

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UPLA
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

TESIS

**COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO
ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR
DE ALBAÑILERÍA CONFINADA Y UNA APORTICADA
EN HUANCAYO**

PRESENTADO POR:

BACHILLER: ARROYO ESPINAL RONAL NEDINSON

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:

NUEVAS TECNOLOGÍAS y PROCESOS

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

HUANCAYO – PERÚ

2022

ING. CARLOS FLORES ESPINOZA

Asesor

DEDICATORIA

con mucho amor y cariño a Pricila Espinal Sanchez; madre, has hecho todo para yo llegar hasta aquí a lograr mi objetivo, no existen palabras suficientes para agradecerte infinitamente.

Arroyo Espinal, Ronal N.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a la UNIVERSIDAD PERUANA DE LOS ANDES por haberme aceptado ser parte de ella y abierto sus puertas de su seno científico para poder estudiar mi carrera

A los diferentes docentes que me brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante el día a día.

Al ing. Carlos flores por haberme brindado el espacio de disputar a su luces y principios estudiados y haberme tenido toda la imperturbabilidad en el florecimiento de la argumento.

A mis compañeros de clases que durante todos los niveles académicos me brindaron su franqueza, amistad y apoyo moral que aportaron en un ilustre porcentaje mis ganas de avanzar.

Arroyo Espinal, Ronal N.



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

EL DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA DEJA:

CONSTANCIA N° 350

Que, el (la) bachiller: Bachilleres, Bachiller, **RONAL NEDINSON, ARROYO ESPINAL**, de la Escuela Profesional de **INGENIERÍA CIVIL**, presentó la tesis denominada denominado: **“COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE ALBAÑILERÍA CONFINADA Y UNA APORTICADA EN HUANCAYO”**, la misma que cuenta con **91 Páginas**, ha sido ingresada por el **SOFTWARE – TURNITIN FEEDBACK STUDIO** obteniendo el **18%** de similitud.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Huancayo 16 de Noviembre del 2022



Dr. Santiago Zevallos Salinas
Director de la Unidad de Investigación

HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS

MSC JULIO CESAR LLALLICO COLCA
PRESIDENTE

MG YINA MILAGRO NINAHUANCA ZAVALA
JURADO 1

ING NATALY LUCIA CORDOVA ZORRILLA
JURADO 2

MG LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA
SECRETARIO DE DOCENTE

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
HOJAx DEc CONFORMIDADv DE JURADOS.....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE TABLA	xii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN.....	xvi
CAPÍTULO I:.....	18
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	¡Error! Marcador no definido.
1.1. Planteamiento del problema de investigación	18
1.2. Formulación y sistematización del problema	20
1.2.1. Problema General de la Investigación.....	20
1.2.2. Problemas específicos.....	20
1.3. Justificación	20
1.3.1. Social	20
1.3.2. Científica	20
1.3.3. Metodología.....	21
1.4. Delimitación	21
1.4.1. Delimitación espacial	21
1.4.2. Delimitación temporal	21
1.4.3. Delimitación geográfica	21
1.4.4. Delimitación económica	22
1.5. Limitaciones	22
1.6. Objetivos.....	22
1.6.1. Objetivo general	22
1.6.2. Objetivos específicos	22
CAPITULO II.....	23
MARCO TEÓRICO.....	23
2.1.1. Antecedentes.....	23

2.1.2.	Antecedentes internacionales	23
2.1.3.	Antecedentes nacionales.....	25
2.2.	Marco conceptual	28
2.2.1.	Albañilerías confinadas.	28
2.2.2.	Sistema aporticado	31
2.2.3.	Diseño por Corte.....	32
2.2.4.	Resistencias al corte.	32
2.2.5.	Importancia para la Estructuración.....	33
2.2.6.	Muros de ductilidad limitada.....	34
2.2.7.	Diseño por Corte.....	36
2.3.	Definición de términos	39
2.4.	Bases legales.....	43
2.5.	Hipótesis	43
2.5.1.	Hipótesis general:	43
2.5.2.	Hipótesis específicas:	43
2.6.	Variables:.....	43
2.6.1.	Definición conceptual de la variable:	43
2.6.2.	Definición operacionalización de la variable:	44
2.6.3.	Operacionalización de la variable:	45
CAPÍTULO III		46
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		46
3.1.	Método de investigación.....	46
3.2.	Tipo de investigación	46
3.3.	Nivel de investigación	46
3.4.	Diseño de Investigación.....	47
3.5.	Población y muestra	47
3.5.1.	Población	47
3.5.2.	Muestra	47
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	47
3.7.	Procesamiento de la información:	48
3.8.	Procesamiento de la información	48
3.9.	Técnicas y análisis de datos:.....	48
CAPÍTULO IV		49

RESULTADOS.....	49
4.1. Ubicación del proyecto:.....	49
4.1.1. Características de la estructura:	49
4.1.2. Normas de diseño:	50
4.1.3. Propiedades de los materiales:.....	50
4.2. Análisis estructural del sistema aporticado:	51
4.2.1. Elementos estructurales:	51
4.2.2. Cargas verticales:.....	51
4.2.3. Parámetros de diseño:.....	52
4.2.4. Estimación de pesos:	55
4.2.5. Análisis dinámico modal espectral:.....	56
4.2.6. Resultados del análisis modal espectral:	58
4.3. Análisis del sistema de albañilería confinada:.....	65
4.3.1. Elementos estructurales:	65
4.3.2. Cargas verticales:.....	66
4.3.3. Parámetros de diseño:.....	66
4.3.4. Estimación de peso:	67
4.3.5. Análisis dinámicos modales espectral:.....	67
4.3.6. Resultados del análisis modal espectral:	69
CAPÍTULO V	76
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	76
5.1. Comparación de los desplazamientos laterales:	76
5.1.1. En la dirección X – X:	76
5.1.2. En la dirección Y – Y:	77
5.2. Comparación de las cortantes basales:	77
5.2.1. En la dirección X – X:	78
5.2.2. En la dirección Y – Y:	78
5.3. Comparación de la torsión:.....	79
5.3.1. En la dirección X – X:	79
5.3.2. En la dirección Y – Y:	79
5.4. Elección del tipo de sistema estructural más adecuado:.....	80
CONCLUSIONES	81
RECOMENDACIONES	82

BILIOGRAFIA.....	83
ANEXOS	85
Anexos 1: Matriz de Consistencia.....	86
Anexos 2: Matriz de operacionalización de variables.....	88
Anexos 3: Planos.....	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Edificación de albañilería confinada.....	29
Figura 2 Muro de albañilería confinada, falla por corte que degenero en deslizamiento. Fuente: Diseño estructural de una edificación de albañilería confinada de 8 pisos en la ciudad de Trujillo, Escamilo, J. (2017).	32
Figura 3 Edificaciones con muros de ductilidad limitada Fuente: Muros de ductilidad limitada, Genner Villareal (2015).....	35
Figura 4 Obtención de Mn para amplificar fuerza cortante.....	37
Figura 5 Clasificación de los perfiles de suelo	52
Figura 6 Clasificación de suelos.....	53
Figura 7 Periodos Tp y TL	53
Figura 8 Factor de ampliación sísmica.....	54
Figura 9 Sistemas estructurales	54
Figura 10 Espectro pseudo – aceleraciones en X – X para el sistema aporticado.....	56
Figura 11 Espectro pseudo – aceleraciones en Y – Y para el sistema aporticado.....	57
Figura 12 Vista en 3d de la estructura aportificada	57
Figura 13 Espectro pseudo – aceleraciones en X – X para el sistema de albañilería confinada	68
Figura 14 Espectro pseudo – aceleraciones en Y – Y para el sistema de albañilería confinada	68
Figura 15 Vista en 3d de la estructura de albañilería confinada.....	69

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1 Tabla de métodos para determinar $f'm$ y $v'm$	29
Tabla 2 Cuadro de resistencias características de la albañilería	30
Tabla 3 Operacionalización de la variable independiente.	44
Tabla 4 Operacionalización de la variable independiente.	45
Tabla 5 Elementos estructurales del sistema aporticado	51
Tabla 6 Parámetros de diseño en sistema aporticado	55
Tabla 7 Peso del edificio en sistema aporticado	58
Tabla 8 Modos y periodo de vibración en sistema aporticado	58
Tabla 9 Desplazamientos laterales en la dirección X – X en sistema aporticado	60
Tabla 10 Desplazamientos laterales en la dirección Y – Y en sistema aporticado	61
Tabla 11 Cortante dinámica en la dirección X – X en sistema aporticado.....	62
Tabla 12 Cortante dinámica en la dirección Y – Y en sistema aporticado.....	62
Tabla 13 Desplazamientos relativo de entrepisos en la dirección X - X en sistema aporticado	64
Tabla 14 Cálculo de torsión en la dirección X - X en sistema aporticado	64
Tabla 15 Desplazamientos relativo de entrepisos en la dirección X - X en sistema aporticado	65
Tabla 16 Cálculo de torsión en la dirección Y - Y en sistema aporticado	65
Tabla 17 Elementos estructurales del sistema de albañilería confinada.....	66
Tabla 18 Parámetros de diseño en sistema de albañilería confinada.....	67
Tabla 19 Peso del edificio en sistema de albañilería confinada	69
Tabla 20 Modos y periodo de vibración en sistema de albañilería confinada.....	70
Tabla 21 Desplazamientos laterales en la dirección X – X en sistema de albañilería confinada	71
Tabla 22 Desplazamientos laterales en la dirección Y – Y en sistema de albañilería confinada	72
Tabla 23 Cortante dinámica en la dirección X – X en sistema de albañilería confinada	73
Tabla 24 Cortante dinámica en la dirección Y – Y en sistema de albañilería confinada	73
Tabla 25 Desplazamientos relativo de entrepisos en la dirección X - X en sistema de albañilería confinada.....	74
Tabla 26 Cálculo de torsión en la dirección X - X en sistema de albañilería confinada.....	74

Tabla 27 Desplazamientos relativo de entrepisos en la dirección Y - Y en sistema de albañilería confinada.....	75
Tabla 28 Cálculo de torsión en la dirección Y - Y en sistema de albañilería confinada.....	75
Tabla 29 Comparación de desplazamientos laterales en la dirección X - X	76
Tabla 30 Comparación de desplazamientos laterales en la dirección Y - Y	77
Tabla 31 Comparación de la cortante basal en la dirección X - X	78
Tabla 32 Comparación de la cortante basal en la dirección Y - Y	78
Tabla 33 Comparación de la torsión en la dirección X - X	79
Tabla 34 Comparación de la torsión en la dirección Y - Y	80

RESUMEN

La siguiente investigación está basada en realizar un comparativo del comportamiento estructural de una vivienda multifamiliar.

En el capítulo I se hace el planteamiento de la investigación donde se formuló el problema general: ¿Cómo es la comparación del comportamiento estructural de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada y una aporticada en Huancayo? Y el objetivo general donde se plantea comparar el comportamiento estructural de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada y una aporticada en Huancayo.

En el capítulo II se precisa los antecedentes internacionales y nacionales relacionados a la investigación, se da a conocer los fundamentos teóricos y conceptuales principales para la estructuración, llegando a la siguiente hipótesis general: se determinó que el sistema de albañilería confinada de una vivienda multifamiliar en Huancayo tiene un mejor comportamiento estructural con respecto al sistema porticado. También se definió las variables siguientes: vivienda multifamiliar de albañilería confinada; vivienda multifamiliar aporticada; comportamiento estructural.

En el capítulo III se identifica y se da a conocer la metodología de la investigación en la cual se utilizó el método científico, tipo de investigación aplicada, nivel de investigación es descriptivo comparativo y su diseño de investigación fue considerada como no experimental transaccional descriptivo y con lo concerniente a la población estuvo constituida por los sistemas estructurales de albañilería confinada y pórticos de concreto armado, utilizados en el diseño de la vivienda multifamiliar de la familia Chávez Cornejo y para a muestra estuvo comprendido por la misma, ubicado en prolongación parra del riego 1020 en el distrito de el tambo de la ciudad de Huancayo

En el capítulo IV presentamos los resultados donde se analizan los comparativos del comportamiento estructural con el programa ETABS y así poder afinar los cálculos para edificaciones similares.

En el capítulo V presentamos las discusiones de resultados del comportamiento estructural de la vivienda multifamiliar por dos diferentes sistemas estructurales llegando a la conclusión de que el sistema aporticado se ajustó mejor al inmueble, ya que sus desplazamientos laterales indican que la estructura es rígida y la cortante basal, nos indica que la carga sísmica será menor.

Palabras clave: sistema aporticado, sistema confinado y comportamiento sísmico

ABSTRACT

The following investigation is based on making a comparison of the structural behavior of a multi-family dwelling.

In chapter I the research approach is made where the general problem was formulated: how is the comparison of the lateral displacements of a multifamily house of confined masonry and a framed one in the city of Huancayo? And the general objective where it is proposed to compare the structural behavior of a multi-family house with confined masonry and a framed one in Huancayo.

In chapter II the international and national background related to the investigation is specified, the main theoretical and conceptual foundations for the structuring are disclosed, reaching the following general hypothesis where it was determined that the confined masonry system of a multifamily dwelling in Huancayo has a better structural behavior with respect to the porticoed system. The following variables were also defined: multi-family housing with confined masonry; framed multi-family dwelling; structural behavior.

Chapter III identifies and discloses the research methodology in which the scientific method was used, the type of applied research, the level of research is descriptive and comparative, and its research design was considered non-experimental, transactional, descriptive, and with What concerns the population was constituted "by the structural systems of confined masonry and reinforced concrete porticos, used in the design of the multifamily dwelling of the Chávez Cornejo family and for the sample it was included by it, located in the extension of the Parra del Irrigation 1020 in the "el tambo district of the city of Huancayo

In chapter IV we present the results where the comparisons of the structural behavior with the ETABS program are analyzed and thus be able to refine the calculations for similar buildings.

In chapter V we present the discussions of the results of the structural behavior of the multi-family dwelling by two different structural systems, reaching the conclusion that the frame system was better adjusted to the property, since its lateral displacements indicate that the structure is rigid and the shear basal, indicates that the seismic load will be lower.

Keywords: framed system, confined system and seismic behavior

INTRODUCCIÓN

Hoy en día el incremento de las construcciones en el Perú de viviendas multifamiliares nos conlleva a los profesionales a analizar del cómo se realizará la construcción de estas edificaciones, las cuales carecen muchas veces de regularidades constructivas y no se tiene en cuenta lo establecido en el reglamento nacional de edificaciones (RNE).

En la actualidad en la provincia de Huancayo el sistema de albañilería confinada es un factor predominante de la cual se ha notado una creciente en el sector construcción de lo cual nace la necesidad de construir edificaciones que cumplan la normativa necesaria para tener el bienestar y la seguridad de los usuarios finales, se tiene en atención que en nuestro contorno es frecuente el uso del sistema porticado en edificios de gran altura, considerando que dicho sistema no ha demostrado tener un comportamiento sísmico apropiado en situaciones extremas en otros países con igual o mayor peligro sísmico que el nuestro, se evidencia la importancia de plantear dos alternativas el sistema sistema porticado y albañilería confinada, con el objetivo de comparar en comportamiento estructural hallando sus desplazamientos laterales, cortantes basales y su irregularidad torsional y que con su establecimiento en el contorno se podrá establecer edificaciones más seguras, y menos vulnerables ante desastres sísmicos, la edificación que se eligió para el desarrollo de esta tesis fue la vivienda unifamiliar Chávez Cornejo en el distrito de El Tambo de la provincia de Huancayo, en donde se consideraran ambos escenarios y con la respectiva comparación para determinar el comportamiento estructural del inmueble, para una mejor conocimiento esta investigación se divide en cinco capítulos, los cuales están desarrollados de la siguiente manera:

- **Capítulo I:** Planteamiento del problema; en el que se plantea el problema general y también los problemas específicos, el objetivos general y los objetivos específicos, la justificación social, científica y metodológica , la delimitación espacial, temporal, geográfica y económica, por último las limitaciones.
- **En el Capítulo II:** En el marco teórico se precisa los antecedentes internacionales y nacionales relacionados a la investigación, se da a conocer los fundamentos teóricos y conceptuales principales para la estructuración, llegando a la siguiente hipótesis general donde se determinó que el sistema de albañilería confinada de una vivienda multifamiliar en Huancayo tiene un mejor comportamiento estructural con respecto al sistema porticado. También se definió las variables siguientes:

vivienda multifamiliar de albañilería confinada; vivienda multifamiliar aporticada; comportamiento estructural.

- **En el Capítulo III:** Metodología; se identifica y se da a conocer la metodología de la investigación en la cual se utilizó el método científico, tipo de investigación aplicada, nivel de investigación es descriptivo comparativo y su diseño de investigación fue considerada como no experimental transaccional descriptivo y con lo concerniente a la población estuvo constituida” por los sistemas estructurales de albañilería confinada y pórticos de concreto armado, utilizados en el diseño de la vivienda multifamiliar de la familia Chávez Cornejo y para a muestra estuvo comprendido por la misma, ubicado en prolongación parra del riego 1020 en el “distrito de el tambo de la ciudad de Huancayo
- **En el Capítulo IV:** presentamos los resultados donde se analizan los comparativos del comportamiento estructural con el programa ETABS y así poder afinar los cálculos para edificaciones similares.
- **En el Capítulo V:** Discusión; en este capítulo presentamos las discusiones de resultados del comportamiento estructural de la vivienda multifamiliar por dos diferentes sistemas estructurales se da a conocer la discusión de resultado con otras investigaciones anteriores para hallar la diferencia o la similitud de las conclusiones y así enriquecer el método científico.

El Autor (a)

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema de investigación

A nivel mundial, desde hace muchos años atrás se viene evidenciado un gran crecimiento poblacional tanto así que hoy en día la población mundial alcanzo los 8 000 millones a mediado del 2022, desde los 2 500 millones estimadas en el año 1950, de la cual se tiene una tasa de crecimiento anual de 70 %. Se estima que la población mundial aumentará casi 2000 millones de personas en los próximos 30 años, pasando de los 8000 millones actuales a los 9700 millones en 2050, pudiendo llegar a un pico de cerca de 10.400 millones para mediados de 2080. (Fuente: Fondo de Población de la O.N.U.); estos incrementos poblacionales, demandan la construcción de viviendas.

Según el Banco Mundial, la república del Perú ocupa el quinto lugar de los países de América Latina con una población aproximada de 32.5 millones de habitantes, mientras que Brasil ocupa el primer lugar y México en un segundo lugar. De acuerdo con las actuales estimaciones y proyecciones de población en el Perú de acuerdo al censo del 1993 se alcanzó una población total de 22.1 millones de habitantes en la actualidad la población total es de 32.5 millones habitantes y se pronostica para el 2050 una población de 39 millones de habitantes.

El volumen actual de la población peruana encuentra su origen en el ritmo de crecimiento registrado hasta la década de los sesenta, a partir de la cual se observa un descenso sostenido de las tasas de crecimiento.

En un estudio reciente, se evidencio que, en la ciudad de Huancayo, los sistemas estructurales que mayor predominan, son el de albañilería confinada con un 63.20%, el aporticado con 26.13% y con otros sistemas estructurales con 10.67% (ladera 2019). Según la I.N.E.I., la informalidad de viviendas en Junín, para el año 2010 alcanzo un 52.40%, mientras que el año 2018 se registró un 51.20% y por último en la actualidad se cuenta con un 57.80%

Al construir infraestructuras persistentemente se trata de economizar, es por ello que se debe usar el sistema estructural más económico y con adecuados comportamientos frente a sismos. Por ello, se desarrolló el análisis estructural normativamente de la vivienda multifamiliar en el sistema aporticada y albañilería confinada con una clasificación arquitectónica idéntica para ambos sistemas que se ha propuesto. Por tal motivo se desarrolló las siguientes etapas: inicialmente se desarrollo un modelamiento de análisis del comportamiento estructural estático o de fuerzas equivalentes y análisis del comportamiento dinámico modal espectral para el sistema aporticado, considerando las limitaciones del reglamento nacional de edificaciones (RNE), inmediatamente se realiza el modelamiento, análisis del comportamiento estructural estático o de fuerzas equivalentes y análisis del comportamiento dinámico modal espectral para el sistema de albañilería confinada, considerando las limitaciones del RNE, para la comparación de resultados obtenidos en ambos sistemas estructurales realizados con la ayuda del software E.T.A.B.S, se modelara cada edificio, y se comprueba que cada uno cumpla con lo dispuesto en la normativa, posteriormente se realiza el diseño estructural según el código A.C.I 3.1.8-1.1., de las vigas, columnas, losas y muro de cortes, que se obtienen de los planos que son estructurales.

1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema General de la Investigación

¿Cómo es la comparación del comportamiento estructural de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada y una aporricada en Huancayo?

1.2.2. Problemas específicos

¿Como es la comparación de los desplazamientos laterales de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada y una aporricada en Huancayo?

¿Como es la comparación de las cortantes basales de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada y una aporricada en Huancayo?

¿Como es la comparación de la irregularidad torsional de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada y una aporricada en Huancayo?

1.3. Justificación

1.3.1. Social

La vivienda multifamiliar de la familia Chávez Cornejo será diseñada con los sistemas estructurales del sistema pórtico de concreto armado y albañilería confinada con la finalidad de comparar su comportamiento estructural y determinar cuál de estos dos ofrece mejores resultados.

Se aplicó el uso de los softwares E.T.A.B.S. y MICROSOFT EXCEL, para encontrar los resultados de su comportamiento estructural, de esta manera podremos asegurar el bienestar de sus habitantes.

1.3.2. Científica

La información seleccionada y procesada se utilizará de sustento en esta y otras exploraciones similares o de punto de inicio para desarrollar el conocimiento científico perteneciente al tema a investigar y de esa manera engrandecer el marco teórico y/o cuerpo de conocimientos que existe sobre el tema en mención.

1.3.3. Metodología

Para el progreso del proyecto se tuvo en atención las normas actuales del RNE del Perú y las normas vigentes como: Norma E. 0.3.0 – Diseño sismoresistente, Norma E.0.5.0 - Suelos y cimentaciones, Norma E.0.6.0 - Concreto armado, Norma E.0.7.0 - Albañilería confinada. Las cuales manifiestan todos los requerimientos propios y específicos de las construcciones de la zona del distrito del Tambo de las provincias de Huancayo.

1.4. Delimitación

1.4.1. Delimitación espacial

En la presente investigación se propone las siguientes delimitaciones de esta de investigación:

- Departamento : Junín
- Provincia : Huancayo
- Distrito : El Tambo
- Lugar : Parra del riego N° 1020

1.4.2. Delimitación temporal

La presente investigación se l desarrollo desde diciembre, del 2021 hasta noviembre del 2022.

1.4.3. Delimitación geográfica

La delimitación geográfica de la presente investigación se encuentra en:

- Departamento : Junín
- Provincia : Huancayo
- Distrito : El tambo
- Lugar : Parra del riego N°. 1020

1.4.4. Delimitación económica

Las investigaciones se realizaron con los gastos propios del investigador, que asciende a la suma de s/. 6,800.00 soles.

1.5. Limitaciones

Las limitaciones de este trabajo de investigación son relacionadas directamente al presupuesto del investigador ya que no se dispone de recurso económico suficiente, otras de las limitaciones se originan al no contar con especialistas en la materia en la región para obtener una guía de desarrollo acorde a las necesidades reales para cada zona sísmica en el país.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Comparar del comportamiento estructural de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada con una aporticada en Huancayo.

1.6.2. Objetivos específicos

- a) Comparar los desplazamientos laterales de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada con una aporticada en Huancayo.

- b) Comparar las cortantes basales de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada y una aporticada en Huancayo.

- c) Comparar la irregularidad torsional de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada con una aporticada en Huancayo.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.1. Antecedentes

2.1.2. Antecedentes internacionales

- Viera & Campaña (2015). Desarrollo la tesis titulada “Análisis Comparativo de los Sistemas Estructurales: Aporticado y Muros Portantes, Edificio de 10 Pisos en Quito”, la presente investigación le permitió obtener el grado de Ingeniero Civil en la Universidad Central de Ecuador. Cuyo objetivo de la investigación fue: Comparar parámetros estructurales globales en dos alternativas constructivas, una aporticada y la otra estructura de la misma área con muros portantes, aplicadas para un edificio de diez pisos en la ciudad de Quito. 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, ya que una vez construido los muros portantes que a la vez son paredes divisorias no las podemos mover, podríamos hacer perforaciones, pero este hace que la rigidez varié en ese lugar.

- Cango (2010). Desarrollo la tesis titulada “Análisis Sismo-resistente y Comparación de Costos en la Construcción de Edificaciones de Baja Altura con Mampostería de Relleno y Confinada”, la presente investigación le permitió obtener el grado de Ingeniero Civil en la Universidad Técnica Particular de Loja. Cuyo objetivo de la investigación fue: Realizar el análisis del aporte de la mampostería a la rigidez en edificios de cuatro y cinco pisos. Llegando a las siguientes conclusiones: 1) Al observar el comportamiento de las estructuras de mampostería con respecto a las de concreto se puede observar que la presencia de la mampostería en la estructura tiene fundamental participación en lo que se refiere a la distribución tanto de las fuerzas laterales como del peso de la estructura, es por esto que deben tener una cimentación continua a lo largo del muro de mampostería, 2) El daño que tendrán los muros de mampostería está gobernado por las derivas laterales a las que están sometidas las estructuras ante un sismo, 3) De esta forma nos podemos dar cuenta que esta tipología estructural tiene ventajas de tipo económico en construcción de viviendas, y es aplicable en edificios de hasta seis piso, la aplicación de este método de construcción para edificios de mayor altura enfrenta incertidumbres en lo que corresponde a la rigidez, resistencia y capacidad de deformación.
- Chillagana, J. (2013). En este trabajo se analiza el sistema estructural de muros de ductilidad limitada o muros portantes, que se viene empleando en Quito desde la década del 90, principalmente para la construcción de viviendas de interés social. El sistema estructural consiste de muros delgados de hormigón armado de 10 cm de espesor con una malla electrosoldada central ($f_y = 500$ Mpa). En los extremos varillas de refuerzo adicional ($f_y = 420$ Mpa). Y con un $f'_c = 17.5$ Mpa. Para el sistema de techos se utilizan losas macizas bidireccionales de hormigón con un espesor de 10

c.m. y con un $f'c= 21$ M.p.a. Este sistema constructivo con lleva a menor tiempo de ejecución en la construcción, menor utilización de mano de obra y menor costo total con relación al sistema tradicional, en un porcentaje aproximado de 15%. Para el análisis de este sistema estructural se desarrolló un modelo tridimensional utilizando el programa de cálculo estructural E.T.A.B.S. V.9.5. Para posteriormente interpretar los resultados que proporcionó dicho programa. (p. 188)

2.1.3. Antecedentes nacionales

- Granados, R. y López, J. (2012) En su tesis realizó el análisis y diseño en concreto armado de un edificio multifamiliar de cinco pisos ubicado en el distrito de chorrillos. El edificio diseñado se construirá sobre un relleno controlado de ingeniería con una capacidad portante de 10 ton/m². Como tema complementario se estudió la respuesta del edificio ante dos acelerogramas peruanos. El sistema estructural consiste en muros de ductilidad limitada de 10 cm de espesor. El sistema de techos utilizado es de losas macizas de 10 cm de espesor en todos los ambientes, con excepción de los baños y del hall de la escalera, en donde se utilizó espesores de 20 cm y 15 cm respectivamente. Para realizar el análisis estructural por cargas de gravedad y de sismo se desarrolló un modelo tridimensional que toma en cuenta la interacción entre muros perpendiculares. Las solicitaciones se obtuvieron de las normas técnicas E.020 (cargas) y E.030 (diseño sismorresistente). El diseño estructural de todos los elementos se realizó cumpliendo las especificaciones de la norma E.060. Para lograr una mejor distribución de las solicitaciones sísmicas se recurrió al uso de vigas de acoplamiento en la fachada anterior y posterior del edificio. Del presente trabajo se puede concluir que estructurar un edificio de pocos pisos con el sistema estructural de muros de ductilidad limitada resulta ventajoso desde el punto de vista de desplazamientos laterales y de cuantías de refuerzo. El edificio tuvo derivas de orden 0.6/1000 en la dirección X y 0.5/1000 en la dirección Y. Las cuantías de refuerzo fueron moderadas, lo que llevó a confirmar que los criterios de predimensionamiento fueron adecuados. Los acelerogramas empleados en el estudio complementario fueron los de La Molina del 9 de noviembre de 1974

y de pisco del 15 de agosto del 2007. Las señales fueron escaladas a 0.24 g para estudiar la respuesta del edificio ante un sismo con periodo de retorno de 43 años. Las derivas máximas obtenidas del análisis tiempo historia fueron 0.30/1000 en la dirección X y 0.17/1000 en la dirección Y. para dicho análisis los muros se mantendrán dentro del rango elástico. (p. 47)

- Hernández (2012). En su tesis denominada “Diseño estructural de un edificio de vivienda de albañilería confinada”, la cual al desarrollar su investigación le permitió lograr el grado de ingeniero civil en la Pontificia Universidad Católica del Perú. El objetivo de la investigación fue: el análisis y diseño estructural de un edificio de 5 pisos con tanque elevado destinado al uso de viviendas, ubicado en la ciudad de Lima. Llegando a las siguientes conclusiones: 1) “La distribución de muros de albañilería en la estructura tuvo que ajustarse a la geometría en planta para no generar efectos de torsión ante la posibilidad de un sismo. La simetría es fundamental para la eficiencia del edificio en cuanto a costo y comportamiento sísmico”, 2) “En el análisis sísmico se empleó el coeficiente de reducción sísmico $R = 6$ como base del análisis. Es importante recalcar que dicho factor se comprobó posteriormente comparando la resistencia sísmica absorbida por las placas estructurales versus el cortante total en la base, cuyo valor requerido por la norma asciende al 80%”, 3) “La cultura de construcción informal que nos rodea actualmente, tiende a levantar alféizares y tabiques de albañilería sin elementos de arriostre (columnetas y vigas soleras)”. Al realizar el cálculo de diseño por carga sísmica perpendicular al plano en esta tesis, se comprueba la importancia del arriostamiento como fuente vital de la resistencia de estos elementos.
- Cáceres, A y Enríquez, L. (2017). En la actualidad la realidad de Arequipa implica una gran demanda de viviendas multifamiliares debido al gran crecimiento poblacional, esto ha tenido como efecto un crecimiento en su gran mayoría horizontal de las construcciones para uso de vivienda, dando como resultado un aumento en los gastos de dotación de servicios básicos; es por ello que en los últimos años ha surgido como alternativa la construcción de edificios de gran

altura como solución óptima para satisfacer tal demanda. La construcción de edificios de gran altura, al requerir menor espacio para su emplazamiento, logra un menor impacto ambiental y un menor rendimiento en términos económicos en el momento de la construcción y posterior a ellos disminuye los gastos de dotación de servicios básicos tales como: agua, desagüe, electricidad, telefonía, transporte, etc. La problemática a veces también radica en no saber qué tipo de sistema usar si albañilería estructural o muros netamente de concreto armado (muros de corte), por motivos de costo. La presente tesis tiene por finalidad la puesta en práctica de los conocimientos obtenidos durante la formación de pregrado, buscando con el presente proyecto llegar al pleno arquitectónico hasta llegar al diseño de los elementos estructurales de dicho edificio tanto en albañilería estructural como también en muros de corte ya que este último sistema de construcción se está dando con más continuidad en nuestro medio. (p. 117)

- Shaquihuanga (2014). Desarrollo la tesis titulada “Evaluación del Estado Actual de dos Muros de Albañilería Confinada en las Viviendas del Sector Fila Alta - Jaén”, la presente investigación le permitió obtener el grado de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional de Cajamarca. Cuyo objetivo de la investigación fue: evaluar el estado actual de los muros de albañilería confinada en las viviendas del sector de Fila Alta a través de las deficiencias técnicas y patologías presentes en dichas unidades de estudio. 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 king - 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 18% 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 1,40%, grietas del nivel fuerte en un 10,11 %, mientras que un 2,76% 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 13,79% presentan eflorescencia de nivel severo. El 39,5% de muros de albañilería presentan problemas de humedad.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Albañilerías confinadas.

La norma de Albañilería confinada (E.0.7.0.) vigente, Nos indica lo siguiente con respecto a la albañilería confinada: “Las construcciones de albañilería serán diseñadas por métodos racionales basados en los principios establecidos por la mecánica y la resistencia de materiales. Al determinarse los esfuerzos en la albañilería se tendrá en cuenta los efectos producidos por las cargas muertas, cargas vivas, sismos, vientos, excentricidades de las cargas, torsiones, cambios de temperatura, asentamientos diferenciales, etc. El análisis sísmico contemplará lo estipulado en la norma técnica de edificación E.0.3.0” Diseño Sismo-resistente, así como las especificaciones de la norma E.0.7.0. Albañilería Confinada. Los elementos de concreto armado y de concreto ciclópeo satisfarán los requisitos de la norma técnica de edificación E060 Concreto Armado, en lo que sea aplicable. Las dimensiones y requisitos que se estipulan en la norma E070 tienen el carácter de mínimos y no eximen de manera alguna del análisis, cálculo y diseño correspondiente, que serán los que deben definir las dimensiones y requisitos a usarse de acuerdo con la función real de los elementos y de la construcción. Como características generales podemos considerar, ladrillo a aquella unidad cuya dimensión y peso permite que sea manipulada con una sola mano, como se muestra en la Figura 1. Las unidades de albañilería a las que se refiere la norma E.0.7.0. son ladrillos y bloques cuya elaboración se utiliza arcilla, sílice-cal o concreto como materia prima. Estas unidades pueden ser sólidas, huecas o tubulares y podrán ser fabricadas de manera artesanal o industrial.



Figura 1. Edificación de albañilería confinada.
Fuente: Norma E.0.7.0 - Comentada.

Como especificaciones generales podemos considerar, la resistencia de la albañilería a la compresión axial f'_m y al corte v'_m se determinará de manera empírica (recurriendo a tablas o registros históricos de resistencia de las unidades) o mediante ensayos de prismas, de acuerdo a la importancia de la edificación y a la zona sísmica donde se encuentre, como muestra en la Tabla 1:

Tabla 1

Tablas de métodos para determinar f'_m y v'_m

MÉTODOS PARA DETERMINAR f'_m y v'_m									
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA	EDIFICIOS DE 1 A 2 PISOS			EDIFICIOS DE 3 A 5 PISOS			EDIFICIOS DE MAS DE 5 PISOS		
	Zona Sísmica			Zona Sísmica			Zona Sísmica		
	3	2	1	3	2	1	3	2	1
(f'_m)	A	A	A	B	B	A	B	B	B
(v'_m)	A	A	A	B	A	A	B	B	A

A: Obtenida de manera empírica conociendo la calidad del ladrillo y del mortero.

B: Determinadas de los ensayos de compresión axial de pilas y de compresión diagonal de muretes mediante ensayos de laboratorio de acuerdo a lo indicado en las NTP 399.605 y 399.621

Fuente: Norma E070

En caso de no realizarse ensayos de prismas, podrá emplearse los valores mostrados en la Tabla 2, correspondientes a pilas y muretes construidos con mortero 1:4 (cuando la unidad es de arcilla) y 1: ½: 4 (cuando la materia prima es sílice-cal o concreto) para

otras unidades u otro tipo de mortero se tendrá que realizar los ensayos respectivos. (p. 40)

Tabla 2
Cuadro de resistencias características de la albañilería

RESISTENCIAS CARACTERÍSTICAS DE LA ALBAÑILERÍA Mpa (kg / cm²)				
Materia Prima	Denominación	UNIDAD f_b	PILAS f_m	MURETES v_m
Arcilla	King Kong Artesanal	5,4 (55)	3,4 (35)	0,5 (5,1)
	King Kong Industrial	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 Kong Normal	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)
Concreto	Bloque Tipo P (*)	4,9 (50)	7,3 (74)	0,8 (8,6)
		6,4 (65)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
		7,4 (75)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
		8,3 (85)	11,8 (120)	1,1 (10,9)

(*) Utilizados para la construcción de Muros Armados.

Materia Prima	Denominación	UNIDAD f_b	PILAS f_m	MURETES v_m
Arcilla	King Kong Artesanal	5,4 (55)	3,4 (35)	0,5 (5,1)
	King Kong Industrial	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 Kong Normal	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)
Concreto	Bloque Tipo P (*)	4,9 (50)	7,3 (74)	0,8 (8,6)
		6,4 (65)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
		7,4 (75)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
		8,3 (85)	11,8 (120)	1,1 (10,9)

Fuente: Norma E070.

La albañilería confinada es una técnica de construcción que se emplea normalmente para la edificación de una vivienda con elementos de concreto armado en todo su perímetro. En este tipo de construcción se utilizan ladrillos de arcilla cocida, columnas de amarre, vigas soleras, entre otros elementos. En este tipo de edificación primero se construye el muro de ladrillo, luego se procede a vaciar el concreto de las columnas de amarre y finalmente, se construye el techo en conjunto de vigas. Debido a la presencia

de muros portantes, el tipo de cimentación que se usa generalmente es el denominado cimiento corrido y sus medidas (base y peralte) dependen del tipo de suelo y la cantidad de pisos es decir peso de la edificación. (Concremax, 2017- abril. 15) Desde hace muchos años atrás, las viviendas de albañilería confinada son las construcciones más populares en las zonas urbanas del país y en la actualidad esta tendencia continúa. Por otro lado, cuando se esté a cargo de este tipo de obras se debe tener en cuenta tres factores:

- a) Los diseños estructurales.
- b) Los controles de los procesos constructivos.
- c) Los controles de la calidad de los materiales.

Es muy importante que considerar estos tres factores, ya que para una vivienda pueda soportar exitosamente los efectos devastadores de un terremoto, debe tener una estructura sólida, fuerte y resistente. Un sismo causará daños a una vivienda, si ésta carece de diseño estructural o si fue mal construida. La vivienda puede incluso derrumbarse, causando pérdidas materiales importantes, heridas graves a sus ocupantes y hasta la muerte de ellos. (Aceros Arequipa, 2017–Agosto.25).

2.2.2. Sistema aporticado .

Por lo menos el 80% del cortante en la base actúa sobre las columnas de los pórticos que cumplan con los requisitos de la Norma Técnica E060 concreto armado. en caso tengan muros estructurales, estos deberán diseñarse para resistir una fracción de la acción sísmica de acuerdo total con su rigidez. Se caracterizan por tener la capacidad de evitar el desarrollo inesperado de un mecanismo de colapso durante un movimiento sísmico severo y al mismo tiempo por absorber la energía sísmica a través de las deformaciones inelásticas. Son estructuras muy flexibles que atraen pequeñas solicitudes sísmicas. disipar grandes cantidades de energía gracias a la ductilidad que poseen los elementos y la gran hiperestaticidad del sistema el proceso constructivo para el sistema estructural aporticado, se resumen en tres etapas, la primera etapa consta de construir las zapatas, quienes serán el soporte de la segunda etapa conformada por columnas y por último la tercera estará comprendida en el vaciado en conjunto de vigas (peraltadas y chatas) y losas por efectos de monolitismo.

Las fuerzas o cargas que soportan las estructuras se van repartiendo por los diferentes elementos de la estructura, pero las cargas siempre van a ir a parar al mismo sitio, a los cimientos o zapatas,

2.2.3. Diseño por Corte

La falla por corte es común en los muros robustos con baja relación de esbeltez, debido a la forma en la cual se construye el muro tiende a sufrir una falla frágil, con poca capacidad de deformación. La falla por corte inicia con un agrietamiento diagonal en el paño de albañilería, como se muestra en Figura. Luego se va extendiendo hasta llegar a los extremos de las columnas de confinamiento, donde finalmente llegan a causar un daño excesivo y/o falla en el muro debido a los constantes cambios de esfuerzos y cargas. Además, cuando existen muros con baja carga axial, no siempre la falla es por tracción diagonal, sino que es por deslizamiento, la cual tiene como característica una grieta casi horizontal muy próxima a la base, esto para cuando las fuerzas sometidas por el sismo inducen una fuerza mayor que la fuerza resistente a la fricción de la base del muro o la junta de mortero que une a las piezas de ladrillo.



Figura 2. Muro de albañilería confinada, falla por corte que degenera en deslizamiento. Fuente: Diseño estructural de una edificación de albañilería confinada de 8 pisos en la ciudad de Trujillo, Escamilo, J. (2017).

2.2.4. Resistencias al corte.

La resistencia al corte (V_m), de los muros con albañilería confinada con ladrillos, en cada entre piso se calcula mediante la siguiente expresión:

$$V_m = 0.5 v'_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0.23 P_g$$

Por otro lado, se debe cumplir que:

$$\frac{1}{3} \leq \alpha = V_e \cdot L / M_e \leq 1$$

Donde:

- a) V_m : “Resistencia característica de la albañilería al corte”.
- b) P_g : “Carga gravitacional con 25% de sobrecarga”.
- c) L : “Longitud total del muro”.
- d) t : “Espesor efectivo del muro”.
- e) V_e : “Fuerza cortante del muro obtenida del análisis elástico”.
- f) M_e : “Momento flector del muro obteniendo del análisis elástico”.
- g) α : “Factor de reducción de resistencia al corte por efectos de esbeltez”.

2.2.5. Importancia para la Estructuración.

- Simplicidad: Se debe buscar simplicidad en la estructuración, ya que esta característica permite un mejor comportamiento durante los sismos, esto debido a que en una estructura simple se puede predecir mejor su comportamiento sísmico.
- Simetría: Para el modelo de una estructura se considera la simetría en ambas direcciones para evitar los efectos torsionales ya que estos pueden debilitar la estructura.
- Resistencia: Para la estructuración empleada en el edificio multifamiliar se debe tener una resistencia adecuada por lo menos en las dos direcciones ortogonales con el fin de garantizar la estabilidad del edificio multifamiliar.
- Uniformidad y Continuidad de Estructura: Se debe considerar que la estructura sea continua tanto en planta como en elevación con el fin de evitar concentraciones de esfuerzos y cambios bruscos de rigidez.

- Irregularidades Estructurales: Según la norma E.0.3.0. Diseño Sismo-resistente actualizada del 2018, indica que se debe verificar las irregularidades tanto en planta como en altura y en caso haya más de una irregularidad se tomará en cuenta el menor valor para el cálculo final de coeficiente de reducción sísmica.

2.2.6. Muros de ductilidad limitada.

La norma de concreto armado (E.0.6.0) vigente del año 2009. Nos indica lo siguiente con respecto a los muros de ductilidad limitada: La resistencia a la compresión del concreto será como mínimo de 17MPa, salvo en los sistemas de transferencia donde deberá usarse como mínimo 28 Mpa. Las fuerzas de diseño se ajustarán a la acción simultánea de las cargas axiales, fuerzas cortantes y momentos flectores provenientes del análisis. En los sistemas estructurales de muros de ductilidad limitada, el espesor mínimo no deberá ser menor a 10cm. El diseño de las mezclas de concreto para los muros de espesores reducidos, deberá tomar en cuenta las condiciones de trabajabilidad para lograr un concreto homogéneo sin segregación ni cangrejas.

En los muros de ductilidad limitada se podrán usar mallas electrosoldadas de alambres corrugados con la finalidad reparta su refuerzo, para el refuerzo distribuido horizontal y vertical se deberá tener en cuenta las cuantías Mínimas de refuerzo distribuido en el alma, horizontal y vertical. La cuantía mínima para el refuerzo horizontal no será menor que 0.002, la cuantía mínima para el refuerzo vertical no será menor que 0.0015. Así como los espaciamientos máximos de este refuerzo no debe exceder de tres veces el espesor de muro ni de 400 mm.

Se podrá usar malla electrosoldada como refuerzo repartido de los muros en edificios de hasta 3 pisos y en el caso de mayor número de pisos, se podrá usar mallas sólo en los pisos superiores, se deberá usar acero con resistencia real a la fluencia (obtenida en ensayos de laboratorio) no sea mayor que el esfuerzo de fluencia especificado f_y , en más de 125 Mpa. En el tercio inferior de la altura. Si se usa malla electrosoldada, para el diseño de muros, deberá emplearse como refuerzo de fluencia, el valor de $f_y=420$ Mpa, Ver Figura siguiente.



Figura 3 Edificaciones con muros de ductilidad limitada Fuente: Muros de ductilidad limitada, Genner Villareal (2015).

Cabe resaltar que la norma sismo-resistente (E.0.3.0), indica lo siguiente con respecto a los muros de ductilidad limitada: Las edificaciones que se caracterizan por tener un sistema estructural donde la resistencia sísmica y de cargas de gravedad está dada por muros de concreto armado de espesores reducidos, en los que se prescinde de extremos confinados y el refuerzo vertical se dispone en una sola capa. Con este sistema se puede construir como máximo ocho pisos. Las experiencias que se tienen en la aplicación del sistema de muros de ductilidad limitada se han adquirido con el pasar de los años, pero ha recobrado mucha importancia a partir del año 2000. Desde ese año para adelante la construcción de edificaciones de M.D.L. ha sido muy, pero muy alta y sobre todo está dedicado a las clases de niveles C, D porque este sistema de MDL son a su vez todos muros portantes y muros de corte. Tienen un doble comportamiento, ante carga vertical y ante el efecto sísmico. Tenemos una norma que habla poco del sistema M.D.L. En estos muros, en inicio del año 2000, se empezó con una malla electrosoldada en la parte interior era una sola malla, muros de 10 cm de espesor, Respecto al número de pisos nuestra norma limita hasta 7 pisos, pero también tiene un acápite en el cual nos indica que se puede construir un poco más. En cuanto al sistema constructivo se entiende que es un sistema industrializado, con

ausencia de vigas, columnas, es decir muros con losas entrepiso y cimentación. Nos han traído muchas ventajas desde el punto de vista económico, porque se puede reducir hasta el 50% lo que es el proceso constructivo en tiempos, comparado con el número de pisos del sistema constructivo de albañilería confinada, que es el sistema tradicional, y el que más se ha investigado. También nos reduce costos, por lo tanto, es muy preferido en el mercado nacional, sobre todo en los niveles socioeconómicos C, D y hasta E. Desde el punto de vista sísmo-resistente este sistema no ha tenido un comportamiento óptimo en sismos de larga duración. Si nosotros hacemos una memoria, los sismos peruanos del año 1970, en el caso de Chimbote, tuvo un aproximado de 80 segundos de duración y casi todos los sismos antiguos han tenido 80, 90 segundos de duración. Sin embargo, en los últimos tiempos los sismos peruanos han sido mucho más severos en cuanto a lo que es el comportamiento inelástico de los materiales, en cuanto a la duración del sismo. El sismo de Pisco del año 2007 tuvo una duración de más de 3 minutos, consecuentemente este tipo de material ya no trabaja en el rango elástico, sino trabaja dentro de un rango inelástico. Villareal, G. (2015).

2.2.7. Diseño por Corte.

Granados, R. y López, J. (2012). La fuerza cortante última de diseño (V_u) debe ser mayor o igual al cortante último proveniente del análisis estructural (V_{ua}), amplificado por el cociente entre el momento nominal asociado al acero colocado (M_n) y el momento último proveniente del análisis estructural (M_{ua}). De lo anterior se deriva la siguiente expresión:

$$V_u \geq V_{ua} \cdot \left(\frac{M_n}{M_{ua}} \right)$$

Para el cálculo de M_n se debe considerar como esfuerzo de fluencia efectivo $1.25 f_y$, es decir $f_{ye} = 1.25 \times 4200 = 5250 \text{ kg/cm}^2$, ver Figura 4.

El procedimiento descrito para el cálculo de la fuerza cortante última de diseño (V_u) se obtiene de buscar que el muro falle primero por flexión, de manera que la fuerza sísmica no aumente luego que ocurra esto. Es por esta razón que se le da una sobre

resistencia al muro para la acción de la fuerza cortante.

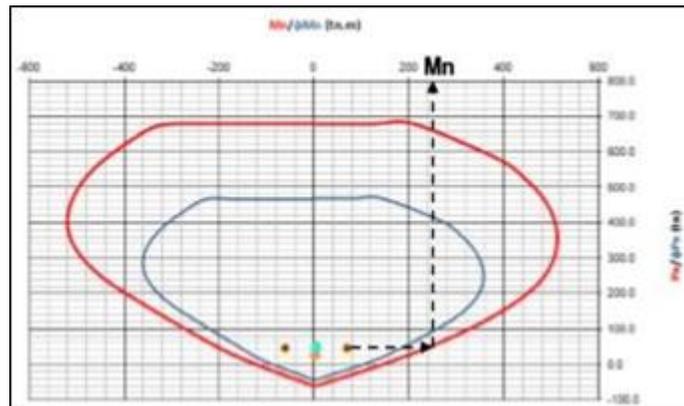


Figura 4 Obtención de M_n para amplificar fuerza cortante.

Fuente: Diseño de un edificio de muros de ductilidad limitada de cinco niveles, Granados, R. y López, J. (2012).

El valor máximo del cociente amplificador de la fuerza cortante es “R” ya que, si se llegase a amplificar por un factor mayor, estaríamos diseñando el muro para que trabaje en el régimen elástico.

El reglamento además indica que para la mitad superior del edificio se podrá usar 1.5 como valor máximo del cociente (M_n / M_{ua}).

Luego de conocida la fuerza cortante última de diseño se debe calcular la resistencia al corte de los muros. La cual se podrá determinar con la siguiente expresión indicada en la norma de muros de ductilidad limitada:

$$\phi V_n = \phi (V_c + V_s) = \phi (A_c \cdot \alpha \cdot \sqrt{f'_c} + A_c \cdot \rho_h \cdot f_y)$$

Dónde:

- $\phi=0.85$ Factor de reducción de resistencia al cortante
- $A_c=0.85L$ Área de Corte en la dirección analizada
- ρ_h : Cuantía horizontal del muro
- α : Se calcula obteniendo el cociente entre la altura del muro

$$\alpha = 0.80, \text{ si } \frac{hm}{lm} \leq 1.50$$

$$\alpha = 0.53, \text{ si } \frac{hm}{lm} \geq 2.50$$

Si $1.50 \leq \frac{hm}{lm} \leq 2.50$, α se obtiene de interpolar linealmente.

De la expresión anterior se puede afirmar que mientras menor sea la relación entre la altura total del muro y la longitud del mismo, el aporte del concreto a la resistencia al cortante del muro será mucho más significativo.

Cabe resaltar que se debe considerar como un valor máximo de la resistencia nominal a la fuerza cortante el siguiente valor:

$$V_n < 2.7 \sqrt{f'_c} \cdot A_c$$

El diseño por corte fricción es parte del diseño por cortante. Para esto el refuerzo vertical distribuido se debe diseñar para garantizar una adecuada resistencia al cortante por fricción en la base de todos los muros. La resistencia al cortante por fricción se debe calcular mediante la siguiente expresión:

$$\phi V_n = \phi \mu (N_u + A_v \cdot f_y)$$

Donde:

- a) $\phi = 0.85$ “Factor de reducción de resistencia al cortante”.
- b) $\mu = 0.60$ “Módulo de fricción del concreto endurecido” (sin tratamiento)
- c) $N_u = 0.90 N_m$ “Fuerza normal última (en función de la carga muerta)”
- d) $A_v = \rho_v * t * 100$ Área del refuerzo vertical (cm²).

Con los dos principios de diseño por fuerza cortante descritos anteriormente se debe calcular el refuerzo vertical y horizontal distribuido en el alma del muro de ductilidad limitada. Sin embargo, tales refuerzos deben cumplir con las siguientes limitaciones

de cuantías mínimas:

$$\text{Si } Vu > \frac{\emptyset Vc}{2}, \text{ entonces } \rho_h \geq 0.0025 \text{ y } \rho_v \geq 0.0025$$

$$\text{Si } Vu < \frac{\emptyset Vc}{2}, \text{ entonces } \rho_h \geq 0.0020 \text{ y } \rho_v \geq 0.0015$$

$$\text{Si } \frac{h_m}{l_m} \leq 2, \text{ entonces } \rho \geq \rho_{v \quad h}$$

Es necesario considerar que dentro los próximos años se pueda presentar un sismo de gran magnitud en Lima, hace más de 50 años no se presenta un sismo severo en la ciudad de Lima. Por la evidencia científica detallada por el Instituto Geofísico del Perú (IGP). Considerando que Lima es la ciudad más poblada del Perú y prácticamente el centro económico del país, se encontraría seriamente con daños económicos y la cantidad de pérdidas humanas, ya que actualmente la informalidad en la capital es todavía muy grande.

Las estructuras modernas de hasta 5 niveles son actualmente muros de ductilidad limitada, mientras que las conservadoras son de albañilería confinada. Las empresas constructoras deben tomar en cuenta estos dos tipos de estructuras, presentar correctos diseños, análisis y buscar parámetros con la finalidad de presentar proyectos económicos, sostenibles y seguros.

Considerando estos aspectos, las viviendas en la ciudad de Lima se encontrarán más seguras ante un eventual sismo de gran magnitud y los daños no serán perjudiciales tanto económicamente como las vidas humanas. (pp. 51-55)

2.3. Definición de términos

- **Acero de refuerzo:** Anteriormente se mencionó algunas características del concreto entre ellas su limitada resistencia a la tracción. En el caso del concreto armado, el acero es el encargado de salvar dicha limitación, tiene una resistencia a la compresión del orden de 10 veces más que el concreto y a tracción la relación es de 100 veces más. El costo del acero es mucho mayor que el concreto, por lo tanto, la combinación de ambos es un balance adecuado para fabricar elementos resistentes y económicos.
- **Análisis por falla a Tensión:** Este modelo de fallas se da cuando el acero alcanza las máximas resistencias de las tensiones.

- **Análisis por falla a compresión:** Este tipo de falla se presenta si el contenido de acero es grande, el concreto puede alcanzar su capacidad máxima antes de que ceda el acero. Para una falla a compresión, $f_s < f_y$, ya que el acero permanece dentro del rango elástico. Se puede determinar el esfuerzo del acero en términos de la profundidad del eje neutro.
- **Análisis por falla balanceada:** En la falla balanceada, para una cuantía específica de acero, éste alcanza la resistencia de cedencia f_y y simultáneamente el concreto alcanza la deformación a compresión de la fibra extrema de 0.003.
- **Comportamiento de la Losa Aligerada:** Una losa aligerada está formada por viguetas de 10 cm de ancho, e espaciadas 40 cm entre ejes y tiene una losa superior de 5 cm. En el Perú los aligerados usuales son de espesores: 17 cm, 20 cm, 25 cm, y 30 cm.
- **Cargas axiales:** Fuerza a lo largo del eje longitudinal de un miembro estructural aplicado al centroide de la sección transversal del mismo produciendo esfuerzo uniforme. También llamada fuerza axial.
- **Carga:** Fuerza u otras acciones que resulten del peso de los materiales de construcción, ocupantes y sus pertenencias, efectos del medio ambiente, movimientos diferenciales y cambios dimensionales restringidos.
- **Carga muerta:** Consiste en el peso de los materiales, dispositivos de servicio equipos, tabiques y otros elementos soportados por la edificación, incluyendo su peso propio, que sean permanentes o con una variación en su magnitud, pequeña en el tiempo.
- **Cangrejeras:** Una cangrejera es una zona con vacío o bolsas de aire, con pérdida o separación de finos por causa de la segregación del concreto durante el vaciado.
- **Carga viva:** Es el peso de todos los ocupantes, materiales, equipos, muebles y otros elementos móviles soportados por la edificación.
- **Columna:** Es un elemento estructural con una relación entre altura y menos dimensión lateral mayor que tres, usado principalmente para resistir carga axial de compresión. Según (Reglamento Nacional de Edificaciones – E.060, Concreto Armado).

- **Concreto:** Mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos. Según (Reglamento Nacional de Edificaciones – E.060, Concreto Armado).
- **Diseño de secciones simplemente reforzadas:** Para asegurar que los elementos tengan características deseables de advertencia visible, al igual que ductilidad razonable en la falla, se recomienda que el área del acero a tensión en los elementos simplemente reforzados no exceda el 74% del área para una falla balanceada.
- **Espaciamiento Máximo de Varillas (por control de grietas):** El espaciamiento máximo de varillas para momento negativo en la parte superior de la losa será limitado por la norma E.0.6.0. del Reglamento Nacional de Edificaciones.
- **Losa:** Elemento estructural de espesor reducido respecto de sus otras dimensiones usado como techo o piso, generalmente horizontal y armado en una o dos direcciones según el tipo de apoyo existente en su contorno. Usado también como diafragma rígido para mantener la unidad de la estructura frente a cargas horizontales de sismo. Según (Reglamento Nacional de Edificaciones – E.060, Concreto Armado).
- **Refuerzo mínimo y máximo:** En momentos negativos el acero se distribuirá en las zonas de esfuerzo máximo y parte en zonas de ancho efectivo del ala. Se considerará el total de la losa superior como efectiva y generalmente se recomienda que la armadura para momentos negativos se distribuya totalmente en la losa superior.
- **Refuerzo por contracción y temperatura:** En las estructuras de extensión considerable, como las losas, están sometidas a esfuerzos altos generados por la contracción por fragua y los cambios de temperatura, los que tienden a ocasionar agrietamiento pronunciados. Para evitar este fenómeno se requiere de una cierta cantidad de refuerzo, denominado comúnmente refuerzo de temperatura.
- **Resistencia de diseño:** Resistencia nominal multiplicada por el factor de reducción de resistencia que corresponda.
- **Resistencia del Concreto al Esfuerzo Cortante:** El esfuerzo cortante es una sollicitación que se presenta individualmente en casos muy excepcionales. En el laboratorio, se han obtenido resistencia que varían de $0.2f'c$ a $0.85f'c$; este rango tan

amplio es explicable dada la dificultad que se tiene para aislar esta sollicitación de otras en los ensayos utilizados para su determinación.

- **Resistencia del Concreto a la Compresión:** Este parámetro es obtenido a través del ensayo de un cilindro estándar de 6" (15cm) de diámetro y de 12" (30 cm) de altura. La resistencia a la compresión (f'_c) se define como el promedio de la resistencia de, como mínimo, dos probetas tomadas de la misma muestra probadas a los 28 días.
- **Resistencia del Concreto a la Tracción:** La resistencia del concreto a la tracción es mucho menor que su resistencia a la compresión constituyendo aproximadamente entre un 8% a un 15% de esta. Para la determinación de este parámetro no se suele usar ensayos directos debido a las 20 dificultades que se presentan sobre todo por los efectos secundarios que generan los dispositivos de carga.
- **Muro estructural:** Este elemento estructural, generalmente es vertical, es empleado para encerrar o separar ambientes, resistir cargas axiales de gravedad y resistir cargas perpendiculares a su plano proveniente de empujes laterales de suelos o líquidos. Según (Reglamento Nacional de Edificaciones – E.0.6.0, Concreto Armado).
- **Módulo de Elasticidad:** El módulo de elasticidad de un material es función del ángulo de la línea esfuerzo-deformación y es una medida de la rigidez o resistencia a la deformación de dicho material. El concreto presenta un comportamiento elastoplástico y por ello los esfuerzos no son directamente proporcionales a la deformación.
- **Magnitud:** La magnitud de un sismo es un número que busca caracterizar el tamaño de un sismo y la energía sísmica liberada. Se mide en una escala logarítmica, de tal forma que una cantidad de magnitud corresponde al incremento de la raíz cuadrada de 1000, o bien, de aproximadamente 32 veces su energía liberada.
- **Segregación:** La segregación es una técnica de separación mecánica en el que una mezcla de sólidos, con diferentes características materiales, se separa en fracciones con iguales características.
- **Vigas:** Elemento estructural que trabaja fundamentalmente a flexión y cortante. Según (Reglamento Nacional de Edificaciones – E.060, Concreto Armado).

2.4. Bases legales

El Reglamento Nacional de Edificaciones (M.V.C.S, 2006), considerando específicamente las siguientes normas:

- Norma E. 0.3.0 – Diseño sismoresistente.
- Norma E.0.5.0 - Suelos y cimentaciones.
- Norma E.0.6.0 - Concreto armado.
- Norma E.0.7.0 - Albañilería confinada.

2.5. Hipótesis

2.5.1. Hipótesis general:

Se determinó que el sistema de albañilería confinada de una vivienda multifamiliar en el distrito de El Tambo en la provincia de Huancayo tiene un mejor comportamiento estructural con respecto al sistema porticado.

2.5.2. Hipótesis específicas:

- a) Los desplazamientos laterales de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada son menores con respecto a una aporticada en Huancayo.
- b) Las cortantes basales de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada tienen mejor comportamiento sísmico en comparación de una a porticada en Huancayo.
- c) Las irregularidades torsionales de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada son menores a comparación de una aporticada en Huancayo.

2.6. Variables:

2.6.1. Definición conceptual de la variable:

- **Variable: Vivienda Multifamiliar De Albañilería Confinada**

La albañilería confinada es la técnica de construcción que se emplea normalmente para la edificación de una vivienda. En este tipo de viviendas primero se construye

el muro de ladrillo, luego se procede a vaciar el concreto de las columnas de amarre y, finalmente, se construye el techo en conjunto con las vigas.

- **Variable: Vivienda Multifamiliar Aporticada**

el sistema a porticada basa su éxito en la solidez, la nobleza y la durabilidad. Un sistema aporticado es aquel cuyos elementos estructurales principales consisten en vigas y columnas conectados a través de nudos formando pórticos resistentes en las dos direcciones, principales de análisis (x e y).

- **Variable: Comportamiento Estructural**

es la forma como responde toda una estructura en términos de desplazamientos y deformaciones, ante la aplicación de fuerzas externas; las relaciones matemáticas existentes entre las fuerzas generalizadas y los desplazamientos generalizados son conocidas usualmente como relaciones.

2.6.2. Definición operacionalización de la variable:

Tabla 3

Operacionalización de la variable independiente.

TIPO DE VARIABLE	NOMBRE DE LA VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL
¿Cómo es la comparación del comportamiento estructural de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada y una aporticada en Huancayo?	Vivienda multifamiliar de albañilería confinada	Evaluar una construcción con albañilería confinada y evaluar si cumple con lo requerido por la normatividad actual
	Vivienda multifamiliar a porticada	Evaluar una construcción porticada evaluar si cumple con lo requerido por la normatividad actual
	Comportamiento estructural	Tener con parámetro de evaluación y comparación para ambas variables

Fuente propia

2.6.3. Operacionalización de la variable:

Tabla 4

Operacionalización de la variable independiente.

Variables	Dimensiones	Indicadores
Vivienda multifamiliar de albañilería confinada	Evaluaciones cualitativas	Cortantes basales
	Evaluaciones cuantitativas	Demanda sobre la resistencia
Vivienda multifamiliar aporricada	Análisis dinámico	Análisis estructural
Sistema confinado Comportamiento estructura	Evaluaciones cualitativas	Irregularidad torcional
	Evaluaciones cuantitativas	Demanda sobre la resistencia
	Análisis dinámico	Análisis estructural
comportamiento sismo-resistente	Resistente	Regularidad estructural
		Rigidez
		Resistencia

Fuente propia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Método de investigación

Esta investigación utilizo el método que se utilizo es el método deductivo – inductivo, porque están referidas a las variables de estudio, que se obtendrán cuando se comparen las vigas de sección y las rectangulares en un análisis estructural.

3.2. Tipo de investigación

El tipo de estudio de la presente investigación es la aplicada porque se aplicará métodos conocidos que se utilizaran en la obtención de datos de campo con el análisis estructural de cada viga, además sus resultados pueden ser plasmados en contextos o realidades similares.

3.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación empleado será descriptivo - comparativo, porque se encarga de especificar propiedades, características y especificaciones importantes de los tipos de vigas, para construcción de cualquier otra edificación.

3.4. Diseño de Investigación

Para la presente investigación se implementó un diseño no experimental transaccional descriptivo, donde se propone el siguiente modelo:

M.1. ----- O.1.

M.2. ----- O.2.

Donde:

M.1., M.2. = Esta representada por cada una de las muestras.

O.1., O.2. = Esta representa la información sobre el análisis del diseño estructural normativo de Albañilería confinada y concreto armado.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

Para **Hernández Sampieri, (2014)**, “una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones” (pág. 65). El universo está constituido por los sistemas estructurales de albañilería confinada y pórticos de concreto armado, utilizados en el diseño de la vivienda multifamiliar de la familia Chávez Cornejo.

3.5.2. Muestra

El tipo de muestreo fue el no aleatorio o no probabilístico o dirigido y que para efectos de esta investigación estuvo comprendido por la vivienda unifamiliar Chávez Cornejo ubicado en prolongación parra del riego 1020 en el distrito de el tambo de la ciudad de Huancayo y así poder deducir a edificios similares para generalizar y también porque el proyecto así lo exigía.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Como primer paso se diseñará los planos arquitectónicos de la vivienda multifamiliar de la familia Chávez Cornejo, posteriormente se realizar un estudio de mecánica de suelos en el lugar donde se construirá dicho inmueble y por último se determinará los factores sísmicos

para un análisis modal espectral según la norma E.0.3.0 del Reglamento nacional de Edificaciones

3.7. Procesamiento de la información:

Los resultados obtenidos en la recolección de datos serán analizados de la siguiente manera:

- Procesamiento de datos generado por el análisis de fuerzas dinámicas en modal espectral para el sistema estructural de pórticos de concreto armado aplicado en la vivienda multifamiliar de la familia Chávez Cornejo.
- Procesamiento de datos generado por el análisis de fuerzas dinámicas en modal espectral para el sistema estructural de albañilería confinada aplicado en la vivienda multifamiliar de la familia Chávez Cornejo.
- Los resultados en ambos sistemas estructurales serán exportando al software Microsoft Excel en el cual se aplicarán fórmulas matemáticas para llegar a los resultados finales.

3.8. Procesamiento de la información

El procesamiento de la información se realizó desde un enfoque del tipo cuantitativo, por lo que para la organización de los datos recolectados se utilizaron matrices de tabulación, junto a esquemas gráficos que facilitaron la interpretación de datos.

3.9. Técnicas y análisis de datos:

Los resultados finales serán comparados primeramente con las especificaciones de la norma E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones para determinar que ambas estructuras sean rigidez y que tengan un buen comportamiento durante un movimiento sísmico, posteriormente los resultados de ambos sistemas estructurales serán comparados entre si mediante cuadros comparativos y de esta manera determinar cual nos ofrece mejores resultados según los desplazamientos laterales, cortantes basales e irregularidad torsional:

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Ubicación del proyecto:

El Vivienda unifamiliar Chávez Cornejo se encuentra ubicado en:

Departamento	:	Junín
Provincia	:	Huancayo
Distrito	:	El Tambo
Lugar	:	Parra del riego Nro. 1020

4.1.1. Características de la estructura:

El uso del inmueble corresponde a una vivienda multifamiliar perteneciente a la familia Chávez Cornejo el cual tiene un área de terreno de 128m² y está proyectado para construir 4 niveles y una azotea. El primer nivel cuenta con un garaje, un jardín, una sala, una cocina, tres dormitorios con baño propio, una terraza y un cuarto de lavado, el segundo, tercero y cuarto nivel cuentan con una sala, una cocina y tres dormitorios con baño propio, la azotea es libre e ideal como tendedero de ropa. Los planos de arquitectura del inmueble vienen adjuntos en los anexos de esta investigación.

4.1.2. Normas de diseño:

El Reglamento Nacional de Edificaciones nos brinda las siguientes normas para el diseño de estructuras:

- Normas Técnica de Edificaciones E.0.2.0 “Cargas”
- Normas Técnica de Edificaciones E.0.3.0” Diseño Sismorresistente”
- Normas Técnica de Edificaciones E.0.5.0” Suelos y Cimentaciones”
- Normas Técnica de Edificaciones E.0.6.0 “Concreto Armado”
- Normas técnica de Edificaciones E.0.7.0 “Albañilería”

4.1.3. Propiedades de los materiales:

A. Concreto:

- Resistencia a la compresión ($F'c$) : 2 10 Kg/cm²
- Módulo de elasticidad (E) : 2 17370.65 Kg/cm²
- Peso específico (γ_c) : 2 400 Kg/cm³
- Módulo de poisson : 0.20

B. Acero de refuerzo:

- Límite de fluencia (F_y) : 4 200 Kg/cm²
- Módulo de elasticidad (E) : 2 100000 Kg/cm²
- Peso específico (γ_s) : 7 8450 Kg/cm³
- Módulo de poisson : 0.30

C. Albañilería:

- Resistencia de ladrillo (F_m) : 6 5 Kg/cm²
- Módulo de elasticidad (E) : 3 2500 Kg/cm²
- Peso específico (γ_m) : 1 800 Kg/cm³
- Módulo de poisson : 0.25

4.2. Análisis estructural del sistema aporticado:

4.2.1. Elementos estructurales:

La estructura fue pre – dimensionada para determinar las dimensiones de los elementos estructurales, los cuales se pueden observar en la siguiente tabla:

Tabla 5
Elementos estructurales del sistema aporticado

DESCRIPCION	DIMENSIONES (cm)
Columna C.1.	30x35
Columna C.2.	30x40
Viga principal V.P.	25x40
Viga secundaria V.S.	25x30
Viga chata V.C.	25x20
Viga voladizo V.B.	15x20
Losa aligerada	20

Fuente: Elaboración propia.

Los _ estructurales del sistema aporticado vienen adjuntos en los anexos de esta investigación:

4.2.2. Cargas verticales:

A. Carga muerta en el 1°, 2° y 3° nivel:

- Losa aligerada: 300 kg/m²
- Acabados: 100 kg/m²
- Tabiquería: 150 kg/m²

B. Carga viva en el 1°, 2° y 3° nivel:

- Viviendas: 200 kg/m²
- Corredores y escaleras: 200 kg/m²

C. Carga muerta en 4° y 5° nivel:

- Losa aligerada : 300kg/m²
- Acabados : 50kg/m²

Parapeto : 270kg/m

D. Carga viva en 4° y 5° nivel:

V vivienda : 1 00kg/m²

4.2.3. Parámetros de diseño:

La norma E.0.3.0 del reglamento nacional de edificaciones exige que se cumpla con los parámetros de diseño como son el factor de zona (Z.), factor de uso (U.), factor de ampliación sísmica (C.), factor de ampliación de suelo (S.), periodo largo (T.L.), periodo de plataforma (T.p.) y el coeficiente de reducción sísmica (R), a continuación, determinamos cada uno de estos parámetros descritos:

A. F actor de zona (Z):

Según la ubicación del proyecto descrito anteriormente, nos encontramos en la zona 3 del territorio nacional, por lo tanto, el factor de zona (Z) será igual a 0.35.

B. F actor de uso (U):

Como se describió anteriormente, el inmueble corresponde a una vivienda multifamiliar y según la norma E.030 corresponde a la categoría C, por lo tanto, el factor de uso (U) será igual a 1.00.

C. F actor de ampliación de suelo (S):

Para determinar este factor fue necesario realizar un estudio de mecánica de suelos con la finalidad de obtener la capacidad portante del terreno el cual es igual a 0.92 Kg/cm² o 92Kpa.

Tabla N° 2 CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO			
Perfil	\bar{V}_s	N_{60}	S_u
S ₀	> 1500 m/s	-	-
S ₁	500 m/s a 1500 m/s	> 50	>100 kPa
S ₂	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S ₃	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S ₄	Clasificación basada en el EMS		

Figura 5 Clasificación de los perfiles de suelo
Fuente: Norma E.030 del R.N.E.

Según la figura anterior, el perfil de suelo se clasifica como S2 el cual corresponde a un suelo intermedio. Para determinar el factor de suelo S aplicamos la siguiente figura:

Tabla N° 3 FACTOR DE SUELO "S"				
ZONA \ SUELO	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₄	0,80	1,00	1,05	1,10
Z ₃	0,80	1,00	1,15	1,20
Z ₂	0,80	1,00	1,20	1,40
Z ₁	0,80	1,00	1,60	2,00

Figura 6 Clasificación de suelos
Fuente: Norma E.030 del R.N.E.

Ya que nos encontramos en la zona 3 y tenemos un tipo de suelo S2, nuestro factor de suelo es igual a 1.15.

D. Periodo largo (TL) y periodo de plataforma (Tp):

Los determinamos aplicando la siguiente figura:

Tabla N° 4 PERÍODOS "T _p " Y "T _L "				
	Perfil de suelo			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T _p (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T _L (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Figura 7 Periodos Tp y TL
Fuente: Norma E.030 del R.N.E.

Nuestro periodo de plataforma y periodo largo será igual a 0.60 y 2.00 respectivamente.

E. Factor de ampliación sísmica (C):

Este parámetro se determina haciendo aplicando los criterios descritos en la siguiente figura:

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

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

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

Figura 8 Factor de ampliación sísmica
Fuente: Norma E.030 del RNE.

Para determinar este factor es necesario conocer el periodo fundamental de vibración (T), por lo tanto, lo determinaremos más adelante.

F. Coeficiente básico de reducción sísmica (R):

El sistema estructural a analizar consta de pórticos de concreto armado en ambas direcciones y según la siguiente figura nuestro coeficiente básico de reducción sísmica será igual a 8.

Tabla N° 7 SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coficiente Básico de Reducción R_o (*)
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
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 (Por esfuerzos admisibles)	7

Figura 9 Sistemas estructurales
Fuente: Norma E.0.3.0 del R.N.E.

G. Coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas:

La estructura cuenta con irregularidad en planta (esquinas entrantes) en la dirección X – X por lo tanto el coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas R_x es igual a 7.20.

En la dirección Y – Y no se cuenta con irregularidades por tal motivo que el coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas R_y será igual a 8.00.

H. Resumen de los parámetros de diseño:

Los parámetros de diseño se pueden observar de forma reducida en la siguiente tabla:

Tabla 6

Parámetros de diseño en sistema aporticado

DESCRIPCIÓN	VALOR
Factores de zona (Z)	0.35
Factores de uso (U)	1.00
Factores de ampliación de suelo (S)	1.15
Periodos largos (TL)	2.00
Periodos de plataformas (Tp)	0.60
Coeficiente de reducción de fuerzas sísmica en X – X	7.20
Coeficiente de reducción de fuerzas sísmica en Y – Y	8.00

Fuente: Elaboración propia.

4.2.4. Estimación de pesos:

Según la norma E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones para edificaciones de categoría C se tomará el 100% de la carga muerta más el 25% de la viva.

4.2.5. Análisis dinámico modal espectral:

Aplicaremos este método de análisis estructural debido a que la estructura es clasificada como irregular y se encuentra ubicada en la zona 3 del territorio nacional.

A. Espectro pseudo – aceleraciones:

Para determinar el espectro de respuesta aplicamos los parámetros de diseño descritos anteriormente y utilizamos la siguiente ecuación:

$$S_a = \frac{Z*U*C*S}{R} * g \dots\dots\dots (1)$$

Donde:

Sa: Aceleración espectral

G: Aceleración de la gravedad.

El espectro pseudo – aceleraciones fue elaborado en una hoja de cálculo Excel tanteando el periodo fundamental de vibración (T) desde 0.020s hasta 10.00s.

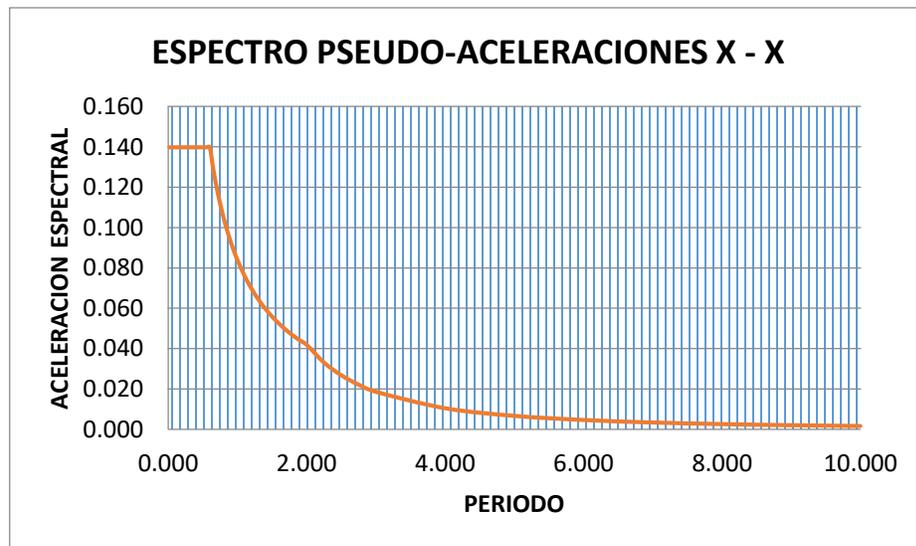


Figura 10 Espectro pseudo – aceleraciones en X – X para el sistema aporticado

Fuente: Elaboración propia.

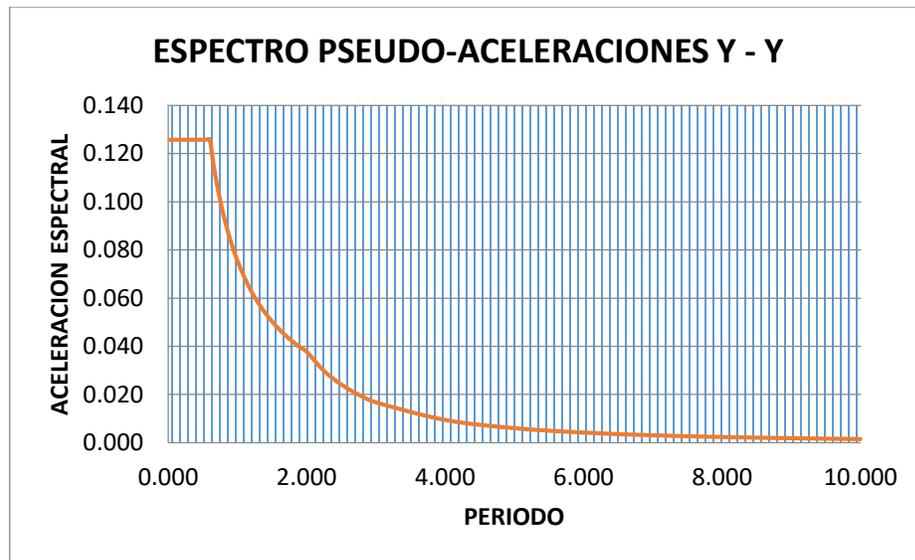


Figura 11 Espectro pseudo – aceleraciones en Y – Y para el sistema aporticado
Fuente: Elaboración propia.

B. Modelamiento de la estructura:

La estructura fue modelada en el software ETABS en el cual se aplicó todos los datos mencionados anteriormente y las especificaciones mencionadas en la norma E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

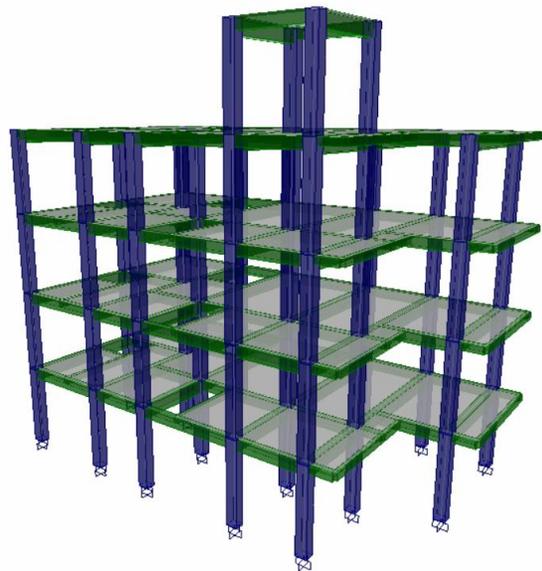


Figura 12 Vista en 3d de la estructura aporticada
Fuente: Elaboración propia.

4.2.6. Resultados del análisis modal espectral:

A. Peso de la edificación:

El peso del edificio se determina multiplicando las masas de cada nivel por la aceleración de la gravedad, los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 7
Peso del edificio en sistema aporticado

N° DE PLANTA	DIAFRAGMA	MASA EN "X"	MASA EN "Y"
5° PLANTA	D5	0.56	0.56
4 ° PLANTA	D4	7.78	7.78
3 ° PLANTA	D3	8.52	8.52
2 ° PLANTA	D2	8.52	8.52
1 ° PLANTA	D1	8.52	8.52
PESO DEL EDIFICIO (Tn)		332.75	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior podemos observar que el peso de la edificación es de 332.75 Toneladas, este resultado es importante para determinar la cortante estática en el análisis de la cortante basal.

B. Modos y periodo fundamental de vibración:

La norma E.0.3.0. del Reglamento Nacional de Edificaciones recomienda que se debe diseñar con 3 modos por cada nivel, en esta investigación se tiene un edificio de cinco niveles por lo tanto debemos diseñar con 15 modos de vibración los cuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 8
Modos y periodo de vibración en sistema aporticado

CASO	MODO	PERIODO (seg)	UX	UY	RZ
MODAL	1	0.491	72.485	1.504	10.785
MODAL	2	0.479	2.615	80.375	0.623
MODAL	3	0.427	9.784	1.743	73.541
MODAL	4	0.158	9.251	0.053	1.318
MODAL	5	0.150	0.191	10.514	0.254
MODAL	6	0.137	1.148	0.399	8.782

MODAL	7	0.091	2.866	0.004	0.440
MODAL	8	0.085	0.061	2.854	0.310
MODAL	9	0.078	0.417	0.498	2.474
MODAL	10	0.071	0.473	0.195	0.081
MODAL	11	0.067	0.035	0.844	0.415
MODAL	12	0.067	0.006	0.042	0.110
MODAL	13	0.061	0.641	0.005	0.000
MODAL	14	0.055	0.025	0.182	0.754
MODAL	15	0.053	0.003	0.788	0.113
PERIODO EN "X"		0.491			
PERIODO EN "Y"		0.479			
PERIODO EN "Z"		0.427			

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior podemos observar que el periodo para la dirección X – X es igual a 0.491s, para la dirección Y – Y es igual a 0.479s y para la dirección Z – Z es igual a 0.427s. Estos datos nos ayudaran a determinar el factor de ampliación sísmica para el análisis de la cortante basal.

C. Análisis de los desplazamientos laterales:

La Norma E.0.3.0. del Reglamento Nacional de Edificaciones especifica que el desplazamiento máximo para estructuras de concreto armado es de 0.007, caso contrario la estructura seria clasificado como flexible y corre el riesgo de colapsar durante un evento sísmico.

a. En la dirección X – X:

El desplazamiento normal es determinado en el software ETABS el cual debe ser transformado al desplazamiento elástico aplicando la siguiente ecuación:

$$De = Ux * 0.80 * R \dots\dots\dots (2)$$

Donde:

D.e = Desplazamiento elástico (centímetros)

U.x = Desplazamiento normal (centímetros)

R.= Coeficiente de reducción de fuerza sísmica.

Luego calculamos el desplazamiento inelástico aplicando la siguiente ecuación:

$$D_i = \frac{De1-De2}{H} \dots\dots\dots (3)$$

Donde:

Di: Desplazamiento inelástico

De1: Desplazamiento elástico del piso a calcular

De2: Desplazamiento elástico del piso anterior

H: Altura de piso.

En la siguiente tabla se muestran los desplazamientos laterales para para la dirección X – X:

Tabla 9
Desplazamientos laterales en la dirección X – X en sistema aporticado

N° DE PLANTA	UX (cm)	DESPLAZAMIENTOS ELASTICOS	ALTURA DE PLANTA	DESPLAZAMIENTOS INELASTICOS	COMPROBACION CON LA NORMA
5° PLANTA	1.29	7.43	270	0.0066	CUMPLE
4° PLANTA	0.98	5.64	270	0.0034	CUMPLE
3° PLANTA	0.82	4.72	270	0.0053	CUMPLE
2° PLANTA	0.57	3.28	270	0.0068	CUMPLE
1° PLANTA	0.25	1.44	270	0.0053	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior por demos observar que los desplazamientos laterales son menores a 0.007 por lo tanto la dirección X – X es rígida y tendrá un buen comportamiento durante un evento sísmico.

b. En la dirección Y – Y:

Los desplazamientos laterales para la dirección Y – Y fueron calculados aplicando los mismos pasos descritos en la dirección X – X, los resultados se muestran a continuación:

Tabla 10
Desplazamientos laterales en la dirección Y – Y en sistema aporticado

Nº DE PLANTA	UY (cm)	DESPLAZAMIENTOS ELASTICOS	ALTURA DE PLANTA	DESPLAZAMIENTOS INELASTICOS	COMPROBACION CON LA NORMA
5º PLANTA	1.06	6.81	270	0.0038	CUMPLE
4º PLANTA	0.90	5.78	270	0.0036	CUMPLE
3º PLANTA	0.75	4.80	270	0.0057	CUMPLE
2º PLANTA	0.51	3.25	270	0.0070	CUMPLE
1º PLANTA	0.21	1.36	270	0.0050	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

Los desplazamientos laterales son menores a 0.007 por lo tanto la dirección Y – Y es rígida y tendrá un buen comportamiento durante un evento sísmico.

D. Análisis de la cortante basal:

La norma E.0.3.0 del reglamento nacional de edificaciones especifica que la cortante basal dinámica no debe ser menor que el 90% de la cortante basal estática para estructuras irregulares.

a. Cálculo de la cortante basal estática:

El factor de ampliación sísmica la calculamos aplicando la figura mencionada en el ítem 4.2.3.E., para esto utilizamos los periodos fundamentales de vibraciones y los periodos de plataforma. Ambas direcciones cuentan con un periodo de ampliación sísmica igual a 2.50.

Para calcular la cortante basal estática aplicamos la siguiente ecuación:

$$VS = \frac{Z*U*C*S}{R} * P \dots\dots\dots (4)$$

Donde:

Vs: Cortante estático.

Z: Factor de zona.

U: Factor de uso.

C: Factor de ampliación sísmica.

S: Factor de suelo.

R: Coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas.

P: Peso del edificio.

Con los datos ya conocidos y aplicando la ecuación n° 4 calculamos la cortante basal estática en la dirección X – X que es igual a 46.50 Tn y en la dirección Y – Y que es igual a 41.85 Tn.

b. Cálculo de la cortante basal dinámica:

Este resultado es obtenido directamente del software etabs, en las siguientes tablas podemos observarlo de forma resumida:

Tabla 11

Cortante dinámica en la dirección X – X en sistema aporticado

N° DE PLANTA	CARGA	LOCACION	CORTANTE EN "X"
5° PLANTA	SISMOXX	BOTTOM	1.32
4° PLANTA	SISMOXX	BOTTOM	14.27
3° PLANTA	SISMOXX	BOTTOM	25.44
2° PLANTA	SISMOXX	BOTTOM	33.26
1° PLANTA	SISMOXX	BOTTOM	37.09

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12

Cortante dinámica en la dirección Y – Y en sistema aporticado

N° DE PLANTA	CARGA	LOCACION	CORTANTE EN "Y"
5° PLANTA	SISMOYY	BOTTOM	1.26
4° PLANTA	SISMOYY	BOTTOM	13.68
3° PLANTA	SISMOYY	BOTTOM	24.27
2° PLANTA	SISMOYY	BOTTOM	31.56
1° PLANTA	SISMOYY	BOTTOM	34.98

Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar en las tablas anteriores, la cortante basal dinámica en la dirección X – X es igual a 37.09 Tn y en la dirección Y – Y es igual a 34.98 Tn.

c. Factor de escala:

Como se mencionó anteriormente la cortante dinámica debe ser mayor al 90% de la cortante estática, pero en ambas direcciones no se cumple con este criterio por lo tanto es necesario determinar el factor de escala sísmica el cual se calcula con la siguiente ecuación:

$$Fe = \frac{0.90 \cdot Ve}{Vd} \dots\dots\dots (5)$$

Donde:

Fe: Factor de escala

Ve: Cortante estática (Tn)

Vd: Cortante dinámica (Tn)

Reemplazando datos en la ecuación n° 3 obtenemos un factor de escala en la dirección X – X igual a 1.1284 y en la dirección Y – Y igual a 1.0769. El factor de escala nos indica el porcentaje de ampliación de las cargas sísmicas que debemos realizar, el cual a su vez aumenta el presupuesto de la obra debido a la cantidad de acero que llevaran los elementos estructurales.

E. Análisis de la torsión:

La norma E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones especifica que existe torsión si la relación entre el máximo desplazamiento relativo de entrepiso (Drift) y el desplazamiento lateral es mayor que 1.20.

$$\frac{Drift}{Desplazamiento laterales} < 1.20 \dots\dots\dots (6)$$

El programa E.T.A.B.S. no brinda los desplazamientos relativos de entrepiso elásticos, estos deben ser transformados a desplazamientos inelásticos aplicando la ecuación n° 2, el resultado debe ser menor a 0.007.

a. Para la dirección X – X:

Los desplazamientos relativos en la dirección X – X podemos observarlos en la siguiente tabla:

Tabla 13

Desplazamientos relativo de entrepisos en la dirección X - X en sistema aporticado

N° DE PLANTA	CARGA	DRIFT ELASTICO	DRIFT INELASTICO	COMPROBACION CON LA NORMA
5° PLANTA	SISMOXX	0.00039	0.0022	CUMPLE
4° PLANTA	SISMOXX	0.00067	0.0039	CUMPLE
3° PLANTA	SISMOXX	0.00098	0.0056	CUMPLE
2° PLANTA	SISMOXX	0.00114	0.0065	CUMPLE
1° PLANTA	SISMOXX	0.00111	0.0064	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se puede observar que los drift inelásticos son menores a 0.007 por lo tanto podemos aplicar la ecuación n° 6 para determinar si la estructura es propensa a sufrir torsión.

Tabla 14

Cálculo de torsión en la dirección X - X en sistema aporticado

N° DE PLANTA	DERIVA DE UN PUNTO EXTREMO	DERIVA DE CENTRO DE MASAS	FACTO R	COMPROBACION CON LA NORMA
5° PLANTA	0.002	0.007	0.335	OK
4° PLANTA	0.004	0.003	1.137	OK
3° PLANTA	0.006	0.005	1.056	OK
2° PLANTA	0.007	0.007	0.958	OK
1° PLANTA	0.006	0.005	1.199	OK

Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar en la tabla anterior, los factores son menores a 1.20 por lo tanto no se presentará torsión en la dirección X – X.

b. En la dirección Y – Y:

Los desplazamientos relativos en la dirección Y – Y podemos observarlos en la siguiente tabla:

Tabla 15

Desplazamientos relativo de entrepisos en la dirección X - X en sistema aporticado

N° DE PLANTA	CARGA	DRIFT ELASTICO	DRIFT INELASTICO	COMPROBACION CON LA NORMA
5° PLANTA	SISMOYY	0.000376	0.002406	CUMPLE
4° PLANTA	SISMOYY	0.000642	0.004109	CUMPLE
3° PLANTA	SISMOYY	0.001007	0.006445	CUMPLE
2° PLANTA	SISMOYY	0.001089	0.006970	CUMPLE
1° PLANTA	SISMOYY	0.000882	0.005645	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se puede observar que los drift inelásticos son menores a 0.007 por lo tanto podemos aplicar la ecuación n° 4 para determinar si la estructura es propensa a sufrir torsión.

Tabla 16

Cálculo de torsión en la dirección Y - Y en sistema aporticado

N° DE PLANTA	DERIVA DE UN PUNTO EXTREMO	DERIVA DE CENTRO DE MASAS	FACTOR	COMPROBACION CON LA NORMA
5° PLANTA	0.002	0.004	0.63	OK
4° PLANTA	0.004	0.004	1.13	OK
3° PLANTA	0.006	0.006	1.12	OK
2° PLANTA	0.007	0.007	1.00	OK
1° PLANTA	0.006	0.005	1.12	OK

Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar en la tabla anterior, los factores son menores a 1.20 por lo tanto no se presentará torsión en la dirección Y - Y.

4.3. Análisis del sistema de albañilería confinada:

4.3.1. Elementos estructurales:

La estructura fue pre - dimensionada para determinar las dimensiones de los elementos estructurales, los cuales se pueden observar en la siguiente tabla:

Tabla 17

Elementos estructurales del sistema de albañilería confinada

DESCRIPCION	DIMENSIONES (cm)
Columna C1	25x25
Viga principal VP	25x30
Viga secundaria VS	25x20
Viga chata VC	25x20
Viga voladizo VB	15x20
Muros portantes	15
Losa aligerada	20

Fuente: Elaboración propia.

La distribución de los muros portantes se puede observar en los planos que vienen adjuntos en los anexos.

4.3.2. Cargas verticales:

A. Carga muerta en el 1°, 2° y 3° nivel:

- Losa aligerada: 300 kg/m²
- Acabados: 100 kg/m²
- Tabiquería: 100 kg/m²

B. Carga viva en el 1°, 2° y 3° nivel:

- Viviendas: 200 kg/m²
- Corredores y escaleras: 200 kg/m²

C. Carga muerta en 4° y 5° nivel:

- Losa aligerada: 300kg/m²
- Acabados: 50kg/m²
- Parapeto: 270kg/m

D. Carga viva en 4° y 5° nivel:

- Vivienda: 100kg/m²

4.3.3. Parámetros de diseño:

Los parámetros de diseño del sistema de albañilería confinada son iguales a los parámetros de diseño del sistema aporticado con excepción del coeficiente de reducción

sísmica (R) la cual es igual a 3.00 según la norma E.030 del Reglamento Nacional de edificaciones.

Como ya se mencionó anteriormente la estructura cuenta con irregularidad en planta (esquinas entrantes) en la dirección X – X por este motivo el coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas R_x será igual a 2.70. En la dirección Y – Y no existe ningún tipo de irregularidad por lo tanto el coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas R_y será igual a 3.00.

El resumen de los parámetros de diseño del sistema de albañilería confinada se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 18
Parámetros de diseño en sistema de albañilería confinada

DESCRIPCIÓN	VALOR
Factor de zona (Z)	0.35
Factor de uso (U)	1.00
Factor de ampliación de suelo (S)	1.15
Periodo largo (TL)	2.00
Periodo de plataforma (Tp)	0.60
Coeficiente de reducción de fuerzas sísmica en X – X	2.70
Coeficiente de reducción de fuerzas sísmica en Y – Y	3.00

Fuente: Elaboración propia.

4.3.4. Estimación de peso:

Según la norma E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones para edificaciones de categoría C se tomará el 100% de la carga muerta más el 25% de la viva.

4.3.5. Análisis dinámicos modales espectral:

Aplicaremos este método de análisis estructural debido a que la estructura es clasificada como irregular y se encuentra ubicada en la zona 3 del territorio nacional.

A. Espectros pseudos – aceleraciones:

Aplicando los datos descritos en el ítem 4.3.3., y aplicando la ecuación n° 1 calculamos el espectro pseudo – aceleraciones para ambas direcciones.

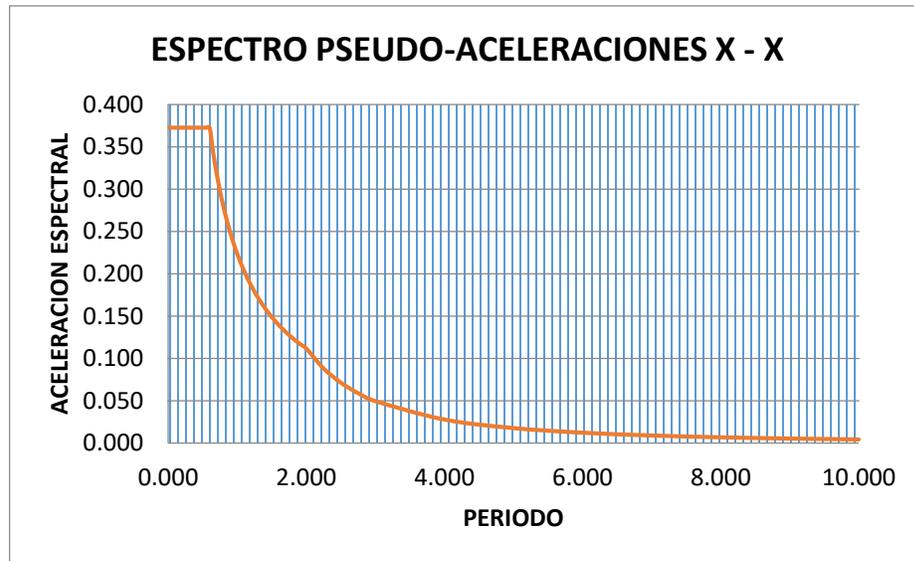


Figura 13 Espectro pseudo – aceleraciones en X – X para el sistema de albañilería confinada

Fuente: Elaboración propia.

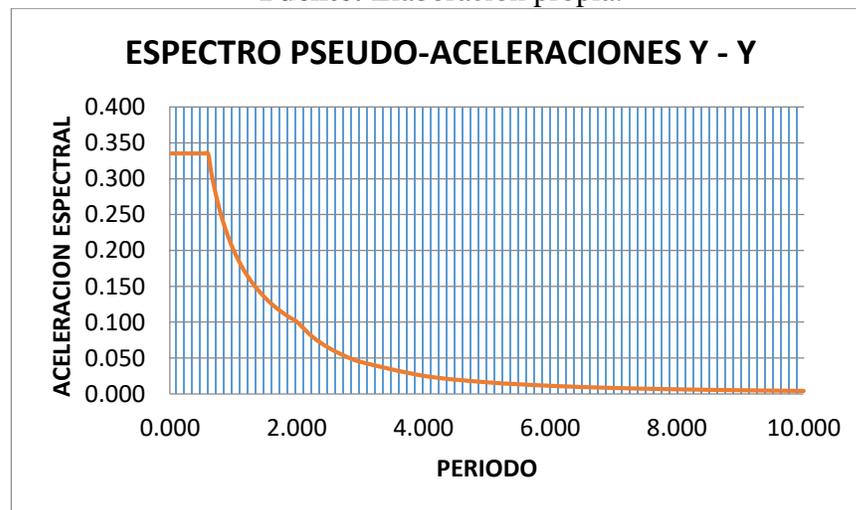


Figura 14 Espectro pseudo – aceleraciones en Y – Y para el sistema de albañilería confinada

Fuente: Elaboración propia.

B. Modelamiento de la estructura:

Aplicando los datos mencionados anteriormente y las especificaciones mencionadas en la norma E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones, modelamos la estructura en el software ETABS.

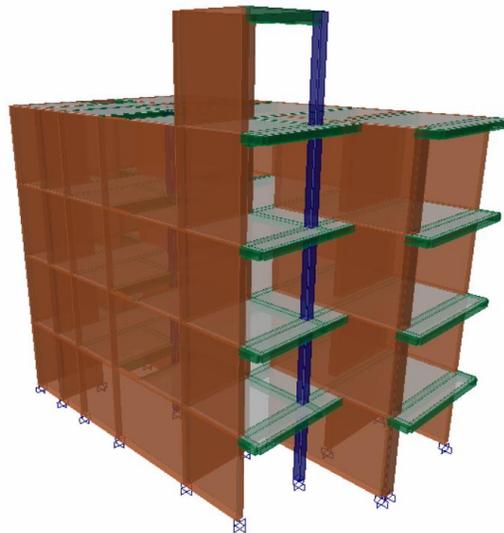


Figura 15 Vista en 3d de la estructura de albañilería confinada

Fuente: Elaboración propia.

4.3.6. Resultados del análisis modal espectral:

A. Pesos de la edificación:

El peso del edificio se determina multiplicando las masas de cada nivel por la aceleración de la gravedad, los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 19

Peso del edificio en sistema de albañilería confinada

N° DE PLANTA	DIAFRAGMA	MASA EN "X"	MASA EN "Y"
5° PLANTA	D5	0.63	0.63
4 ° PLANTA	D4	8.77	8.77
3 ° PLANTA	D3	11.99	11.99
2 ° PLANTA	D2	11.99	11.99
1 ° PLANTA	D1	11.99	11.99
PESO DEL EDIFICIO (Tn)		445.23	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior podemos observar que el peso de la edificación es de 445.23 Tn.

B. Modos y periodo fundamental de vibración:

De igual manera que en el sistema aporticado, se aplicaron 3 modos de vibración para cada nivel haciendo un total de 15 los cuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 20
Modos y periodo de vibración en sistema de albañilería confinada

CASO	MODO	PERIODO (seg)	UX	UY	RZ
MODAL	1	0.271	66.17	0.12	9.85
MODAL	2	0.141	0.07	17.59	0.37
MODAL	3	0.122	1.99	59.86	2.51
MODAL	4	0.100	8.73	4.03	73.30
MODAL	5	0.078	14.45	0.42	2.13
MODAL	6	0.052	3.25	1.54	0.04
MODAL	7	0.041	0.53	8.03	1.11
MODAL	8	0.037	1.39	3.88	0.90
MODAL	9	0.034	2.26	0.48	6.25
MODAL	10	0.031	0.03	0.81	1.12
MODAL	11	0.028	0.72	0.01	0.07
MODAL	12	0.023	0.03	2.52	0.06
MODAL	13	0.021	0.32	0.14	1.85
MODAL	14	0.018	0.01	0.47	0.05
MODAL	15	0.017	0.07	0.09	0.38
PERIODO EN "X"		0.271			
PERIODO EN "Y"		0.141			
PERIODO EN "Z"		0.122			

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior podemos observar que el periodo para la dirección X – X es igual a 0.271s, para la dirección Y – Y es igual a 0.141s y para la dirección Z – Z es igual a 0.122s.

C. Análisis de los desplazamientos laterales:

La Norma E.0.3.0. del Reglamento Nacional de Edificaciones especifica que el desplazamiento máximo para estructuras concreto armado es de 0.007, caso

contrario la estructura sería clasificado como flexible y corre el riesgo de colapsar durante un evento sísmico, caso contrario la estructura sería clasificado como flexible y corre el riesgo de colapsar durante un evento sísmico.

a. En la dirección X – X:

Aplicamos las ecuaciones n° 2 y 3 para determinar los desplazamientos laterales los cuales se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 21

Desplazamientos laterales en la dirección X – X en sistema de albañilería confinada

N° DE PLANTA	UX (cm)	DESPLAZAMIENTOS ELASTICOS	ALTURA DE PLANTA	DESPLAZAMIENTOS INELASTICOS	COMPROBACION CON LA NORMA
5° PLANTA	0.51	1.10	270	0.0015	CUMPLE
4° PLANTA	0.32	0.69	270	0.0008	CUMPLE
3° PLANTA	0.22	0.48	270	0.0007	CUMPLE
2° PLANTA	0.13	0.28	270	0.0006	CUMPLE
1° PLANTA	0.05	0.11	270	0.0004	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior por demos observar que los desplazamientos laterales son menores a 0.005 por lo tanto la dirección X – X es rígida y tendrá un buen comportamiento durante un evento sísmico.

b. En la dirección Y – Y:

Para determinar los desplazamientos laterales en la dirección Y – Y aplicamos las ecuaciones n° 2 y 3, los resultados se muestran a continuación:

Tabla 22

Desplazamientos laterales en la dirección Y – Y en sistema de albañilería confinada

Nº DE PLANTA	UY (cm)	DESPLAZAMIENTOS ELASTICOS	ALTURA DE PLANTA	DESPLAZAMIENTOS INELASTICOS	COMPROBACION CON LA NORMA
5° PLANTA	0.12	0.29	270	0.0006	CUMPLE
4° PLANTA	0.06	0.13	270	0.0001	CUMPLE
3° PLANTA	0.04	0.10	270	0.0001	CUMPLE
2° PLANTA	0.03	0.07	270	0.0001	CUMPLE
1° PLANTA	0.01	0.03	270	0.0001	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

Los desplazamientos laterales son menores a 0.005 por lo tanto la dirección Y – Y es rígida y tendrá un buen comportamiento durante un evento sísmico.

D. Análisis de la cortante basal:

La norma E.030 del reglamento nacional de edificaciones especifica que la cortante basal dinámica no debe ser menor que el 90% de la cortante basal estática para estructuras irregulares.

a. Cálculo de la cortante basal estática:

El factor de ampliación sísmica la calculamos aplicando la figura mencionada en el ítem 4.2.3.E., para esto utilizamos los periodos fundamentales de vibraciones y los periodos de plataforma. Ambas direcciones cuentan con un periodo de ampliación sísmica igual a 2.50.

Aplicando la ecuación n° 4 calculamos la cortante basal estática la cual es igual a 165.93 Tn para la dirección X – X y 149.34 Tn para la dirección Y – Y.

b. Cálculo de la cortante basal dinámica:

Este resultado es obtenido directamente del software etabs, en las siguientes tablas podemos observarlo de forma resumida:

Tabla 23

Cortante dinámica en la dirección X – X en sistema de albañilería confinada

N° DE PLANTA	CARGA	LOCACION	CORTANTE EN "X"
5° PLANTA	SISMOXX	BOTTOM	2.08
4° PLANTA	SISMOXX	BOTTOM	16.93
3° PLANTA	SISMOXX	BOTTOM	30.37
2° PLANTA	SISMOXX	BOTTOM	38.97
1° PLANTA	SISMOXX	BOTTOM	43.06

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24

Cortante dinámica en la dirección Y – Y en sistema de albañilería confinada

N° DE PLANTA	CARGA	LOCACION	CORTANTE EN "Y"
5° PLANTA	SISMOYY	BOTTOM	1.64
4° PLANTA	SISMOYY	BOTTOM	13.63
3° PLANTA	SISMOYY	BOTTOM	26.34
2° PLANTA	SISMOYY	BOTTOM	34.86
1° PLANTA	SISMOYY	BOTTOM	39.18

Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar en las tablas anteriores, la cortante basal dinámica en la dirección X – X es igual a 43.06 Tn y en la dirección Y – Y es igual a 39.18 Tn.

c. Factor de escala:

Reemplazando datos en la ecuación n° 3 obtenemos un factor de escala en la dirección X – X igual a 3.4682 y en la dirección Y – Y igual a 3.4305. El factor de escala nos indica el porcentaje de ampliación de las cargas sísmicas que debemos realizar, el cual a su vez aumenta el presupuesto de la obra debido a la cantidad de acero que llevarán los elementos estructurales.

E. Análisis de la torsión:

La norma E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones especifica que existe torsión si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso (Drift) es mayor que 1.20 veces el desplazamiento lateral.

El programa ETABS no brinda los desplazamientos relativos de entrepiso elásticos, estos deben ser transformados a desplazamientos inelásticos aplicando la ecuación n° 2, el resultado debe ser menor a 0.005.

a. Para la dirección X – X:

Los desplazamientos relativos en la dirección X – X podemos observarlos en la siguiente tabla:

Tabla 25

Desplazamientos relativo de entrepisos en la dirección X - X en sistema de albañilería confinada

N° DE PLANTA	CARGA	DRIFT ELASTICO	DRIFT INELASTICO	COMPROBACION CON LA NORMA
5° PLANTA	SISMOXX	0.00060	0.0013	CUMPLE
4° PLANTA	SISMOXX	0.00049	0.0011	CUMPLE
3° PLANTA	SISMOXX	0.00053	0.0011	CUMPLE
2° PLANTA	SISMOXX	0.00049	0.0011	CUMPLE
1° PLANTA	SISMOXX	0.00029	0.0006	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se puede observar que los drift inelásticos son menores a 0.005 por lo tanto podemos aplicar la ecuación n° 6 para determinar si la estructura es propensa a sufrir torsión.

Tabla 26

Cálculo de torsión en la dirección X - X en sistema de albañilería confinada

N° DE PLANTA	DERIVA DE UN PUNTO EXTREMO	DERIVA DE CENTRO DE MASAS	FACTOR	COMPROBACION CON LA NORMA
5° PLANTA	0.001	0.002	0.848	OK
4° PLANTA	0.001	0.001	1.326	NO CUMPLE
3° PLANTA	0.001	0.001	1.578	NO CUMPLE
2° PLANTA	0.001	0.001	1.644	NO CUMPLE
1° PLANTA	0.001	0.000	1.550	NO CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior observamos que el 1°, 2° 3° y 4° planta tiene un factor mayor a 1.20 por lo tanto la estructura esta propensa a sufrir torsión en la dirección X – X.

b. Para la dirección Y – Y:

Los desplazamientos relativos en la dirección Y – Y podemos observarlos en la siguiente tabla:

Tabla 27

Desplazamientos relativo de entrepisos en la dirección Y - Y en sistema de albañilería confinada

N° DE PLANTA	CARGA	DRIFT ELASTICO	DRIFT INELASTICO	COMPROBACION CON LA NORMA
5° PLANTA	SISMOYY	0.000187	0.001197	CUMPLE
4° PLANTA	SISMOYY	0.000053	0.000339	CUMPLE
3° PLANTA	SISMOYY	0.000066	0.000422	CUMPLE
2° PLANTA	SISMOYY	0.000069	0.000442	CUMPLE
1° PLANTA	SISMOYY	0.000055	0.000352	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se puede observar que los drift inelásticos son menores a 0.005 por lo tanto podemos aplicar la ecuación n° 6 para determinar si la estructura es propensa a sufrir torsión.

Tabla 28

Cálculo de torsión en la dirección Y - Y en sistema de albañilería confinada

N° DE PLANTA	DERIVA DE UN PUNTO EXTREMO	DERIVA DE CENTRO DE MASAS	FACTOR	COMPROBACION CON LA NORMA
5° PLANTA	0.001	0.001	2.12	NO CUMPLE
4° PLANTA	0.000	0.000	3.13	NO CUMPLE
3° PLANTA	0.000	0.000	3.19	NO CUMPLE
2° PLANTA	0.000	0.000	3.14	NO CUMPLE
1° PLANTA	0.000	0.000	3.14	NO CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior observamos que todos los niveles tienen un factor mayor a 1.20 por lo tanto la estructura sufrirá torsión en la dirección Y – Y.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Comparación de los desplazamientos laterales:

La comparación de los desplazamientos laterales de ambos sistemas estructurales nos determinara que estructura es más rígida y tendrá un buen comportamiento durante un movimiento sísmico.

5.1.1. En la dirección X – X:

La comparación de los desplazamientos laterales en la dirección X – X de los dos tipos de sistemas estructurales evaluados se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 29
Comparación de desplazamientos laterales en la dirección X - X

N° DE PLANTA	SISTEMA APORTICADO	SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA
5° PLANTA	0.0066	0.0015
4° PLANTA	0.0034	0.0008
3° PLANTA	0.0053	0.0007
2° PLANTA	0.0068	0.0006
1° PLANTA	0.0053	0.0004

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla anterior, ambos tipos de sistemas estructurales son rígidos en la dirección X – X debido a que sus desplazamientos laterales son menores que los especificados en la norma E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones, pero el sistema de albañilería confinada cuenta con una mayor rigidez.

5.1.2. En la dirección Y – Y:

La comparación de los desplazamientos laterales en la dirección Y – Y de los dos tipos de sistemas estructurales evaluados se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 30

Comparación de desplazamientos laterales en la dirección Y - Y

N° DE PLANTA	SISTEMA APORTICADO	SISTEMA DE ALBAÑILERÍA CONFINADA
5° PLANTA	0.0038	0.0006
4° PLANTA	0.0036	0.0001
3° PLANTA	0.0057	0.0001
2° PLANTA	0.0070	0.0001
1° PLANTA	0.0050	0.0001

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se puede observar que los desplazamientos laterales en la dirección Y – Y de los dos sistemas estructurales analizados son menores a los máximos admisibles especificados en la norma E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones, por lo tanto, cuentan con la rigidez adecuada para soportar un evento sísmico.

5.2. Comparación de las cortantes basales:

La cortante basal provoca una ampliación de la carga sísmica en la estructura, esto a su vez ocasiona que los elementos estructurales sean reforzados con una mayor cantidad de acero, el cual aumenta el presupuesto de la edificación. Por este motivo es preferible que el factor de escala que nos genera la cortante basal sea lo más mínimo posible.

5.2.1. En la dirección X – X:

La comparación de las cortantes basales en la dirección X – X de los dos tipos de sistemas estructurales evaluados se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 31

Comparación de la cortante basal en la dirección X - X

N° DE PLANTA	SISTEMA APORTICADO	SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA
5° PLANTA	1.32	2.08
4° PLANTA	14.27	16.93
3° PLANTA	25.44	30.37
2° PLANTA	33.26	38.97
1° PLANTA	37.09	43.06
FACTOR DE ESCALA	1.1284	3.4682

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se puede observar que las cortantes basales del sistema aporticado en la dirección X – X son menores por este motivo generan un factor de escala hasta un 67.46% menor con respecto al del sistema de albañilería confinada, por lo tanto, su presupuesto será más económico.

5.2.2. En la dirección Y – Y:

La comparación de las cortantes basales en la dirección Y – Y de los dos tipos de sistemas estructurales evaluados se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 32

Comparación de la cortante basal en la dirección Y - Y

N° DE PLANTA	SISTEMA APORTICADO	SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA
5° PLANTA	1.26	1.64
4° PLANTA	13.68	13.63
3° PLANTA	24.27	26.34
2° PLANTA	31.56	34.86
1° PLANTA	34.98	39.18
FACTOR DE ESCALA	1.0769	3.4305

Fuente: Elaboración propia.

Las cortantes basales en la dirección Y – Y del sistema aporticado generan un factor de escala hasta un 68.61% menor con respecto al del sistema de albañilería confinada por lo tanto su presupuesto será más económico.

5.3. Comparación de la torsión:

Como se mencionó en el capítulo anterior, existe torsión si la relación entre máximo desplazamiento relativo de entrepiso (Drift) y el desplazamiento lateral es mayor que 1.20, esto quiere decir que mientras este factor sea más inferior, las probabilidades de que la estructura presente torsión serán menores.

5.3.1. En la dirección X – X:

En la siguiente tabla se presenta los factores de torsión en la dirección X - X de ambos sistemas estructurales:

Tabla 33
Comparación de la torsión en la dirección X - X

Nº DE PLANTA	SISTEMA APORTICADO	SISTEMA DE ALBAÑILERÍA CONFINADA
5º PLANTA	0.34	0.85
4º PLANTA	1.14	1.33
3º PLANTA	1.06	1.58
2º PLANTA	0.96	1.64
1º PLANTA	1.20	1.55

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla anterior, los factores del sistema aporticado son menores a los factores del sistema de albañilería confinada por lo tanto tiene menor probabilidad de que la estructura presente torsión en la dirección X – X durante un evento sísmico.

5.3.2. En la dirección Y – Y:

En la siguiente tabla se presenta los factores de torsión en la dirección Y - Y de ambos sistemas estructurales:

Tabla 34
Comparación de la torsión en la dirección Y - Y

N° DE PLANTA	SISTEMA APORTICADO	SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA
5° PLANTA	0.63	2.12
4° PLANTA	1.13	3.13
3° PLANTA	1.12	3.19
2° PLANTA	1.00	3.14
1° PLANTA	1.12	3.14

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla anterior, los factores del sistema aporticado son menores a los factores del sistema de albañilería confinada por lo tanto tiene menor probabilidad de que la estructura presente torsión en la dirección Y – Y durante un evento sísmico.

5.4. Elección del tipo de sistema estructural más adecuado:

El tipo de sistema estructural que más se adecua a la vivienda multifamiliar de la familia Chávez Cornejo es el sistema aporticado debido a que es una estructura es rígida ya que sus desplazamientos laterales son menores a los especificados en la norma E.030, sus cortantes basales permiten un menor presupuesto en su construcción y no se presentara torsión durante un movimiento sísmico.

CONCLUSIONES

1. Se comparó el comportamiento estructural de la vivienda multifamiliar de la familia Chávez Cornejo por dos diferentes sistemas estructurales llegando a la conclusión de que el sistema de aporticado se ajustó mejor al inmueble debido a que sus desplazamientos laterales demuestran que la estructura es rígida, la cortante basal nos indica que la carga sísmica será menor favoreciendo al presupuesto de la obra y se descarta la presencia de falla por torsión durante un evento sísmico.
2. Se comparó los desplazamientos laterales de la vivienda multifamiliar de la familia Chávez Cornejo por dos diferentes sistemas estructurales llegando a la conclusión de que el sistema aporticado y el sistema de albañilería confinada brindan la rigidez adecuada al inmueble para tener un buen comportamiento durante un evento sísmico.
3. Se comparo las cortantes basales de la vivienda multifamiliar de la familia Chávez Cornejo por dos diferentes sistemas estructurales llegando a la conclusión de que el sistema aporticado genera un factor de escala menor al del sistema de albañilería confinada, reduciendo las cargas sísmicas y favoreciendo al presupuesto de la obra, este caso se presenta en ambas direcciones.
4. Se comparó los efectos de torsión de la vivienda multifamiliar de la familia Chávez Cornejo por dos diferentes sistemas estructurales llegando a la conclusión de que el sistema de albañilería confinada sufrirá torsión excesiva ya que sus factores son mayores a 1.20, el sistema aporticado no sufrirá torsión ya que sus factores son menores a la máxima admisible.

RECOMENDACIONES

1. Ejecutar la vivienda multifamiliar de la familia Chávez Cornejo mediante el sistema aporricado ya que se pudo comprobar que brinda mejores beneficios que el sistema de albañilería confinada.
2. Para los diseños de viviendas multifamiliares se recomienda realizar la comparación estructural de dos sistemas estructurales diferentes con la finalidad de elegir el que brinde mejores beneficios a la obra.
3. Promover la información de esta investigación a las empresas prestadoras de servicios constructivos para tener en cuenta la importancia que tiene la comparación estructural de dos sistemas estructurales diferentes.

BILIOGRAFIA

- Aguiar R., Revelo M., Tapia W. Análisis de Conexiones Viga-Columna de acuerdo al código ACI 318SR-05. Quito, Ecuador.
- Alarcón J. y Franco G. (2010). El terremoto de magnitud 8,8 de Maule (Chile), Evaluación sismológica y observaciones del estudio de campo. Chile
- Alcocer, S. (1995). Comportamiento y Diseño de Estructuras de Concreto Reforzado: Muros Estructurales. México D.F.
- American Concrete Institute. (2011). Requisitos de reglamento para concreto estructural (ACI 318-11).
- Cámara de la Construcción de Quito. (2014). Revista Construcción. Quito, Ecuador.
- Capa, V. (2014). Edificios vulnerables en zonas sísmicas. Loja, Ecuador
- Correa, M., Machado, L. (2012). Análisis comparativo económico – estructural entre sistemas constructivos tradicionales y un sistema constructivo alternativo liviano. Tesis de Grado. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2001). Código Ecuatoriano de la Construcción. Requisitos de diseño generales. Quito: INEN
- Instituto del Cemento del Hormigón de Chile (2013). Metodología de Diseño Sísmico de Muros en Edificios.
- Jaramillo, D. (2009). Análisis comparativo entre sistema aporticado y sistema de paredes portantes de hormigón. Tesis de Grado. Quito: Escuela Politécnica Nacional.

- Music, J. (2014). Diseño de Muros de Hormigón Armado según la normativa vigente en Chile. Antofagasta, Chile.
- Nilson A. (1997). Diseño de Estructuras de Concreto. Santafé de Bogotá: McGraw-Hill.
- Panuigua, A. (1981). Diagramas de interacción para porcentajes altos de acero en columnas a flexo compresión. Tesis de Licenciatura Puebla.
- Paulay, T. and Priestley, N. (1991). Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings. pp. 368-369.
- Placencia, P. (1999). Curso Diseño. Sismorresistente de edificios con vigas banda. Quito, Ecuador.
- Placencia, P. (2011). Apuntes de hormigón armado III. Quito, Ecuador.
- Placencia, P. (2013). Apuntes de proyectos estructurales y configuración estructural. Quito, Ecuador.
- Pontificia Universidad Católica de Chile, Ingeniería Civil UC, Departamento de Estructuras y Geotécnica. La Ingeniería Sismorresistente. Chile
- Rivas, J. (2006). Análisis de relación de aspectos de muros. Tesis de Grado. Quito: Escuela Politécnica Nacional.

ANEXOS

Anexos 1: Matriz de Consistencia

TÍTULO: “COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE ALBAÑILERÍA CONFINADA Y UNA APORTICADA EN HUANCAYO”

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	FORMULACIÓN OBJETIVOS	FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS	VARIABLES Y DIMENSIONES	METODOLOGÍA POBLACIÓN Y MUESTRA
<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿Como es la comparación del comportamiento estructural de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada y una aporticada en Huancayo?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <p>¿Como es la comparación los desplazamientos laterales de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada y una aporticada en Huancayo?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Comparar del comportamiento estructural de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada y una aporticada en Huancayo.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>Cornejo en la ciudad de Huancayo.</p> <p>Comparar los desplazamientos laterales de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada y una aporticada en Huancayo.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>Se determinó que el sistema de albañilería confinada de una vivienda multifamiliar en la provincia de Huancayo tiene un mejor comportamiento estructural con respecto al sistema porticado.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECIFICAS</p> <p>Los desplazamientos laterales de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada son menores con respecto a una aporticada en Huancayo.</p> <p>Las cortantes basales de una vivienda</p>	<p>Vivienda multifamiliar de albañilería confinada</p> <p>Vivienda multifamiliar aporticada</p> <p>DIMENSIONES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluaciones cualitativas • Evaluaciones cuantitativas • Análisis dinámico <p>INDICADORES</p> <ul style="list-style-type: none"> • método del fema • Demanda sobre la resistencia • Análisis estructural <p>Sistema confinado</p> <p>Comportamiento estructura</p> <p>DIMENSIONES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluaciones cualitativas • Evaluaciones cuantitativas • Análisis dinámico 	<p>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>Método Científico</p> <p>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>Aplicada</p> <p>NIVEL DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>Descriptivo correlacional</p> <p>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>No Experimental</p> <p>POBLACIÓN Y MUESTRA:</p> <p>POBLACIÓN:</p> <p>La población estuvo constituida por el edificio del distrito de El Tambo provincia de Huancayo y consecuentemente en el departamento de Junín.</p>

<p>¿Como es la comparación las cortantes basales de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada y una aporticada en Huancayo?</p> <p>¿Como es la comparación la irregularidad torsional de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada y una aporticada en Huancayo?</p>	<p>Comparar las cortantes basales de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada y una aporticada en Huancayo.</p> <p>Comparar la irregularidad torsional de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada y una aporticada en Huancayo.</p>	<p>multifamiliar de albañilería confinada tienes mejor comportamiento sísmico en comparación de una a porticada en Huancayo.</p> <p>Las irregularidades torsionales de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada son menores a comparación de una aporticada en Huancayo.</p>	<p>INDICADORES</p> <ul style="list-style-type: none"> • método del fema • Demanda sobre la resistencia • Análisis estructural <p>comportamiento sismo-resistente</p> <p>DIMENSIONES</p> <p>Resistente</p> <p>INDICADORES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Regularidad estructural • Rigidez • Resistencia 	<p>El tipo de muestreo fue el no aleatorio o no probabilístico o dirigido y que para efectos de esta investigación estuvo comprendido por la vivienda unifamiliar Chávez Cornejo ubicado en prolongación Trujillo en el distrito de el tambo de la ciudad de Huancayo y así poder deducir a edificios similares para generalizar y también porque el proyecto así lo exigía.</p>
--	--	---	---	--

Anexos 2: Matriz de operacionalización de variables

Variable	Dimensiones	Indicadores
Vivienda multifamiliar de albañilería confinada Vivienda multifamiliar aporricada	Evaluaciones cualitativas	método del fema
	Evaluaciones cuantitativas	Demanda sobre la resistencia
	Análisis dinámico	Análisis estructural
Sistema confinado Comportamiento estructural	cualitativas	método del fema
	Evaluaciones cuantitativas	Demanda sobre la resistencia
	Análisis dinámico	Análisis estructural
comportamiento sismo-resistente	Resistente	Regularidad estructural
		Rigidez
		Resistencia

