de irregularidades en planta como en altura. Una forma de controlar las irregularidades es dando una buena configuración estructural al edificio.

Tabla 51: Categoría y Regularidad de las Edificaciones

Categoría de la edificación	Zona	Restricciones
A1 y A2	2, 3, 4	No se permiten irregularidades
	1	No se permiten irregularidades extremas
B	2, 3, 4	No se permiten irregularidades extremas
	1	Sin restricciones
C	3 Y 4	No se permiten irregularidades extremas
	2	No se permiten irregularidades extremas excepto en edificios de hasta 2 pisos u ocho metros de altura total
	1	Sin restricciones

Fuente: E. 030 diseño sismorresistente, RNE

ANEXO 9: Irregularidad estructural en altura.

a) Irregularidad de rigidez – piso blando

Tabla 52: Piso blando del portico X-X

Story	Output Case	Step Type	Direction	Drift
Techo 5	Envolvente	Max	X	0.000747
Techo 4	Envolvente	Max	X	0.001231
Techo 3	Envolvente	Max	X	0.001653
Techo 2	Envolvente	Max	X	0.002003
Techo 1	Envolvente	Max	X	0.002021

Fuente: Elaboración propia en Exel

Tabla 53: Piso bando del portico Y-Y

Story	Output Case	Step Type	Dirección	Drift
Techo 5	Envolvente	Max	Y	0.001450
Techo 4	Envolvente	Max	Y	0.002306
Techo 3	Envolvente	Max	Y	0.003037
Techo 2	Envolvente	Max	Y	0.003624
Techo 1	Envolvente	Max	Y	0.003530

Fuente: Elaboración propia en Exel

El edificio con el sistema aporticado no presente irregularidad de Piso blando

Tabla 54: Piso blando de Albañileria C. X-X

Story	Load Case/ Combo	Direction	Drift	DRIFT (0.75*R)
Techo 05	Envolvente	X	0.000281	0.00063
Techo 04	Envolvente	X	0.000357	0.00080
Techo 03	Envolvente	X	0.000395	0.00089
Techo 02	Envolvente	X	0.000372	0.00084
Techo 01	Envolvente	X	0.000254	0.00057

Fuente: Elaboración propia en Exel

Tabla 55: Piso blando de Albañileria C. Y-Y

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	DRIFT (0.75R)
Techo 5	Envolvente	Y	0.000438	0.0010
Techo 4	Envolvente	Y	0.000506	0.0011
Techo 3	Envolvente	Y	0.000523	0.0012
Techo 2	Envolvente	Y	0.000461	0.0010
Techo 1	Envolvente	Y	0.000290	0.0007

Fuente: Elaboración propia en Exel

El edificio con el sistema de Albañilería Confinada no presente irregularidad de Piso blando.

b) Irregularidad de resistencia – piso débil

Tabla 56: Piso débil del portico X-X

Story	Output Case	Step Type	Location	VX (ton)
Techo 5	Sdin xx	Max	Bottom	5.8581
Techo 4	Sdin xx	Max	Bottom	11.7876
Techo 3	Sdin xx	Max	Bottom	16.6428
Techo 2	Sdin xx	Max	Bottom	20.3069
Techo 1	Sdin xx	Max	Bottom	22.5622

Fuente: Elaboración propia en Exel

Tabla 57: Piso débil del portico Y-Y

Story	Output Case	Step Type	Location	VY (ton)
Techo 5	Sdin yy	Max	Bottom	5.8640
Techo 4	Sdin yy	Max	Bottom	11.7200
Techo 3	Sdin yy	Max	Bottom	16.4947
Techo 2	Sdin yy	Max	Bottom	20.0881
Techo 1	Sdin yy	Max	Bottom	22.2983

Fuente: Elaboración propia en Exel

El edificio con el sistema aporticado no presente irregularidad de Piso débil.

Tabla 58: Piso débil de albañilería C. X-X

Story	Output Case	Step Type	Location	VX (ton)
Techo 5	SisDinXX	Max	Bottom	57.207
Techo 4	SisDinXX	Max	Bottom	106.982
Techo 3	SisDinXX	Max	Bottom	143.957
Techo 2	SisDinXX	Max	Bottom	168.978
Techo 1	SisDinXX	Max	Bottom	181.805

Fuente: Elaboración propia en Exel

Tabla 59: Piso débil de albañilería C. Y-Y

Story	Output Case	Step Type	Location	VY (ton)
Techo 5	SisDinYY	Max	Bottom	67.602
Techo 4	SisDinYY	Max	Bottom	123.183
Techo 3	SisDinYY	Max	Bottom	161.931
Techo 2	SisDinYY	Max	Bottom	187.169
Techo 1	SisDinYY	Max	Bottom	199.748

Fuente: Elaboración propia en Exel

El edificio con el sistema de Albañilería Confinada no presente irregularidad de Piso débil.

c) Irregularidad de Masa o Peso

Tabla 60: Masa o Peso del Pórtico

Story	Output Case	Location	P(ton)
Techo 5	Peso	Bottom	106.323
Techo 4	Peso	Bottom	189.330
Techo 3	Peso	Bottom	272.337
Techo 2	Peso	Bottom	355.344
Techo 1	Peso	Bottom	412.135

Fuente: Elaboración propia en Exel

El edificio con el sistema aporticado no presente irregularidad de Masa o Peso.

Tabla 61: Masa o peso de Albañilería

Story	Output Case	Location	P(ton)
Techo 5	Peso	Bottom	265.482
Techo 4	Peso	Bottom	502.019
Techo 3	Peso	Bottom	738.555
Techo 2	Peso	Bottom	975.092
Techo 1	Peso	Bottom	121.178

Fuente: Elaboración propia en Exel

El edificio con el sistema de Albañilería Confinada no presente irregularidad de Piso débil.

d) Irregularidad geométrica vertical

- No presenta, el área en planta es típica en todos los niveles

e) Discontinuidad de los elementos resistentes

- No presenta, la sección de los elementos estructurales es la misma en todos los niveles

ANEXO 10: Irregularidad estructural en altura.

- El edificio no presenta algún tipo de irregularidad en altura.