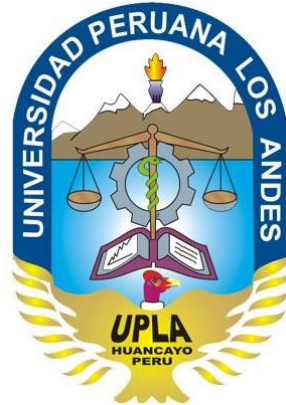


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**ANÁLISIS DE LA ASIMETRÍA ESTRUCTURAL DE UN
EDIFICIO Y SU INFLUENCIA EN EL EFECTO
TORSIONAL**

Línea de investigación de la Universidad:

TRANSPORTE Y URBANISMO

Línea de investigación de la escuela profesional de Ingeniería Civil:

ESTRUCTURAS

PRESENTADO POR:

Bach. ROSMERI PILAR INGA SOLÓRZANO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

HUANCAYO – PERU

2019

ASESORES:

ING.ALCIDES LUIS FABIAN BRAÑEZ
MG. PEDRO HUGO BALVIN RAMOS

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a Dios que guía día a día mi camino, a mis padres Violeta y Dennis, por su apoyo incondicional en mi formación profesional y siempre estar ahí guiando ante cada decisión que tome.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mis Asesores de tesis al Ing. Alcides Luis Fabián Brañez y Mg. Pedro Hugo Balvin Ramos, por haberme brindado el apoyo, aliento, orientación y por haberme guiado en el proceso de elaboración de esta tesis.

Agradeciendo también a mis padres que siempre están ahí en cada momento que yo más los necesite apoyándome, guiando mis pasos y con buenos consejos me dirigen por el buen camino.

Por último, me gustaría dar las gracias a todos mis amigos, familiares más cercanos que me brindaron su apoyo y aliento incondicional para poder lograr mis objetivos.

Muchas gracias a todos

Rosmeri P. Inga Solórzano

HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS

DR. CASIO AURELIO TORRES LOPEZ
PRESIDENTE

ING. JULIO FREDY PORRAS MAYTA
JURADO

ING. JUAN JOSÉ BULLÓN ROSAS
JURADO

ING. MARIA LUISA MUERAS GUTIERREZ
JURADO

MG. MIGUEL ANGEL CARLOS CANALES
SECRETARIO DOCENTE

INDICE

| | |
|---|-------------|
| DEDICATORIA | iii |
| AGRADECIMIENTO | iv |
| INDICE | vi |
| RESUMEN | xiii |
| ABSTRACT | xiv |
| INTRODUCCIÓN | xv |
| CAPITULO I | 16 |
| EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN | 16 |
| 1.1. Planteamiento del problema | 16 |
| 1.2. Formulación y sistematización del problema | 18 |
| 1.2.1. Problema General | 18 |
| 1.2.2. Problema Específico..... | 18 |
| 1.3. Justificación | 18 |
| 1.3.1. Práctica o Social..... | 18 |
| 1.3.2. Metodológica | 19 |
| 1.3.3. Teórica | 19 |
| 1.4. Delimitaciones..... | 19 |
| 1.4.1. Espacial..... | 19 |
| 1.4.2. Temporal | 20 |
| 1.4.3. Económica..... | 20 |
| 1.5. Limitaciones | 20 |
| 1.5.1. Económica..... | 20 |
| 1.6. Objetivos | 20 |
| 1.6.1. Objetivo General..... | 20 |
| 1.6.2. Objetivo Específico..... | 20 |
| CAPITULO II MARCO TEORICO | 21 |
| 2.1. Antecedentes (nacionales e internacionales)..... | 21 |
| a) Nacionales..... | 21 |
| b) Internacionales | 22 |
| 2.2. Marco conceptual..... | 24 |
| 2.2.1. Asimetría estructural..... | 24 |
| 2.2.1.1. Centro de Masa | 27 |
| 2.2.1.2. Centro de Rigidez | 27 |

| | |
|--|-----------|
| 2.2.1.3. Configuración Estructural..... | 28 |
| 2.2.2. Efecto Torsional..... | 30 |
| 2.2.2.4. Excentricidad Accidental..... | 31 |
| 2.2.2.5. Torsión..... | 31 |
| 2.2.3. Análisis Sísmico..... | 32 |
| 2.2.3.1. Sistemas Estructurales..... | 33 |
| 2.2.3.2. Estructuras de Concreto Armado..... | 33 |
| a) Pórticos:..... | 33 |
| b) Muros Estructurales:..... | 33 |
| c) Dual:..... | 34 |
| d) Edificaciones de Muros de Ductilidad Limitada:..... | 34 |
| 2.2.4. Análisis Estático o de Fuerzas Equivalente..... | 34 |
| 2.2.4.1. Fuerza Cortante en la Base..... | 34 |
| 2.2.4.2. Distribución de fuerzas sísmicas en altura..... | 36 |
| 2.2.4.3. Excentricidad Accidental..... | 37 |
| 2.2.5. Análisis Dinámico Modal Espectral..... | 39 |
| 2.2.5.1. Análisis Modal:..... | 39 |
| 2.2.5.2. Modos de Vibración..... | 39 |
| 2.2.5.3. Aceleración Espectral..... | 40 |
| 2.2.5.4. Fuerza cortante mínima..... | 40 |
| 2.2.5.5. Excentricidad accidental..... | 41 |
| 2.2.6. Concepción Estructural..... | 41 |
| 2.2.7. Filosofía de Diseño Sísmico Convencional..... | 41 |
| 2.2.8. Hiperestaticidad..... | 42 |
| 2.3. Definición de términos..... | 44 |
| 2.4. Hipótesis..... | 46 |
| 2.4.1. Hipótesis General..... | 46 |
| 2.4.2. Hipótesis Específicas..... | 46 |
| 2.5. Variables..... | 46 |
| 2.5.1. Definición conceptual de la variable..... | 46 |
| 2.5.2. Definición operacional de la variable..... | 47 |
| 2.5.3. Operacionalización de la variable..... | 47 |
| CAPÍTULO III METODOLOGÍA..... | 49 |
| 3.1. Método de investigación..... | 49 |
| 3.2. Tipo de investigación..... | 49 |
| 3.3. Nivel de investigación..... | 49 |

| | |
|---|------------|
| 3.4. Diseño de investigación | 49 |
| 3.5. Población y muestra..... | 50 |
| 3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 50 |
| 3.6.1. Técnicas: | 50 |
| 3.6.2. Instrumentos:..... | 50 |
| 3.7. Procesamiento de la información..... | 53 |
| 3.8. Técnicas y análisis de datos | 53 |
| CAPITULO IV RESULTADOS..... | 54 |
| 4.1. Resultados | 54 |
| 4.1.1. La asimetría estructural y el efecto torsional de un edificio. | 54 |
| Ingeniería del Proyecto | 54 |
| 4.1.1.1. Modelo Arquitectónico..... | 54 |
| 4.1.1.2. Modelo Estructural | 56 |
| 4.1.1.3. Estructuración | 56 |
| 4.1.1.4. Predimensionamiento | 58 |
| a) Losa Aligerada..... | 58 |
| b) Losa Maciza | 58 |
| c) Vigas Peraltadas | 58 |
| d) Columnas. | 59 |
| e) Placas..... | 61 |
| f) Escaleras..... | 61 |
| 4.1.1.5. Análisis Sísmico | 63 |
| a) Materiales: | 63 |
| b) Metrado de Cargas..... | 64 |
| c) Análisis Sísmico Estático:..... | 67 |
| d) Análisis Dinámico Modal Espectral..... | 69 |
| 4.1.1.6. Análisis optimizado | 76 |
| 4.1.2. La asimetría estructural y los modos de vibración de un edificio.. | 84 |
| 4.1.3. La asimetría estructural y las cortantes por piso sísmico de un edificio. | 90 |
| 4.1.4. La asimetría estructural influye en los desplazamientos de un edificio. | 93 |
| CAPITULO V DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 98 |
| CONCLUSIONES | 102 |
| RECOMENDACIONES | 104 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 105 |
| ANEXOS | 108 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1 Irregularidades estructurales en altura | 29 |
| Tabla 2 Irregularidades Estructurales en Planta | 30 |
| Tabla 3 Factor de Zona Sísmica | 35 |
| Tabla 4 Categoría de las edificaciones y Factor de Uso | 35 |
| Tabla 5 Área Construida por Piso. | 54 |
| Tabla 6 Carga vertical en servicio por piso para Columna C1. | 59 |
| Tabla 7 Carga vertical en servicio por piso para las columnas C2 y C3 | 60 |
| Tabla 8 Carga Vertical en Servicio por Piso para Columna C4..... | 60 |
| Tabla 9 Pesos Unitarios | 65 |
| Tabla 10 Cargas Vivas Mínimas Repartidas | 65 |
| Tabla 11. Peso por piso del Edificio | 66 |
| Tabla 12 Factor de Sistema Estructural | 68 |
| Tabla 13 Tipos de Irregularidades..... | 68 |
| Tabla 14 Modos de Vibración..... | 69 |
| Tabla 15 Centro de Masa y Centro de Rigidez | 72 |
| Tabla 16 Irregularidad Torsional en el Eje X-X..... | 73 |
| Tabla 17 Irregularidad Torsional en el Eje Y-Y..... | 73 |
| Tabla 18 Derivas permisibles en Dirección X-X | 74 |
| Tabla 19 Derivas Permisibles en Dirección Y-Y..... | 74 |
| Tabla 20 Cortante Basal Escalada..... | 75 |
| Tabla 21 Irregularidades Encontradas En El Modelo Alternativo 1 | 77 |
| Tabla 22 Centro de Masa y Centro de Rigidez del Modelo Alternativo 1 | 78 |
| Tabla 23 Irregularidades Encontradas en el Modelo 2 Alternativo..... | 79 |
| Tabla 24 Centro de Masa y Centro de Rigidez del Modelo Alternativo 2 | 79 |
| Tabla 25 Irregularidades encontradas en el Modelo 3 Alternativo | 80 |
| Tabla 26 Centro de Masa y Centro de Rigidez del Modelo Alternativo 3..... | 81 |
| Tabla 27 Irregularidades encontradas en el Modelo 4 - Sin Caja de Ascensor | 82 |
| Tabla 28 Centro de Masa y Centro de Rigidez del Modelo Alternativo 4-sin Caja de Ascensor | 82 |
| Tabla 29 Irregularidades Encontradas en el Modelo Alternativo 4 | 83 |
| Tabla 30 Centro de Masa y Centro de Rigidez del Modelo 5 Alternativo | 84 |
| Tabla 31 Modos de Vibración..... | 84 |
| Tabla 32 Resumen de Centro de Masa de los 5 modelos (Modelo inicial, Modelo 1, 2, 3, 4 y 5 optimizado) en EL Eje X-X..... | 85 |
| Tabla 33 Resumen del Centro de Masa en el Eje Y-Y | 86 |
| Tabla 34 Resumen de los Centros de Rigidez en el Eje Y-Y | 87 |
| Tabla 35 Resumen del Centro de Rigidez en el eje Y-Y | 88 |
| Tabla 36 Resumen de Excentricidad en el eje X-X | 89 |
| Tabla 37 Resumen de Excentricidad en la dirección en Y-Y | 90 |
| Tabla 38 Cortante por Piso en el eje X. | 91 |

| | |
|--|----|
| Tabla 39 Cortante por piso en la dirección Y-Y..... | 92 |
| Tabla 40 Resumen de desplazamientos máximos en el Eje X-X..... | 93 |
| Tabla 41 Resumen del Desplazamiento máximo en el Eje Y-Y | 94 |
| Tabla 42 Comparación del desplazamiento en dirección X-X Modelo 2 Vs Modelo inicial | 95 |
| Tabla 43 Comparación del desplazamiento en dirección Y-Y Modelo 2 Vs Modelo inicial | 96 |
| Tabla 44 Excentricidad modelo inicial vs modelo 2 Dirección X-X..... | 97 |
| Tabla 45 Excentricidad modelo inicial vs modelo 2..... | 97 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1.Plantas complejas. Adaptado de Arnorld y Reitherman, 1991. | 25 |
| Figura 2. Falsa Regularidad en Planta. Vulnerabilidad sísmica de centros educativos de Huancayo Metropolitano (2013). | 25 |
| Figura 3.Distribución Típica de Edificio de Esquina. Vulnerabilidad sísmica de centros educativos de Huancayo Metropolitano (2013). | 26 |
| Figura 4.Comportamiento de edificación con el Núcleo de Circulación en un extremo. Vulnerabilidad sísmica de centros educativos de Huancayo Metropolitano (2013). | 26 |
| Figura 5.Ubicación del Centro de masa en una planta. | 27 |
| Figura 6.Fórmula para la obtención del Centro Geométrico. | 27 |
| Figura 7.Efecto de torsión | 28 |
| Figura 8.Comportamiento de la Estructura ante un Evento Sísmico..... | 29 |
| Figura 9.Alta Excentricidad En Planta. Edificio colapso en el terremoto de Viña del Mar, Chile, 1985. | 31 |
| Figura 10.Torsión causada por irregularidad en planta..... | 32 |
| Figura 11.Sistemas Estructurales. | 33 |
| Figura 12.Variacion de las fuerzas laterales en altura N° de pisos vs F_i | 36 |
| Figura 13.Distribucion de las Fuerzas estáticas en altura..... | 37 |
| Figura 14.Estructura regular con excentricidad accidental..... | 38 |
| Figura 15.Modos de Vibración | 40 |
| Figura 16.Estructura Hiperestática..... | 43 |
| Figura 17.Equilibrio de una estructura simétrica con una carga simétrica | 43 |
| Figura 18.Equilibrio del centro de una estructura simétrica con una carga asimétrica..... | 44 |
| Figura 19.Hoja de Cálculo para determinar el Espectro de diseño. | 51 |
| Figura 20.Hoja de cálculo de Espectro de Seudo – Aceleraciones..... | 52 |
| Figura 21.Planta Arquitectónica del 1er Piso | 55 |
| Figura 22.Planta Arquitectónica del 2do al 7mo Piso..... | 55 |
| Figura 23. Modelo Tridimensional del Edificio en Etabs 2016..... | 56 |
| Figura 24.Estructuración del 1er Piso | 57 |
| Figura 25.Estructuración del 2do Piso al 7mo Piso..... | 57 |
| Figura 26. Distribución de columnas. | 61 |
| Figura 27. Estructuración del Edificio del 1er Piso en Etabs..... | 62 |
| Figura 28.Estructuración del Edificio del 2do al 7mo Piso. | 63 |
| Figura 29. Datos Ingresado del Material al Programa Etabs 2016..... | 64 |
| Figura 30. Parámetros En Cada Dirección. Nota: Norma Peruana E-030 | 67 |
| Figura 31. Análisis Estático de Fuerzas Equivalente | 67 |
| Figura 32. Segundo Modo de Vibración..... | 70 |
| Figura 33.Tercer Modo de Vibración..... | 70 |

| | |
|--|----|
| <i>Figura 34.</i> Aceleración Espectral | 70 |
| Figura 35.Espectro de Pseudo-Aceleraciones en X-X. | 71 |
| Figura 36 .Espectro de Pseudo - Aceleraciones en Y-Y. | 71 |
| Figura 37.Cortante por Piso del Modelo Dirección Y-Y | 75 |
| Figura 38.Cortante por Piso del Modelo Inicial Dirección X-X..... | 76 |
| <i>Figura 39.</i> Modelo Alternativo 1. Nota: Planteado para dar una solución. | 77 |
| Figura 40.Estructura del Modelo 2 Alternativo | 78 |
| Figura 41.Estructura del Modelo 3 Alternativo. | 80 |
| Figura 42. Estructura del Modelo 4 Alternativo- Sin Caja de Ascensor..... | 81 |
| Figura 43.Estructuración del Modelo Alternativo 5..... | 83 |
| Figura 44.Diagrama del Centro de Masa en el Eje X-X | 85 |
| Figura 45.Diagrama del Centro de Masa en el Eje Y-Y | 86 |
| Figura 46.Diagrama del Centro de Rigidez en el eje X-X..... | 87 |
| Figura 47. Diagrama de Centro de Rigidez en el Eje Y-Y | 88 |
| Figura 48.Diagrama de la Excentricidad en el Eje X-X | 89 |
| Figura 49.Diagrama de la Excentricidad en el eje Y-Y..... | 90 |
| Figura 50.Cortante por Piso en el Eje X-X | 91 |
| Figura 51.Cortante Por Piso En el Eje Y-Y. | 92 |
| Figura 52. Diagrama de los desplazamientos máx. en el eje X-X..... | 93 |
| Figura 53.Diagrama de los desplazamientos máx. en el eje Y-Y. | 94 |
| Figura 54.Desplazamiento en Dirección en X-X. Nota: El modelo inicial sobrepasaba el límite permisible, mientras el modelo 2 esta dentro de lo permisible..... | 95 |
| Figura 55.Desplazamiento en Dirección Y-Y. | 96 |

RESUMEN

Esta investigación tuvo como problema general, ¿De qué manera influye la Asimetría estructural de un edificio en el efecto torsional?, y el objetivo general fue: Determinar si la Asimetría estructural de un edificio influye en el efecto torsional, la hipótesis general que se verificó fue: La Asimetría estructural de un edificio influye significativamente en el efecto torsional.

El método de la investigación fue el método científico, el tipo de investigación fue aplicada, así mismo el nivel de investigación fue el descriptivo-explicativo y el diseño fue experimental. La población se dio en el distrito de Chilca, en el Jr. Santos Chocano entre la Av. Huancavelica y la Av. Arterial, y el tipo de muestreo fue no probabilística, con una muestra que fue de un edificio de 7 pisos en el Jr. Santos Chocano.

Se concluyó que la asimetría estructural sí influye en el efecto torsional, dado que al distribuir de una manera correcta los elementos estructurales se tiene una buena configuración estructural, los centros de masa y centro de rigidez y estos generan un buen desempeño sísmico haciendo esto que las excentricidades se reduzcan y produzcan menores efectos torsionales.

Palabras Clave: Asimetría estructural, Efecto torsional, Configuración estructural

ABSTRACT

This research had as a general problem, in what way does the Structural asymmetry of a building in the torsional effect, and the general objective was: Determine if the structural asymmetry of a building influences the effect torsional, the general hypothesis that was verified was: The structural asymmetry of a Building significantly influences the torsional effect.

The research method was the scientific method, the type of research was applied, the same level of research was the descriptive-explanatory and the Design was experimental. The population occurred in the district of Chilca, in Jr.Santos Chocano Between Av. Huancavelica and av. Arterial, and the type of sampling .It was not probabilistic, with a sample that was from a 7-story building on Jr.Santos Chocano.

It was concluded that the structural asymmetry does influence the torsional effect, given The correct distribution in a way.Good structural configuration, centers of mass and center of rigidity and these.seismic doing this that eccentricities are Reduce and produce less torsional effects.

Keywords: Structural Asymmetry, Torsional Effect, Configuration Structural.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis de investigación tiene como título: “análisis de la asimetría estructural de un edificio y su influencia en el efecto torsional”, se elaboró con la finalidad de analizar , determinar el efecto torsional que produce tener asimetría estructural en una edificación , sabiendo que el Perú se encuentra en un silencio sísmico , y que nuestra región tiene cerca importantes fallas la del Huaytapallana que se encuentra en un silencio sísmico y a la que se le suma Ricran en Jauja , la del gran Pajonal en la provincia de Satipo que se encuentra en un periodo de retorno y otras en lugares vecino en Pampas(Huancavelica) y Yanahuanca (Pasco) se verá si cumple con los parámetros de las normas vigentes .

El trabajo consta de 5 capítulos, distribuidos de la siguiente manera:

En el primer capítulo se trata sobre el planteamiento del problema, la formulación del problema, objetivos, justificación, delimitación y limitaciones.

En el segundo capítulo consta del marco teórico, donde conoceremos los antecedentes internacionales, nacionales, el marco conceptual, la definición de términos, la variable, definición operacional de la variable.

En el tercer capítulo se da a conocer la metodología de la investigación tal como será su diseño de investigación, el tipo de investigación, la población y muestra, las técnicas e instrumento de recolección de datos y el procesamiento de la información y las técnicas de datos.

En el capítulo cuarto se aborda el tema de los resultados del proyecto de investigación, todo el desarrollo del proyecto, su estructuración, predimensionamiento, su respectivo análisis sísmico y dinámico del edificio.

En el quinto capítulo se trata sobre la discusión de resultados, y culminado el proyecto de investigación están las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y los respectivos anexos.

Asimismo, espero que los resultados que se obtuvieron sean de gran utilidad para investigaciones futuras.

Bach. Rosmeri Pilar Inga Solórzano

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Las respuestas torsionales elásticas e inelásticas de edificios han sido estudiadas en diversas investigaciones; sin embargo, sus conclusiones no son siempre consistentes unas con otras, lo cual puede decirse que es debido a la complejidad del comportamiento torsional y al gran número de parámetros que lo gobiernan. Por lo general los resultados obtenidos por los investigadores son aplicables solo al modelo estudiado a los valores específicos de parámetros usados y a las suposiciones particulares hechas en cada estudio.

También estos temas son vistos como en el país de Chile donde en la Norma Chilena Oficial Nch 433. of 1996 Modificada en 2009 se exige analizar tanto los efectos traslacionales como torsionales producidos a partir de las solicitaciones de tipo sísmica. La torsión en edificios presenta diversas fuentes, siendo la torsión intrínseca una de las más importantes. Esta componente de la torsión es producto de la asimétrica distribución de la masa y rigidez en los diferentes pisos, lo cual resulta en un desplazamiento relativo entre las posiciones de los llamados centros de rigidez (CR) y centros de masa (CM), efecto que queda incorporado naturalmente en los modelos 3D realizados con los actuales programas de elementos finitos. Sin embargo, en el presente estudio se pretende analizar una diferente componente de dicho fenómeno, siendo esta conocida como torsión accidental. Dicha componente trata de englobar tanto el efecto torsional producto de un movimiento sísmico,

como la incertidumbre presente en el cálculo de las propiedades de la estructura dada la imprecisión inherente a la medición de la masa, rigidez y resistencia de los materiales.

En la actualidad, la norma de diseño sísmico chilena presenta los dos siguientes enfoques con el fin incorporar el efecto de la torsión accidental, diferenciando entre el análisis estático y el modal.

En los últimos años se ve el aumento de la población y por ende se refleja en el aumento de las construcciones de vivienda en todo el Perú , pero debido a una falta de conocimiento o desidia respecto a muchos factores como son tiempo de tramitación, costo de profesionales, etc., muchas de estas construcciones se realizan sin el debido proceso técnico, por lo que esto conlleva a que se construya en informalidad, sin tener en cuenta que el Perú se encuentra en un silencio sísmico y que estamos dentro del cinturón de fuego.

Los edificios actuales se encuentran inmerso a la construcción de edificaciones irregulares debido a la informalidad, por lo que este tipo de construcciones nos trae problemas debido al efecto torsional que pueden presentar.

En las construcciones se observa que cada vez hay más edificaciones con asimetría estructural y que ello influirá a tener un efecto torsional; y que no va tener un buen desempeño sísmico provocando pérdidas materiales. En el distrito de Chilca se realiza la edificación de viviendas sin la asistencia de ingenieros capacitados, delegando muchas veces a los maestros de obra dicha tarea y que no tienen conocimiento técnico en ingeniería estructural. Por ello que las construcciones no se basan en los parámetros normados según norma vigente Norma E-0.30 Diseño Sismorresistente. Y si no se trata adecuadamente mediante un análisis adecuado con un profesional capacitado, este puede traer consecuencias que producirán daños a corto plazo (daños en las estructuras fisuras) y largo plazo (colapso de las estructuras).

En consecuencia, se propone realizar el análisis de un edificio con asimetría estructural y su influencia en el efecto torsional e identificar las irregularidades que presentara, determinando los daños que se producirían en este y dar las recomendaciones pertinentes para su mejor desempeño sísmico y el reforzamiento de este.

1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema General

¿De qué manera la asimetría estructural influye en el efecto torsional de un edificio?

1.2.2. Problema Específico

- a) ¿De qué manera la asimetría estructural influye en los modos de vibración de un edificio?
- b) ¿De qué manera la asimetría estructural influye en las cortantes por piso sísmico de un edificio?
- c) ¿De qué manera la asimetría estructural influye en los desplazamientos de un edificio?

1.3. Justificación

1.3.1. Práctica o Social

Con el análisis del efecto de torsión se espera ver en qué grado afectará a la estructura y así dar recomendaciones respecto a la asimetría estructural, evitar las fisuras y sobre todo los colapsos. Las recomendaciones se dan para las soluciones futuras y detener la informalidad que conlleva a realizar estructuras irregulares y a la vez dar confianza y seguridad contra cualquier evento sísmico a las personas que habitan en el edificio.

Esto proyectará a realizar Construcciones formales teniendo en cuenta normas vigentes. Con el análisis del efecto de torsión se

obtendrá los datos necesarios para dar una solución para detener la asimetría de la edificación. Plantear soluciones de reforzamientos y ayudar a detener la excentricidad y el efecto torsional.

1.3.2. Metodológica

Se menciona el uso de metodologías y técnicas específicas como los instrumentos que se utilizaron en esta investigación que han de servir de aporte para el estudio de problemas similares al investigado. Esta investigación servirá para investigaciones similares y con aplicación para otros temas como antecedentes. La utilización de los datos que se obtendrá con el análisis será útil para identificar la influencia de la asimetría estructural en el efecto torsional que se producen más en las edificaciones y de ahí tomar en cuenta los parámetros que se debe utilizar al momento de construir.

1.3.3. Teórica

Se refiere a la inquietud que surge al tener por profundizar en uno o varios enfoques teóricos acerca de la asimetría estructural y el efecto torsional en un edificio que tratan el problema que se explica. A partir de esos enfoques, se espera avanzar en el conocimiento planteado o encontrar nuevas explicaciones que modifiquen o complementen el conocimiento inicial.

1.4. Delimitaciones

1.4.1. Espacial

La investigación se dio dentro de las edificaciones del Distrito de Chilca en el Jr. José Santos Chocano S/N. El estudio será dirigido a la infraestructura proyectada del edificio Multifamiliar de sistema de Muros Estructurales.

Departamento : Junín
Provincia : Huancayo
Distrito : Chilca
Jirón : Jirón Santos Chocano S/N

1.4.2. Temporal

Se realizó en el año 2018, teniendo como base nuestra última actualización de la Norma E.030 *Diseño Sismorresistente* del Reglamento Nacional de Edificaciones –RNE, que se publicó en el año 2016.

1.4.3. Económica

La presente investigación será autofinanciada en un 100%.

1.5. Limitaciones

1.5.1. Económica

Para la compra del software original de Etabs, ya que el Etabs que se usa tiene aún un margen de error por no ser el original.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

Determinar de qué manera la asimetría estructural influye en el efecto torsional de un edificio.

1.6.2. Objetivo Específico

- a). Determinar de qué manera la asimetría estructural influye en los modos de vibración de un edificio.
- b). Determinar de qué manera la asimetría estructural influye en las cortantes por piso sísmico de un edificio.
- c). Determinar de qué manera la asimetría estructural influye en los desplazamientos de un edificio.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes (nacionales e internacionales)

a) Nacionales

- Ramírez y Sánchez, (2015) realizaron la siguiente investigación: *Comportamiento Estructural De Edificaciones Medianas Irregulares De Sistema Dual, Aplicando La Norma E.030 Del 2006 Y El Proyecto De Norma 2014 En Lima Metropolitana*, en la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad de San Martín de Porres, Perú. La investigación llegó a la siguiente conclusión:

Que debe haber mayor propuesta para el parámetro de zonificación, ya que en el porcentaje de participación de peligro sísmico incrementó en 12.5% para la obtención de la cortante basal para la zona 4 (2014) vs. Zona 3 (2006) esto en referencia al edificio Meridian, centro comercial y Comisaría PNP Sagitario; por lo tanto, se acepta que usar la norma 2014 hace más resistente a la edificación. Con respecto a la categorización ambas normas mantenían los mismos valores no existió incremento en la cortante basal no hubo diferencias. Respecto a la amplificación sísmica no sufrió ningún incremento en la evaluación de los dos edificios, es decir que no hubo incremento en la cortante basal, pero para los casos de centros comerciales existe disminución de 24.80% en la cortante basal de la norma 2006 con referencia a la Norma del 2014.

- Janampa, (2016). *Estudio De La Influencia De La Configuración Estructural De Piso Blando En El Comportamiento Sismorresistente De Estructuras Aporticadas*, Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú. La investigación llego a la siguiente conclusión:

Realizó la comparación de la condición de irregularidad de rigidez por piso blando, para el primer y segundo piso (K_1/K_2), según normas de varios países (IBC, México, Colombia, Nueva Zelanda e India), para los edificios de 3, 5,9 y 15 pisos fueron irregulares a partir de las alturas del primer piso de 4.5, 4.0, 4.5 y 5.0 metros respectivamente.

Se realizó una comparación para la condición de irregularidad de rigidez por piso blando, $(h_i/h_d)\Sigma A_i < 0.85 \Sigma A_{i+1}$, según norma peruana E.030-2003. Concluyeron que, para los edificios de tres, cinco, nueve y quince pisos fueron irregulares a partir de las alturas del primer piso de 4.0 metros para todos los edificios analizados.

Se realizó una comparación para la primera condición de irregularidad de rigidez por piso blando $\Delta_i h_i > 1.4 \Delta_{i+1} h_{i+1}$, según norma peruana E.030-2016, se dice que, para los edificios de tres, cinco, nueve y quince pisos que fueron irregulares a partir de las alturas del primer piso de 5.0, 5.0, 7.0 y 9.0 metros respectivamente. Se puede decir que la norma peruana E.030-2016 para estructuras aporticadas fue menos estricta con respecto a la norma peruana E.030-2003 y según a las otras normas de otros países.

b) Internacionales

- Gullpi (2015), realizó la investigación: *Análisis De Torsión Accidental En Edificios Con Diafragma Flexible*, en la

Universidad de Chile. La investigación llegó a la siguiente conclusión:

Que el “drift máximo total” y “drift de centro de masa proyectado” son los únicos que se calculan modalmente, tanto para los casos de ingreso de excentricidad accidental a ETABS como para los métodos de la norma, esto a diferencia del drift de centro de masa y drift adicional (Giro), los que serán calculados modalmente para la base sin excentricidad y que al utilizar con los métodos que estipula la norma , estos se deben calcular externamente a partir de los desplazamientos ya que se encuentran combinados. Esto se debe a que las excentricidades que le da el programa, luego del análisis sísmico, son los mismos para los que ingresan con excéntrica y para los que no tienen excentricidad por ello se realiza externamente, no incluye los datos del efecto de la torsión accidental, por lo que no son de utilidad para este trabajo.

Es por ello que se utiliza el “drift máximo total” y “drift de centro de masa proyectado” para diferenciar los casos entre el ingreso de excentricidad a ETABS y los métodos de la norma.

- Herrera (2016), realizó la investigación: *Vulnerabilidad Y Daño Sísmico De Edificios Porticados De Hormigón Armado, Irregulares En Planta En Barquisimeto-Venezuela*, en la Universidad Politécnica De Catalunya-Venezuela. La investigación llegó a la siguiente conclusión:

Que aun cuando tenga áreas entrantes o aberturas menores en plantas o que no pasen la relación establecida por la norma sísmica venezolana para la clasificación de un edificio como irregular, estas áreas entrantes o aberturas en la amplificación serán muy significativas. Éste será el caso de los edificios ME2, MU2 y MH3 que, aunque fueron proyectados según los parámetros de la norma como edificios de estructuras regulares, se comportaron de una manera inesperada,

observando que en la gran parte de los casos que se hizo esta fue el aumento de los efectos torsionales

- El resultado obtenido para la demanda torsional en términos de momento torsor y permitió observar comportamientos no uniformes en las estructuras analizadas (ME2, ME8, MU2).

También se observó la amplificación de los momentos torsores y de la rotación en ejes verticales en planta, en las esquinas adyacentes a las áreas donde se encuentran entrantes en planta como son los edificios ME2, ME5 y ME8.

Comparando los edificios de 6 niveles, los modelos MU2 y MH3 presentaron un aumento en los momentos torsores y rotación en planta de aproximadamente el 16% y 10% con respecto al modelo que, si es regular MR1, llegando a la conclusión que los edificios con aberturas en planta, el daño previsible en los elementos será mayor que los edificios sin aberturas en planta.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Asimetría estructural

La asimetría estructural hace que se produzca la excentricidad que se da entre el centro de masa y centro de rigidez a lo que esto provoque el efecto de torsión. Según Barbat, Vielma y Oller (2005) afirman:

La simetría Estructural tiende a distribuir uniformemente los esfuerzos, así detener la torsión y las concentraciones de tensiones y de daño. “En el caso en que esta no se cumpla, se tendrá una torsión global en la estructura” (p.109). El efecto contrario de este fenómeno, producido por las excentricidades en planta, ha sido identificado en la gran parte de los terremotos severos de este siglo. (p.109)

Cuando las plantas de las estructuras tiendan a tener formas asimétricas, la respuesta sísmica resultara poco conveniente cuando las plantas de las estructuras tiendan a tener formas asimétricas. Por ello se debe evitar las siguientes formas.

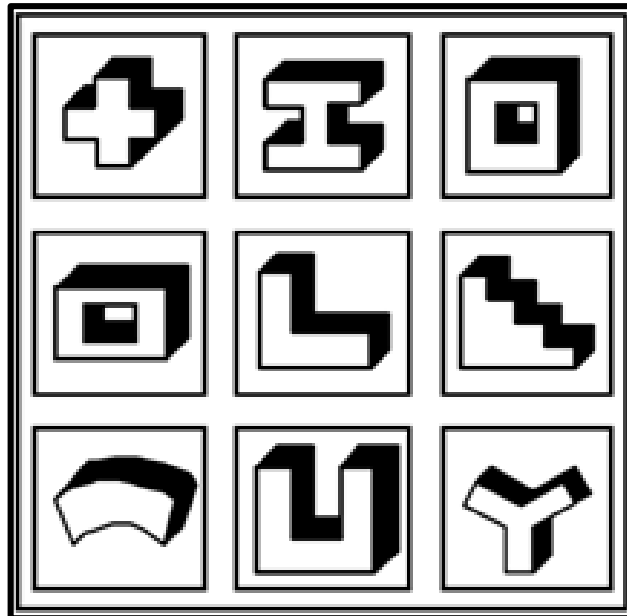


Figura 1. Plantas complejas. Adaptado de Arnold y Reitherman, 1991.

Las plantas no solo serán irregulares por su geometría tienen algunas veces, pueden aparentemente ser plantas sencillas, pero con mala distribución de elementos rígidos que esto genere altas excentricidades y así tener una asimetría estructural. La asimetría estructural será la causa del daño severo o colapso de la estructura ante un evento sísmico.

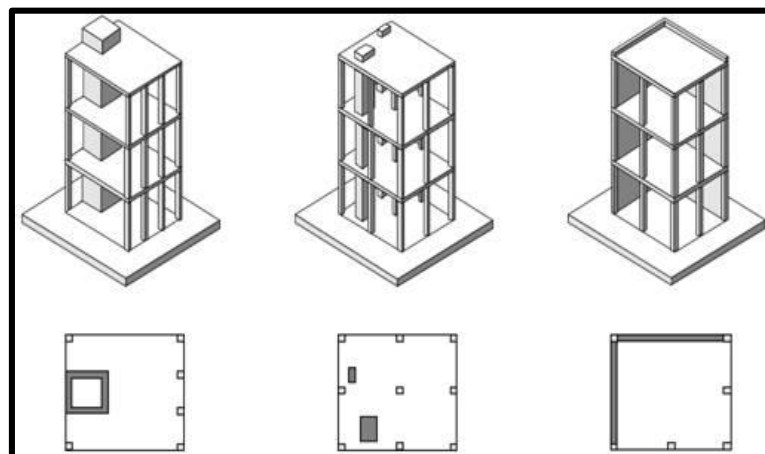


Figura 2. Falsa Regularidad en Planta. Vulnerabilidad sísmica de centros educativos de Huancayo Metropolitano (2013).

Nota: Aparentemente se muestra una estructura simétrica en geometría, pero cuenta con una mala distribución de elementos estructurales y esto hace que el Centro de Masa y Centro de rigidez ya no coincidan y se una Asimetría Estructural.

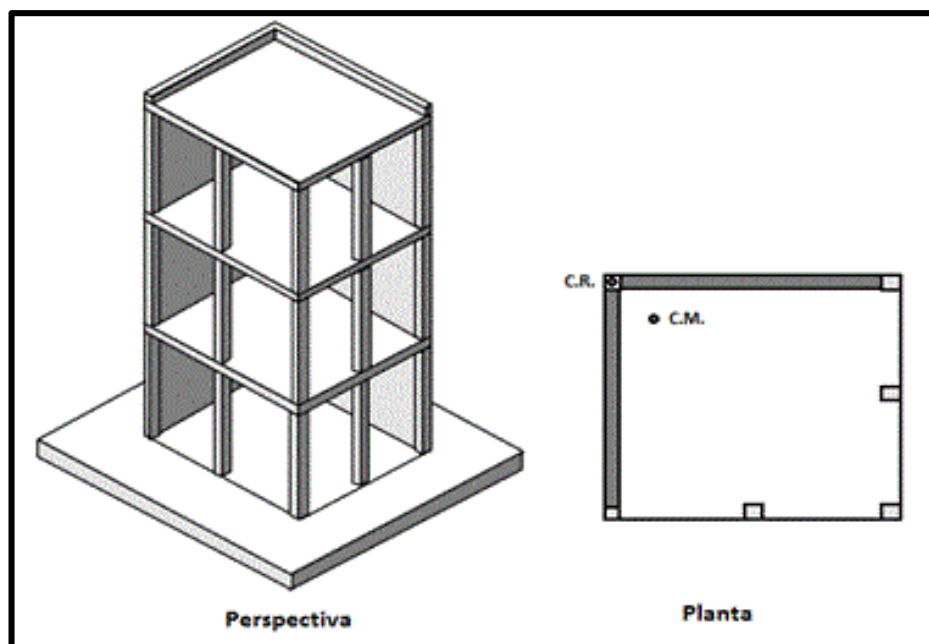


Figura 3. Distribución Típica de Edificio de Esquina. Vulnerabilidad sísmica de centros educativos de Huancayo Metropolitano (2013).

Nota: Edificaciones en la esquina, que se dan por estética, generalmente las dos caras hacia las calles son de vidrio y las otras son de concreto armado. Este es un procedimiento inadecuado que genera excentricidad, que puede generar un posible colapso.

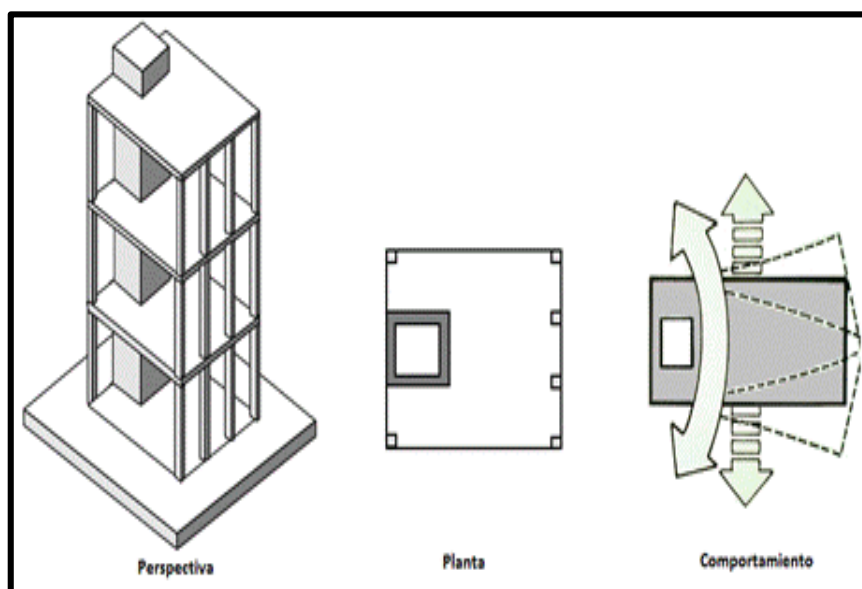


Figura 4. Comportamiento de edificación con el Núcleo de Circulación en un extremo. Vulnerabilidad sísmica de centros educativos de Huancayo Metropolitano (2013).

Nota: No se recomienda ubicar la escalera y ascensor en las partes externas de la estructura, ya que actuara aisladamente y provocara torsión.

2.2.1.1. Centro de Masa

Lugar donde se encuentra concentrado toda la masa de todos los pisos, también puede ser considerado como centro geométrico.

“El centro de masa es el punto donde la resultante de las fuerzas gravitatorias obtenidas por todos los cuerpos se anula” (Velásquez, 2015, p.19.).

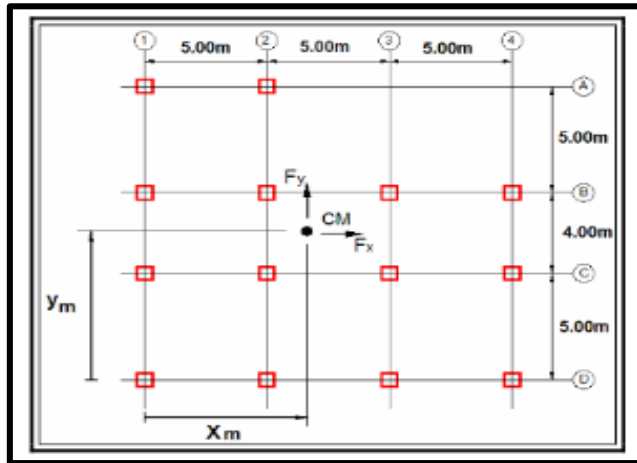


Figura 5. Ubicación del Centro de masa en una planta.

$$X_{c.g.} = \frac{M_1 X_1 + M_2 X_2 + M_3 X_3 + \dots}{M_1 + M_2 + M_3 + \dots}$$

$$Y_{c.g.} = \frac{M_1 Y_1 + M_2 Y_2 + M_3 Y_3 + \dots}{M_1 + M_2 + M_3 + \dots}$$

Figura 6. Fórmula para la obtención del Centro Geométrico.

2.2.1.2. Centro de Rigidez

Punto central de los elementos estructurales verticales que resiste fuerzas laterales, que al aplicar fuerzas la estructura solo se desplazará, mas no rotará.

“Esto representa el centro geométrico de las rigideces de los elementos estructurales de un determinado piso, en el punto del entrepiso, al aplicar una fuerza cortante el nivel se va a trasladar sin rotar con respecto a los pisos menores” (Velasquez, 2015, p.20).

“En estructuras que cuenten con más de dos pisos, el centro de rigidez define al punto exacto donde se debe aplicar la fuerza sísmica, para que un nivel no rote con respecto al otro” (Carrillo, 2008, p.76).

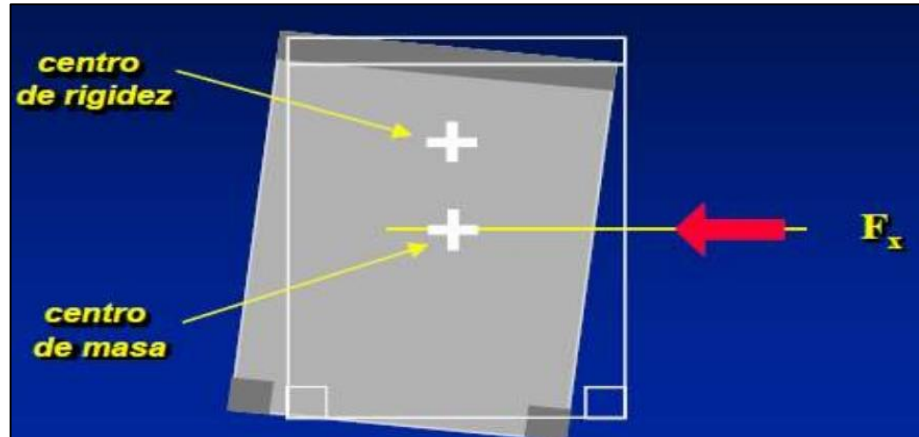


Figura 7. Efecto de torsión

Nota. Las fuerzas sísmicas que serán horizontales actúan en el centro de masa del diafragma y este gira con respecto a su centro de rigidez.

2.2.1.3. Configuración Estructural

Conjunto de características y de distribución que tiene una estructura y según su diseño esta se va a comportar ante cargas gravitatorias o dinámicas.

- Estructuras Regulares

“Son aquellas que no tienen discontinuidad que sea significativa horizontalmente o verticalmente en su configuración resistente a las cargas laterales” (Morales, 2006, p.222).

Son aquellas que no presentan las irregularidades indicadas en la Tabla 1 y Tabla 2.

- Estructuras Irregulares

“Son aquellas que tendrán una o varias características indicadas en la norma peruana de diseño sismorresistente, o las que presentan una o más de las características de irregularidad en altura o irregularidad en planta” (R.N.E.-E.030 Diseño Sismorresistente, 2016, Cap.3.5).

Son aquellas que presentaran discontinuidad física y una o más de las irregularidades indicadas en la Tabla 1 y Tabla 2.

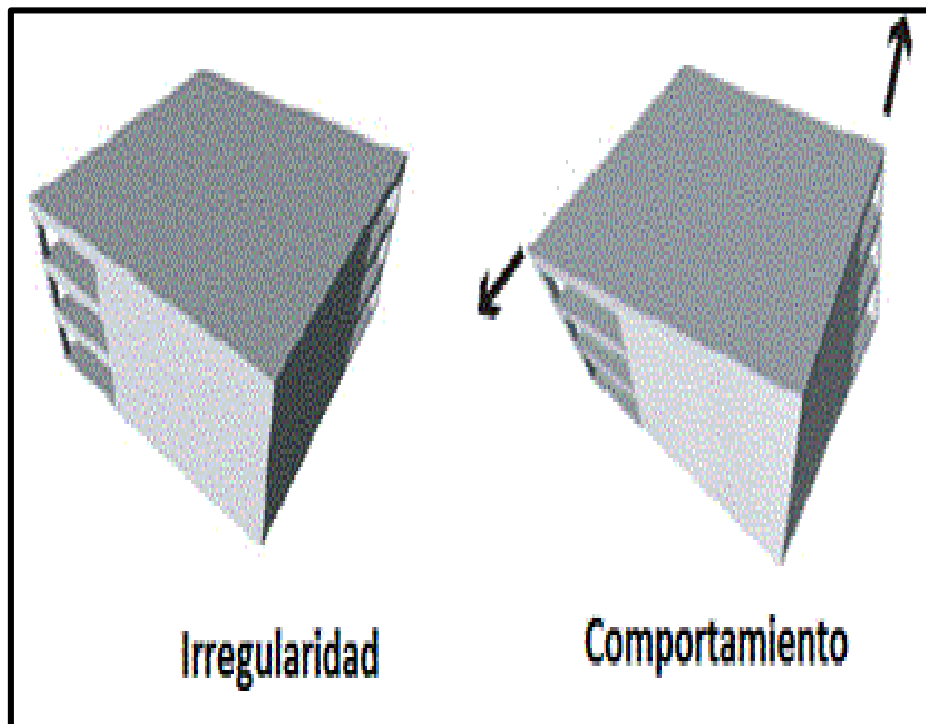


Figura 8. Comportamiento de la Estructura ante un Evento Sísmico

Tabla 1
Irregularidades estructurales en altura

| Irregularidades Estructurales en Altura | Factor de Irregularidad I_a |
|--|-------------------------------|
| Irregularidad de Rigidez – Piso Blando | 0,75 |
| Irregularidad Extrema de Rigidez. | 0,50 |
| Irregularidad Extrema de Resistencia. | 0,50 |
| Irregularidad de Masa o Peso | 0,90 |
| Irregularidad Geométrica Vertical | 0,90 |
| Discontinuidad en los Sistemas Resistentes | 0,80 |
| Discontinuidad extrema de los Sistemas resistentes | 0,60 |

Nota. Fuente: Extraída de la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente.

2016 por Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

Tabla 2

Irregularidades Estructurales en Planta

| Irregularidades Estructurales en Planta | Factor de Irregularidad Ip |
|---|----------------------------|
| Irregularidad Torsional | 0,75 |
| Irregularidad Torsional Extrema | 0,60 |
| Esquinas Entrantes | 0,90 |
| Discontinuidad del Diafragma | 0,85 |
| Sistemas no Paralelos | 0,90 |

Nota. Fuente: Extraída de la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente. 2016 por Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

2.2.2. Efecto Torsional

Es considerada cuando al no coincidir El Centro de Masa (CM) y Centro de Rigidez (CR) y se produce excentricidad y torsión accidental, esto es muy importante para ser considerado en el diseño. Según Barbat, Vielma y Oller (2005) afirman:

En el caso de estructuras con aparente simetría , en los que los dos centros no coinciden por las inexactitudes en la realización de la construcción “o a la no homogeneidad accidental de los materiales, la torsión se tendrá en cuenta en el análisis de una manera desacoplada, calculándose por separado los esfuerzos debidos a la torsión en los pilares de la estructura”(p.79).Ya que estos son los elementos encargados de absorber el momento de torsión y añadiéndolos después a los esfuerzos producidas por las fuerzas sísmicas equivalentes.(p.79)

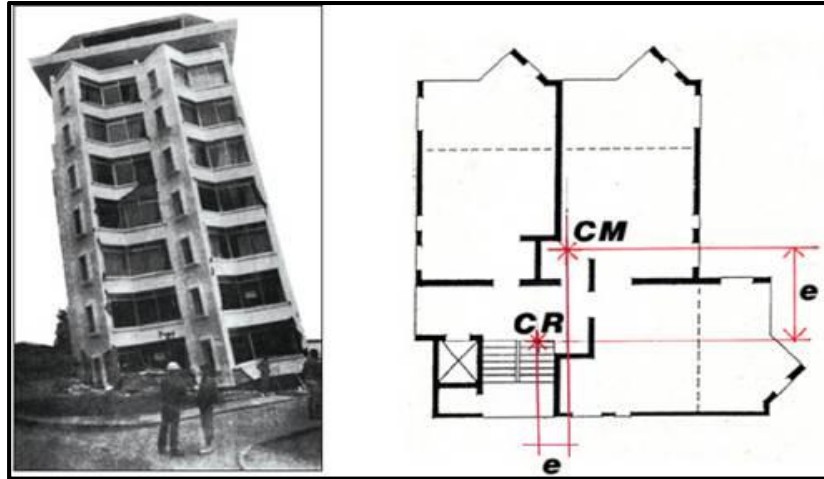


Figura 9. Alta Excentricidad En Planta. Edificio colapso en el terremoto de Viña del Mar, Chile, 1985.

2.2.2.4. Excentricidad Accidental

“La incertidumbre en la localización de los centros de masa en cada nivel, por ello se considerará una excentricidad accidental perpendicular a la dirección del sismo igual a 0,05 veces la dimensión del edificio en dirección perpendicular a la dirección de análisis. Se considerará el signo más desfavorable” (R.N.E.-E.030 Diseño Sismorresistente, 2016, Cap.4.6.5).

2.2.2.5. Torsión

La torsión se produce básicamente cuando no se colocan simétricamente el Centro de Masa y Centro de Rigidez. Según Arnold y Reitherman (1987) “El Centro de masa y gravedad es el punto de equilibrio para no causar rotación” (p.45).

Cuando las plantas tienen formas asimétricas la respuesta sísmica es inadecuada, porque esto genera vibraciones torsionales, por lo tanto, se debe evitar estas.

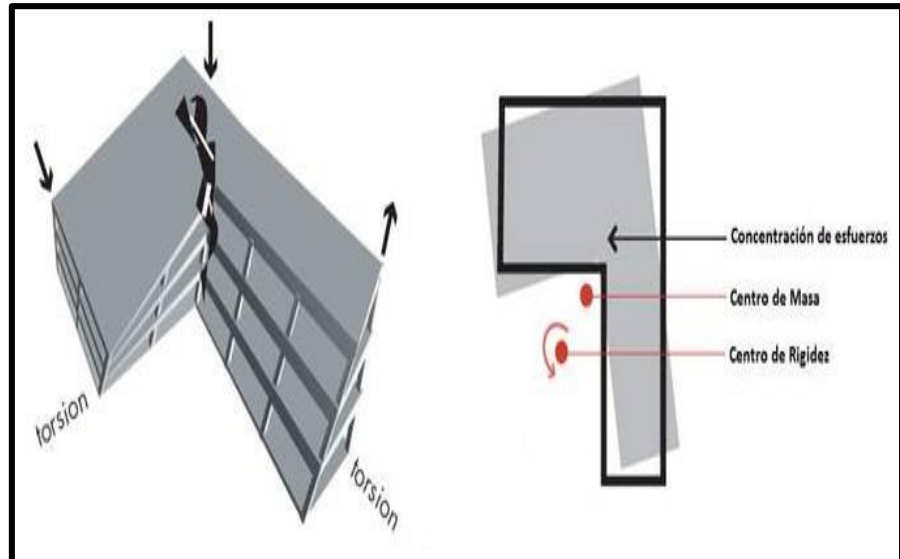


Figura 10. Torsión causada por irregularidad en planta

2.2.3. Análisis Sísmico

Debido a que nuestro país está ubicado en una zona de alta actividad sísmica, el análisis sísmico es de carácter obligatorio para proyectar estructuras sismorresistentes.

El objetivo del diseño sismo-resistente es proyectar edificaciones de modo que se comporten ante sismos según los siguientes criterios:

- Resistir sismos leves sin daños.
- Resistir sismos moderados considerando la posibilidad de daños estructurales leves.
- Resistir sismos severos con la posibilidad de daños estructurales importantes con una posibilidad remota de ocurrencia del colapso de la edificación.

Se considera que el colapso de una edificación ocurre al fallar y/o desplomarse (caerse) parcial o totalmente su estructura con la posibilidad de ocurrencia de daños personales y/o materiales.

El sistema debe ser capaz de sobrevivir a los movimientos sísmicos a los que estará sujeta la estructura durante su vida útil. Esta deberá ser lo suficientemente fuerte y dúctil como para soportar los esfuerzos generados por las deformaciones internas.

El análisis sísmico se realizó de acuerdo a lo estipulado en la Norma Peruana E-0.30 “Diseño Sismorresistente” publicada el 2016.

2.2.3.1. Sistemas Estructurales

Unión de elementos independientes que se unen para así formar un solo elemento estructural, y así dar soluciones a problemas de carga y forma.

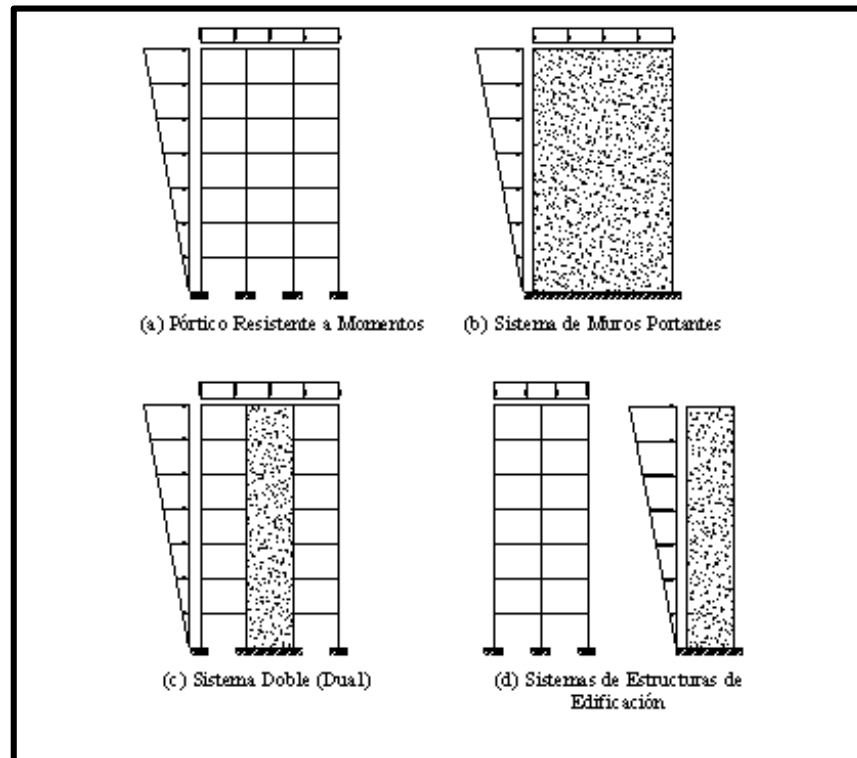


Figura 11. Sistemas Estructurales.

2.2.3.2. Estructuras de Concreto Armado

a) Pórticos:

Por los menos un 80% de la cortante en la base actúa sobre las columnas. Son estructuras muy flexibles que atraen solicitaciones sísmicas muy pequeñas.

b) Muros Estructurales:

Es el sistema que es predominada por resistir principalmente por los muros estructurales y que sobre todo resiste por lo menos un 70% de fuerza cortante.

Es un sistema rápido de ejecutar, muy rígido donde no hay muchos desplazamientos laterales.

c) Dual:

Es el sistema donde se dará una combinación para ser resistida por pórticos que resistirán al menos un 30 % y muros estructurales que estará dentro de 20% y 70% de la fuerza cortante en la base. Los dos sistemas deben diseñarse para resistir el esfuerzo cortante basal máximo admisible total de diseño en proporción a sus rigideces relativas.

d) Edificaciones de Muros de Ductilidad Limitada:

Edificios con baja altura, sistema estructural que tiene la resistencia sísmica y de cargas de gravedad en sus dos direcciones están dados muros de concreto que no permiten desplazar inelásticamente. Con este sistema máximo me construye 8 pisos.

2.2.4. Análisis Estático o de Fuerzas Equivalente

Es el método donde actúa en centro de masa de cada nivel de piso del edificio, podrán analizarse todas las estructuras regulares e irregulares de la zona 1.

Las zonas 2,3 y 4 también se tendrán que analizar el análisis estático más el análisis dinámico.

2.2.4.1. Fuerza Cortante en la Base

La fuerza cortante se determinará de la siguiente manera:

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

El valor de C/R no deberá considerarse menor que:

$$\frac{C}{R} \geq 0.125$$

(R.N.E - E.0.30 "Diseño Sismorresistente", 2016, Cap.4.5.2)

El valor de C/R no deberá considerarse menor que 0.125

Donde esta fuerza cortante parte desde la SEGUNDA LEY DE NEWTON.

$$F = V = m \times a$$

Donde:

F: es igual a la fuerza cortante en la base.

m: masa del edificio.

a: aceleración sísmica en el edificio.

- Zonificación

“El territorio nacional está considerado en cuatro zonas. La zonificación se basa en la distribución espacial de la sismicidad y la atenuación de estos con la distancia epicentral” (R.N.E - E.0.30 “Diseño Sismorresistente”, 2016, Cap.2.1).

Tabla 3

Factor de Zona Sísmica

| Zona | Z |
|------|------|
| 4 | 0.45 |
| 3 | 0.35 |
| 2 | 0.25 |
| 1 | 0.1 |

Fuente: R.N.E - E.0.30 “Diseño Sismorresistente”, 2016, Cap.2.1

- Categoría de las edificaciones y Factor de Uso

Tabla 4

Categoría de las edificaciones y Factor de Uso

| Categoría | Uso | U |
|-----------|------------|----------|
| A | Esencial | 1.5 |
| B | Importante | 1.3 |
| C | Común | 1.0 |
| D | Temporal | Criterio |

Fuente: Godiño,Lopez y Rupay, 2018, p.228.

2.2.4.2. Distribución de fuerzas sísmicas en altura

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

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

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

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

Si se tiene periodos de hasta 0.5 se obtendrá distribución de fuerzas en altura del tipo lineal, mientras que si son mayores a 0.5 comienza a tener una distribución parabólica, con mayor predominancia en edificios de gran altura.

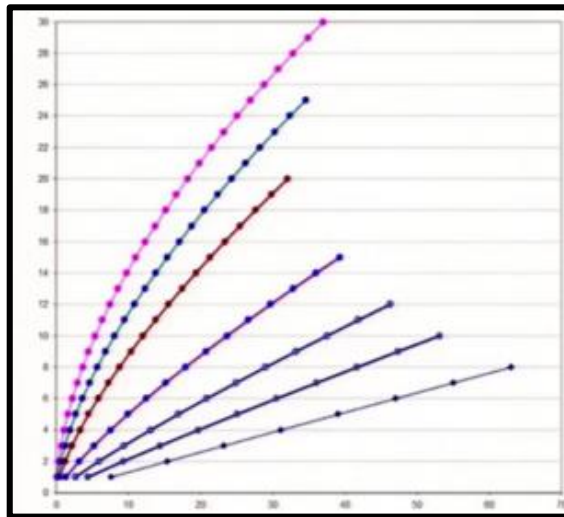


Figura 12. Variación de las fuerzas laterales en altura N° de pisos vs F_i

La ecuación considera solo el primer modo de vibración y de forma lineal, P_i es el peso del piso i , h_i es la altura desde la base hasta el piso i .

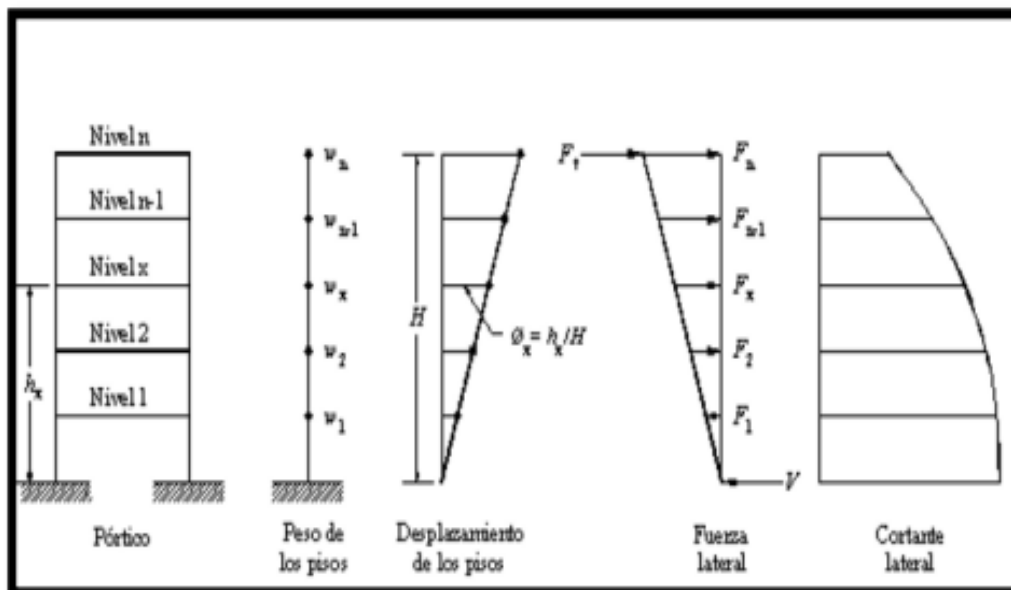


Figura 13. Distribución de las Fuerzas estáticas en altura

2.2.4.3. Excentricidad Accidental

Cuando los elementos estructurales de un edificio no están dispuestos simétricamente en planta, o cuando los centros de masas (CM) de los distintos niveles no están contenidos en el mismo eje vertical (Figura 14), existirá rotación de la losa del techo, torsionándose el edificio cuando actúe un sismo.

Incluso en edificios simétricos cabe la posibilidad de que se presente torsión de carácter accidental, porque los defectos constructivos (cangrejeras, por ejemplo) y las variaciones en la posición de la sobrecarga, pueden causar una modificación de la rigidez lateral teórica o un corrimiento del centro de masas, respectivamente. Es por ello que la Norma Técnica E.030 contempla la existencia de una excentricidad accidental.

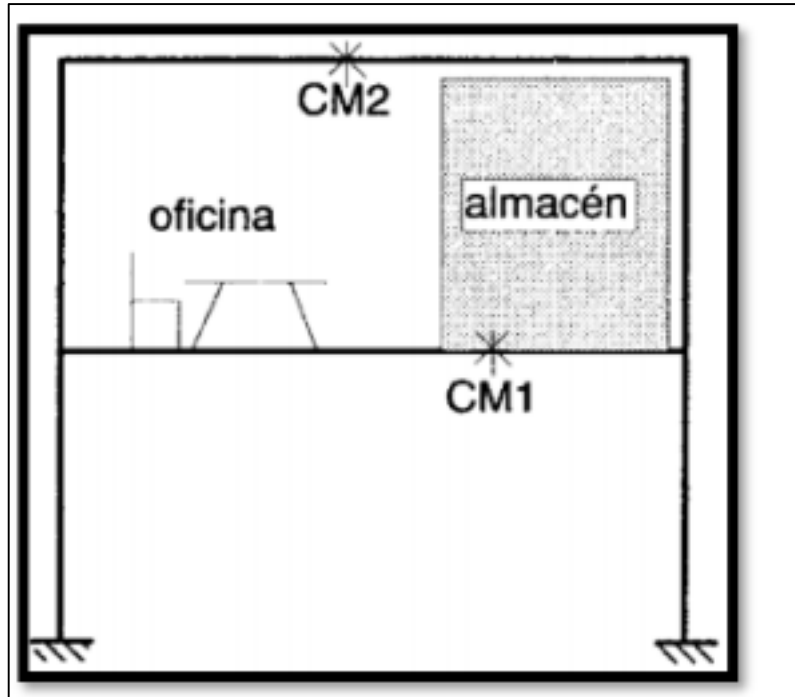


Figura 14. Estructura regular con excentricidad accidental

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

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

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

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

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

2.2.5. Análisis Dinámico Modal Espectral

El análisis modal espectral es un método ventajoso que nos permite obtener las fuerzas, velocidades, aceleración y desplazamientos que se da en un sistema estructural.

“Para obtener un resultado en el análisis modal espectral de una estructura aislada es importante generar un espectro de pseudo aceleraciones” (Muñoz (como se citó en Huanca y Meléndez (2016) p. 46)).

Análisis Dinámico= Análisis Modal +Análisis Espectral

Puesto que la fuerza lateral que actúa durante un sismo no se puede evaluar en forma precisa por el método estático, se adopta el análisis dinámico cuando se requiere una evaluación más acertada de la fuerza sísmica y el comportamiento estructural. El análisis dinámico permite determinar la respuesta de una estructura estáticamente diseñada bajo una fuerza dinámica y valorar la seguridad de la respuesta de la estructura.

2.2.5.1. Análisis Modal:

Cuando se lleva a cabo un análisis dinámico, es usual reemplazar la masa de cada piso por una masa concentrada en cada nivel. Existen tantos modos de vibración como el número de masas. Sin embargo, para simplicidad en el cálculo, normalmente se consideran los tres primeros modos para los edificios bajos y de mediana altura y los modos necesarios para los de gran altura. Para el cálculo de modos de vibración y los periodos naturales, con frecuencia se utilizan programas de computadora ya disponibles

2.2.5.2. Modos de Vibración

Los edificios, los cuerpos, los materiales tienen diferentes maneras de vibrar ante cargas dinámicas que, en situaciones de un evento sísmico, pueden afectar en la misma, en menor o mayor medida. Estas diferentes formas de vibrar son conocidas como modos de vibración.

“Los modos de vibración se podrán obtener por un análisis apropiado que considere la rigidez y los centros de masas, debe considerarse básicamente los tres primeros modos del análisis” (R.N.E.-E.030 Diseño Sismorresistente, 2016, Cap.4.6.1).

- 1° y 2° Modo de vibración deben ser traslación
- 3° Modo debe de ser Rotación en “Z”

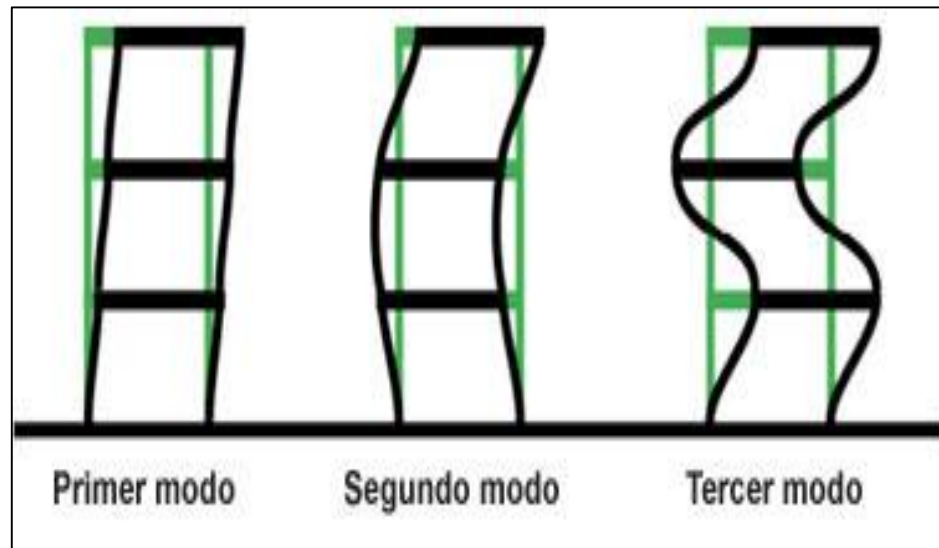


Figura 15. Modos de Vibración

Nota: Lo recomendable es que los dos primeros modos de vibración sean de traslación y el tercer modo recién aparezca rotación.

2.2.5.3. Aceleración Espectral

Para cada una de las direcciones horizontales analizadas se utilizará un espectro inelástico de pseudoaceleraciones definido por:

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

“Para el análisis en la dirección vertical podrá usarse un espectro con valores iguales a los 2/3 del espectro empleado para las direcciones horizontales” (R.N.E.-E.030 Diseño Sismorresistente, 2016, Cap.4.6.2.).

2.2.5.4. Fuerza cortante mínima

Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en el primer entrespacio del edificio no podrá ser

menor que el 80% del cortante basal estático para estructuras regulares, ni menor que el 90 % para estructuras irregulares.

Si fuera necesario incrementar el cortante para cumplir los mínimos señalados, se deberán escalar proporcionalmente todos los otros resultados obtenidos, excepto los desplazamientos.

2.2.5.5. Excentricidad accidental

La incertidumbre en la localización de los centros de masa en cada nivel, se considerará mediante una excentricidad accidental perpendicular a la dirección del sismo igual a 0,05 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la dirección de análisis. En cada caso deberá considerarse el signo más desfavorable

2.2.6. Concepción Estructural

Se darán a conocer los factores principales que influyen en la respuesta sísmica, según el R.N.E - E.030 “Diseño Sismorresistente” (2016):

- Simetría, de la colocación de masas y de rigideces.
- Peso mínimo, especialmente en los pisos más altos.
- Selección y uso adecuado de los materiales de construcción.
- Resistencia adecuada.
- Continuidad estructural, en planta y en elevación.
- Ductilidad.
- Deformación lateral limitada.
- Inclusión de líneas sucesivas de resistencia (redundancia estructural).
- Consideración de las condiciones locales
- Buena práctica constructiva y supervisión rigurosa.

2.2.7. Filosofía de Diseño Sísmico Convencional

Lo primero que debe constar, según el R.N.E - E.0.30 “Diseño Sismorresistente” (2016):

- a. Se debe evitar las pérdidas humanas.

Las estructuras no deberían de colapsar, pese a que puedan presentar daños severos

b. Asegurar la continuidad de los servicios básicos

Las estructuras deben de soportar el movimiento del suelo, dentro de los límites permisibles

c. Minimizar lo más que se pueda el daño a la propiedad.

Solo las edificaciones esenciales tendrán consideraciones importantes, para así lograr que permanezcan siendo operativas para su uso.

2.2.8. Hiperestaticidad

“Pese a la dificultad en el diseño de las estructuras hiperestáticas, la gran parte de construcciones hoy en día son hiperestáticas, los edificios más modernos de concreto reforzado son estructuras indeterminadas” (kassimali, 2015, p.441).

Las ventajas que tiene esta son:

- Esfuerzos menores
- Mayor Rigidez
- Redundancia

Las desventajas que tiene esta son:

- Esfuerzos debidos a los asentamientos del apoyo
- Esfuerzos debidos a cambios de temperatura y errores de fabricación

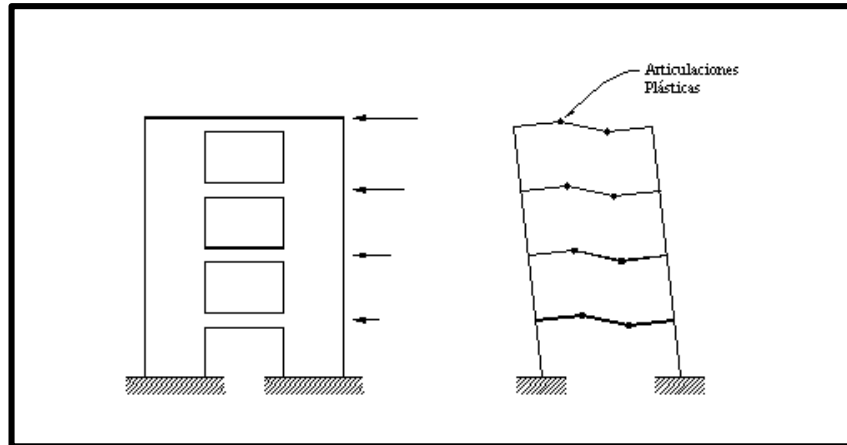


Figura 16. Estructura Hiperestática

- Cargas Simétricas

“La estructura recibirá en su eje vertical, una carga simétrica, respecto a su eje de simetría esto reduce el grado de hiperestatismo, pero para la reducción del grado de indeterminación cinemática, los nudos y la deformada deben ser simétricos” (Cervera y Blanco, 2002, p.32).

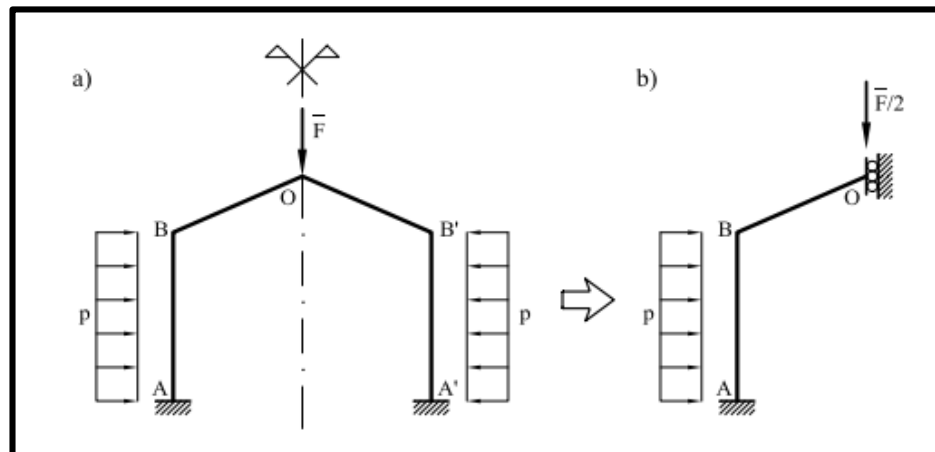


Figura 17. Equilibrio de una estructura simétrica con una carga simétrica

- Carga Antisimétrica

“La estructura recibir tanto en su eje vertical, una carga netamente asimétrica, respecto a su eje de simetría y esto reduce así el grado de hiperestatismo del problema y también reduce el grado de indeterminación cinemática” (Cervera y Blanco, 2002, p.35).

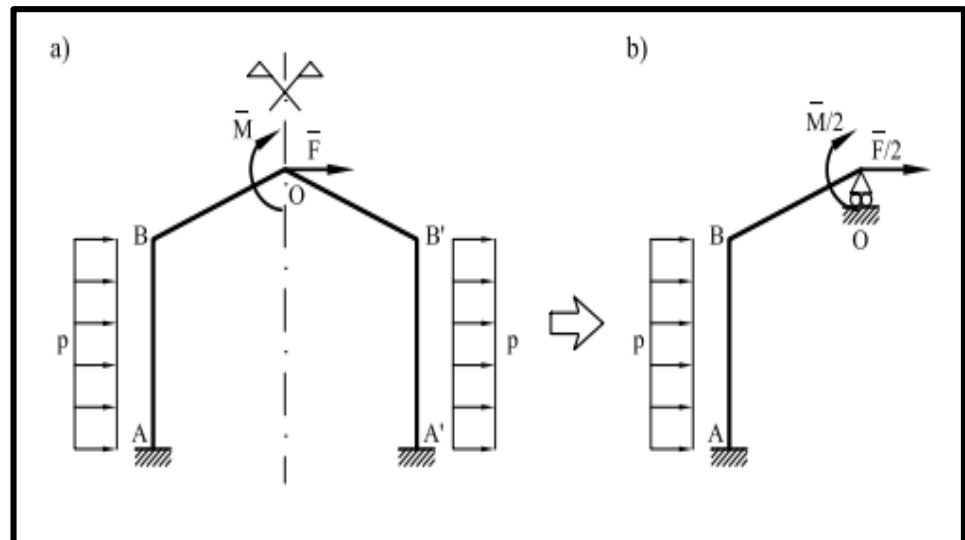


Figura 18. Equilibrio del centro de una estructura simétrica con una carga asimétrica

2.3. Definición de términos

- **Análisis**, (Reboredo, 1996, p.6): De cualquier otro tipo podría ser utilizado para ver el funcionamiento en un futuro como será su comportamiento.
- **Análisis Dinámico Modal Espectral**, (Suarez, 2010, p.21): Es el análisis que determina las fuerzas, velocidades, desplazamientos y aceleraciones que se da en la estructura como resultado de las deformaciones y desplazamientos que existe en una estructura.
- **Análisis Estático no Lineal**, (Diaz, 2013, p.60): Esto inicia como una técnica con el fin de conocer la capacidad de resistencia y deformación de una estructura.
- **Asimetría Estructural**, (Barbat y Oller, 1998, p.85):. Es la excentricidad que se da entre el centro de masa y centro de rigidez a lo que esto provoque el efecto de torsión.
- **Centro de masa**, (Aguiar, 2008, p.119): Es el lugar geométrico donde se encuentra la masa concentrado de todos los pisos.

- **Centro de Rigidez**, (Aguilar, 2008, p.119): Es el punto donde se aplicará la fuerza cortante horizontal, el nivel se traslada al piso inferior sin rotar.
- **Desplazamiento espectral**, (Paz,1992, p.640): Valor máximo del desplazamiento relativo producto de un temblor en una oscilación simple.
- **Edificio**, (R.N.E- Norma Técnica G.0.40, 2006, párr.52): Es la obra hecha por el hombre para albergar sus actividades que realiza.
- **Efecto torsional**, (Barbat y Oller, 1998, p.56): El efecto torsional se debe a la no coincidencia del centro de masa de cada planta de la estructura con el centro de rigidez de esta.
- **Espectro de Diseño**, (Suarez, 2010, p.29): Herramienta que sirve para calcular la estructura, verificando la actividad sísmica de la zona, suelo, periodos.
- **Excentricidad**, (Barbat y Oller, 1998, p.56).: Distancia entre el Centro de masa y su Centro de rigidez.
- **Modos de Vibración**: Los edificios, los cuerpos, los materiales, tienen diferentes maneras de vibrar ante cargas dinámicas, que, en situaciones de un evento sísmico, pueden afectar en la misma, en menor o mayor medida.
- **Periodo**, (Mullo,2014, p.26): Es el tiempo que tarda una estructura en terminar el primer movimiento sísmico.
- **Predimensionamiento**, (Castillo,2016, p.9): Dimensionar los elementos estructurales cumpliendo el R.N.E.

- **Rigidez**, (Mullo,2014, p.26): Es la deflexión horizontal de piso a piso y previene que la estructura no se mueva verticalmente más de lo permitido.

Simetría Estructural, (Morales, 2006, p.220): Es cuando en una configuración su centro de masa y centro de rigidez coinciden en el mismo punto.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

La asimetría estructural influye significativamente en el efecto torsional de un edificio.

2.4.2. Hipótesis Específicas

- a) La asimetría estructural influye significativamente en los modos de vibración de un edificio.
- b) La asimetría estructural influye significativamente en las cortantes por piso sísmico de un edificio.
- c) La asimetría estructural influye significativamente en los desplazamientos de un edificio.

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual de la variable

Variable Independiente (X)

Asimetría estructural: “Es la excentricidad que se produce cuando no hay coincidencia entre el centro de masa y centro de rigidez, habiéndose una mala configuración estructural, a lo que esto provoque el efecto de torsión” (Barbat, Oller y Vielma, 2005, p.110).

Variable Dependiente (Y):

Efecto torsional: Es la no coincidencia del centro de masa de cada planta de la estructura con su centro de rigidez de esta. Esta no coincidencia se debe principalmente a la falta de simetría de las estructuras, y por ende existirá modos de vibración, desplazamientos y cortantes por piso fuera de los rangos. (H. Barbat, S.Oller,J. Vielma,2005 p.79).

2.5.2. Definición operacional de la variable

Variable Independiente (X):

Asimetría estructural: Es la no coincidencia de sus Centro de masa y Centro de gravedad, ya que éstos no distribuyen uniformemente los esfuerzos.

Variable Dependiente (Y):

Efecto torsional: Es el efecto que ocurrirá en el 1er o 2do modo de vibración, ya que el Centro de masa y Centro de rigidez no coincidirán por ser una estructura asimétrica, donde se toman en cuenta fundamentalmente a los modos de vibración, las cortantes por piso sísmico y los desplazamientos en un edificio.

2.5.3. Operacionalización de la variable

| VARIABLES | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES |
|---|---|--|---------------------------|---|
| Variable Independiente (X) Asimetría Estructural | “Es la excentricidad que se produce cuando no hay coincidencia entre el centro de masa y centro de rigidez, habiéndose una mala configuración estructural, a lo que esto provoque el efecto de torsión” (Barbat, Oller y Vielma, 2005, p.110). | Es la no coincidencia de sus Centro de masa y Centro de rigidez, ya que éstos no distribuyen uniformemente los esfuerzos, teniendo en cuenta dentro de la asimetría estructural a la torsión sísmica, Centro de torsión y Centro de cortante. | Torsión sísmica | Morfología estructural |
| | | | | Respuesta estructural de sistemas asimétricos |
| | | | Centro de torsión | Carga transversal |
| | | | Centro de cortante | Momento torsor |
| Variable Dependiente (Y) Efecto torsional | Es la no coincidencia del centro de masa de cada planta de la estructura con su centro de rigidez de esta. Esta no coincidencia se debe principalmente a la falta de simetría de las estructuras, y por ende existirá modos de vibración, desplazamientos y cortantes por piso fuera de los rangos. (H. Barbat, S.Oller,J. Vielma,2005 p.79). | Es el efecto que ocurrirá en el 1er o 2do modo de vibración, ya que el Centro de masa y Centro de rigidez no coincidirán por ser una estructura asimétrica, donde se toman en cuenta fundamentalmente a los modos de vibración, las cortantes por piso sísmico y los desplazamientos en un edificio. | Modos de vibración | Desplazamiento |
| | | | | Rotación |
| | | | Desplazamiento | Deriva permisible |
| | | | Cortante por Piso Sísmico | Fuerza |
| | | | | Excentricidad |

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación

El método general de la investigación fue el método científico ya que es un método racional, produce ideas que se combinan y pueden generar nuevas ideas y conceptos, hasta incluso un propio cambio en el método. Por estas características se puede decir que el método científico es verificable y explicativo.

3.2. Tipo de investigación

Por la finalidad del estudio propuesto (objetivos) será un tipo de Investigación Aplicada, dado que depende de sus descubrimientos y aportes teóricos para llevar a cabo la solución de problemas con la finalidad de generar bienestar a la sociedad.

3.3. Nivel de investigación

El nivel de Investigación es Descriptivo - Explicativo, dado que va más allá de solo la descripción de conceptos y fenómenos.

3.4. Diseño de investigación

El diseño de Investigación es experimental, dado que se manipula deliberadamente una o más variables independientes para observar sus efectos. Ya que se manipula la variable Asimetría estructural y se ve el efecto en la variable efecto torsional. Del tipo cuasi experimental ya que se trabaja con una muestra definida.

3.5. Población y muestra

Población: La investigación estará dotada de la población de las edificaciones con el sistema de muros estructurales del distrito de Chilca, entre la Av. Huancavelica y la Av. Arterial.

Muestra:

Se consideró un muestreo de Tipo No Probabilística o por conveniencia, para la presente investigación que se selecciona la muestra de:

- Edificio Multifamiliar de 7 pisos ubicado en el Distrito de Chilca, en el Jr. Santos Chocano S/N

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas:

Se tuvo en cuenta el análisis documental, donde consideraremos las fuentes bibliográficas que vamos a requerir y que esto nos sirvió como marco teórico, el cual nos va permitir analizar la asimetría estructural.

Observación directa: Nos permite observar los resultados de las analizar la asimetría estructural mediante el análisis sísmico dinámico y como se da el efecto torsional en esta.

3.6.2. Instrumentos:

En la presente tesis para obtener los diversos resultados, se usó análisis dinámico Modal en el Programa Etabs v.16.2 2016, para obtener los resultados requeridos y el uso de tablas Excel.

Se utilizó una hoja de cálculo para determinar el espectro de diseño, según Norma Técnica Peruana E030-2016.

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

CALCULO DE ESPECTRO DE PSEUDO - ACELERACIONES (DS-003-2016)

SOLO COMPLETAR LAS LISTAS DESPLEGABLES Y CASILLAS DISPONIBLES

Tabla N°1 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)

| | | |
|--------------------|--------|------|
| FACTOR DE ZONA "Z" | ZONA | Z |
| | ZONA 3 | 0.35 |

Tabla N°3 y N°4 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)

| | | | | | |
|---------------------|------|----------------|------|------|------|
| FACTOR DE SUELO "S" | TIPO | DESCRIPCION | S | Tp | Tl |
| | 53 | Suelos Blandos | 1.20 | 1.00 | 1.60 |

Tabla N°5 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)

| | | | |
|-------------------|--------------------------|------|-----------------------------|
| FACTOR DE USO "U" | CATEGORIA | U | OBSERVACIONES |
| | *C Edificaciones Comunes | 1.00 | Revisar tabla N°6 E030-2014 |

Tabla N°7 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)

| | | | |
|-----------------------------------|-----------|---------------------|----|
| FACTOR DE SISTEMA ESTRUCTURAL "R" | DIRECCION | SISTEMA ESTRUCTURAL | Ro |
| | DIR X-X | Muros Estructurales | 6 |
| | DIR Y-Y | Muros Estructurales | 6 |

Tabla N°8 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)

| IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA | | la Dir X-X | la Dir Y-Y |
|---|------------------------------|------------|------------|
| Irregularidad de Rigidez – Piso Blando | DIR X-X / DIR Y-Y | 1.00 | 1.00 |
| Irregularidades de Resistencia – Piso Débil | DIR X-X / DIR Y-Y | 1.00 | 1.00 |
| Irregularidad Extrema de Rigidez | DIR X-X / DIR Y-Y | 1.00 | 1.00 |
| Irregularidad Extrema de Resistencia | DIR X-X / DIR Y-Y | 1.00 | 1.00 |
| Irregularidad de Masa o Peso | AMBAS DIRECCIONES | 1.00 | 1.00 |
| Irregularidad Geométrica Vertical | DIR X-X / DIR Y-Y | 1.00 | 1.00 |
| Discontinuidad en los Sistemas Resistentes | AMBAS DIRECCIONES | 1.00 | 1.00 |
| Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes | AMBAS DIRECCIONES | 1.00 | 1.00 |
| Tener en cuenta las restricciones de la tabla N° 10 | Se toma el valor mas critico | 1.00 | 1.00 |

Tabla N°9 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)

| IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA | | Ip Dir X-X | Ip Dir Y-Y |
|---|------------------------------|------------|------------|
| Irregularidad Torsional | DIR X-X / DIR Y-Y | 1.00 | 1.00 |
| Irregularidad Torsional Extrema | DIR X-X / DIR Y-Y | 1.00 | 1.00 |
| Esquinas Entrantes | DIR X-X / DIR Y-Y | 0.90 | 0.90 |
| Discontinuidad del Diafragma | AMBAS DIRECCIONES | 1.00 | 1.00 |
| Sistemas no Paralelos | DIR X-X / DIR Y-Y | 1.00 | 1.00 |
| Tener en cuenta las restricciones de la tabla N° 10 | Se toma el valor mas critico | 0.90 | 0.90 |

| Categoría de la Edificación | Zona | Restricciones |
|-----------------------------|----------|---|
| A1 y A2 | 4, 3 y 2 | No se permiten irregularidades |
| | 1 | No se permiten irregularidades extremas |
| B | 4, 3 y 2 | No se permiten irregularidades extremas |
| | 1 | Sin restricciones |
| C | 4 y 3 | No se permiten irregularidades extremas |
| | 2 | No se permiten irregularidades extremas excepto en edificios de hasta 2 pisos u 8 m de altura total |
| | 1 | Sin restricciones |

| Categoría de la Edificación | Zona | Sistema Estructural |
|-----------------------------|-------------|--|
| A1 | 4 y 3 | Aislamiento Sísmico con cualquier sistema estructural. |
| | 2 y 1 | Estructuras de acero tipo SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado, Albañilería Armada o Confinada. |
| A2 (*) | 4, 3 y 2 | Estructuras de acero tipo SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado, Albañilería Armada o Confinada. |
| | 1 | Cualquier sistema. |
| B | 4, 3 y 2 | Estructuras de acero tipo SMF, IMF, SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Pórticos, Sistema Dual, Muros de Concreto Armado, Albañilería Armada o Confinada. Estructuras de madera |
| | 1 | Cualquier sistema. |
| C | 4, 3, 2 y 1 | Cualquier sistema. |

la: Factor de irregularidad en altura.

Ip: Factor de irregularidad en planta.

Ro: Coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas.

g: Aceleración de la gravedad.

T: Período fundamental de la estructura para el análisis estático o período de un modo en el análisis dinámico.

Tp: Período que define la plataforma del factor C.

Tl: Período que define el inicio de la zona del factor C con desplazamiento constante.

C: Factor de amplificación sísmica.

Figura 19. Hoja de Cálculo para determinar el Espectro de diseño.

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

CALCULO DE ESPECTRO DE PSEUDO - ACELERACIONES (DS-003-2016)

SOLO COMPLETAR LAS LISTAS DESPLEGABLES Y CASILLAS DISPONIBLES

RESUMEN

| DATOS | FACTORES | DATOS | DIR X-X | DIR Y-Y |
|----------------|----------|-----------------|-----------------------|---------|
| Z | 0.35 | R ₀ | 6 | 6 |
| U | 1.00 | I _a | 1.00 | 1.00 |
| S | 1.20 | I _p | 0.90 | 0.90 |
| T _p | 1.00 | R | 5.4 | 5.4 |
| T _L | 1.60 | g | 9.81 m/s ² | |
| | | T _{xi} | 0.478 | 0.403 |
| | | C _x | 2.500 | 2.500 |
| | | K | 1.000 | 1.000 |
| | | z.u.c.s/ro | 0.175 | 0.175 |
| | | z.u.c.s/r | 0.194 | 0.194 |

ESTATICO INICIAL
 ESTATICO final

estatico
 dinamico

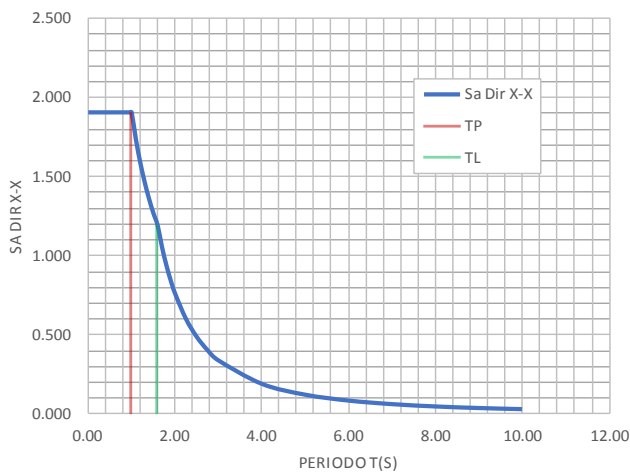
$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot g$$

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

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

| C | T | Sa Dir X-X | Sa Dir Y-Y |
|------|-------|------------|------------|
| 2.50 | 0.00 | 1.908 | 1.908 |
| 2.50 | 0.02 | 1.908 | 1.908 |
| 2.50 | 0.04 | 1.908 | 1.908 |
| 2.50 | 0.06 | 1.908 | 1.908 |
| 2.50 | 0.08 | 1.908 | 1.908 |
| 2.50 | 0.10 | 1.908 | 1.908 |
| 2.50 | 0.12 | 1.908 | 1.908 |
| 2.50 | 0.14 | 1.908 | 1.908 |
| 2.50 | 0.16 | 1.908 | 1.908 |
| 2.50 | 0.18 | 1.908 | 1.908 |
| 2.50 | 0.20 | 1.908 | 1.908 |
| 2.50 | 0.25 | 1.908 | 1.908 |
| 2.50 | 0.30 | 1.908 | 1.908 |
| 2.50 | 0.35 | 1.908 | 1.908 |
| 2.50 | 0.40 | 1.908 | 1.908 |
| 2.50 | 0.45 | 1.908 | 1.908 |
| 2.50 | 0.50 | 1.908 | 1.908 |
| 2.50 | 0.55 | 1.908 | 1.908 |
| 2.50 | 0.60 | 1.908 | 1.908 |
| 2.50 | 0.65 | 1.908 | 1.908 |
| 2.50 | 0.70 | 1.908 | 1.908 |
| 2.50 | 0.75 | 1.908 | 1.908 |
| 2.50 | 0.80 | 1.908 | 1.908 |
| 2.50 | 0.85 | 1.908 | 1.908 |
| 2.50 | 0.90 | 1.908 | 1.908 |
| 2.50 | 0.95 | 1.908 | 1.908 |
| 2.50 | 1.00 | 1.908 | 1.908 |
| 2.27 | 1.10 | 1.734 | 1.734 |
| 2.08 | 1.20 | 1.590 | 1.590 |
| 1.92 | 1.30 | 1.467 | 1.467 |
| 1.79 | 1.40 | 1.363 | 1.363 |
| 1.67 | 1.50 | 1.272 | 1.272 |
| 1.56 | 1.60 | 1.192 | 1.192 |
| 1.38 | 1.70 | 1.056 | 1.056 |
| 1.23 | 1.80 | 0.942 | 0.942 |
| 1.11 | 1.90 | 0.845 | 0.845 |
| 1.00 | 2.00 | 0.763 | 0.763 |
| 0.79 | 2.25 | 0.603 | 0.603 |
| 0.64 | 2.50 | 0.488 | 0.488 |
| 0.53 | 2.75 | 0.404 | 0.404 |
| 0.44 | 3.00 | 0.339 | 0.339 |
| 0.25 | 4.00 | 0.191 | 0.191 |
| 0.16 | 5.00 | 0.122 | 0.122 |
| 0.11 | 6.00 | 0.085 | 0.085 |
| 0.08 | 7.00 | 0.062 | 0.062 |
| 0.06 | 8.00 | 0.048 | 0.048 |
| 0.05 | 9.00 | 0.038 | 0.038 |
| 0.04 | 10.00 | 0.031 | 0.031 |

ESPECTRO DE PSEUDO - ACELERACIONES X-X



ESPECTRO DE PSEUDO - ACELERACIONES Y-Y

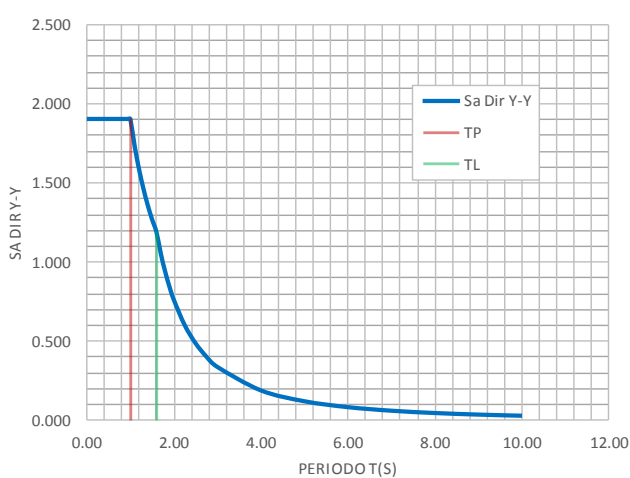


Figura 20. Hoja de cálculo de Espectro de Seudo – Aceleraciones.

3.7. Procesamiento de la información

El análisis dinámico se procesó los datos, en el software Etabs v.16.2 2016.

La información obtenida en los diversos análisis se procesó en el Programa Excel.

3.8. Técnicas y análisis de datos

Estadística descriptiva: Comparación con los modelos alternativos las derivas, modos de vibración esto se dio en gráficos estadísticos.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. Resultados

4.1.1. La asimetría estructural y el efecto torsional de un edificio.

Ingeniería del Proyecto

El edificio analizado está ubicado en el distrito de Chilca, en el Jr. Santos Chocano.

4.1.1.1. Modelo Arquitectónico

Es un edificio destinado al uso de Viviendas Multifamiliares, que consta de 7 pisos, con 21 Departamentos Multifamiliares.

Una caja de ascensor y escalera de dos tramos.

Tabla 5

Área Construida por Piso.

| Piso | Área construida |
|------|-----------------------|
| 1er | 302.77 m ² |
| 2do | 298.00 m ² |
| 3ro | 298.00 m ² |
| 4to | 298.00 m ² |
| 5to | 298.00 m ² |
| 6to | 298.00 m ² |
| 7mo | 298.00 m ² |

Fuente: Elaboración Propia

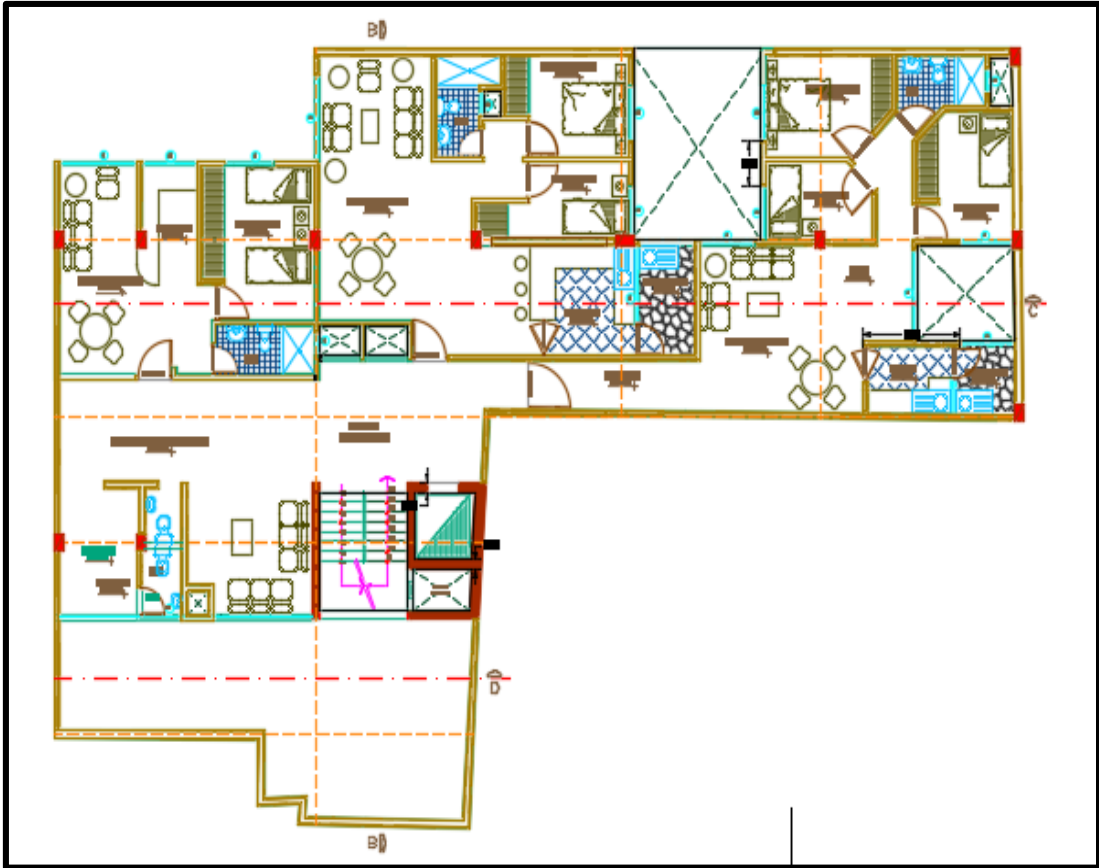


Figura 21. Planta Arquitectónica del 1er Piso

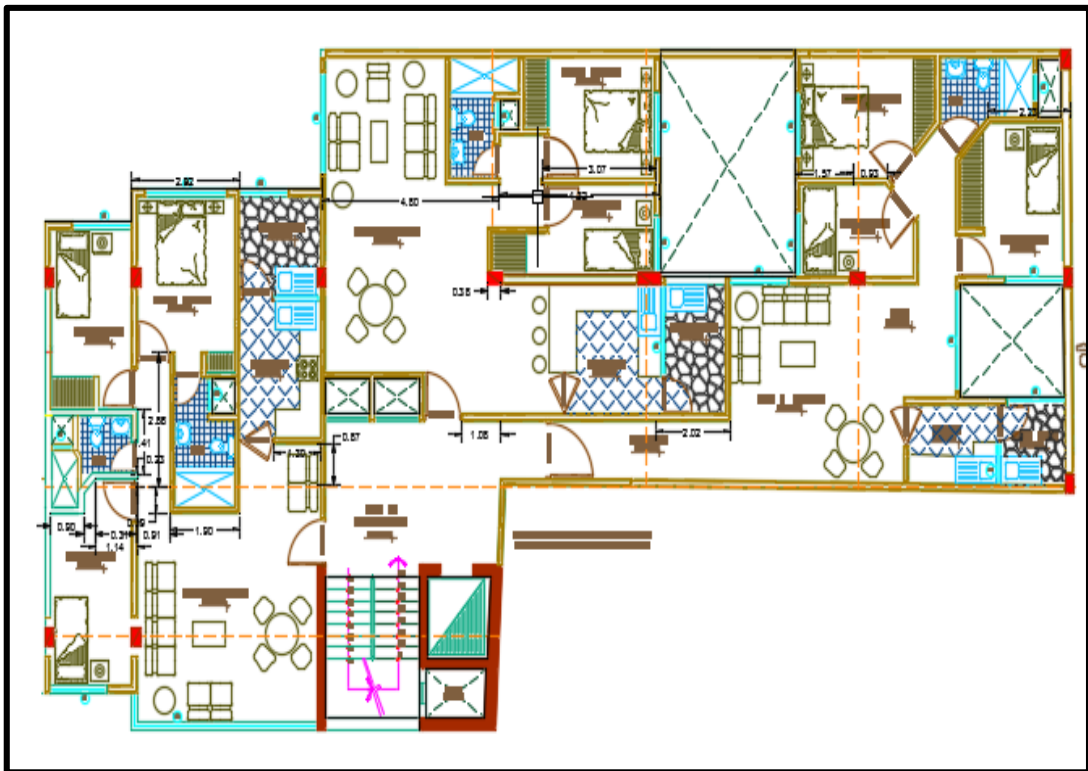


Figura 22. Planta Arquitectónica del 2do al 7mo Piso

4.1.1.2. Modelo Estructural

El modelo estructural se compone de un sistema de pórticos con placas en las escaleras, una caja de ascensor, vigas peraltas, vigas chatas y columnas.

Por lo tanto, se tiene un sistema estructural de muros estructurales en la dirección x-x y de igual manera en la dirección y-y (ambos de concreto armado), ya que incide con más influencia las placas de la caja de ascensor en ambos sentidos.

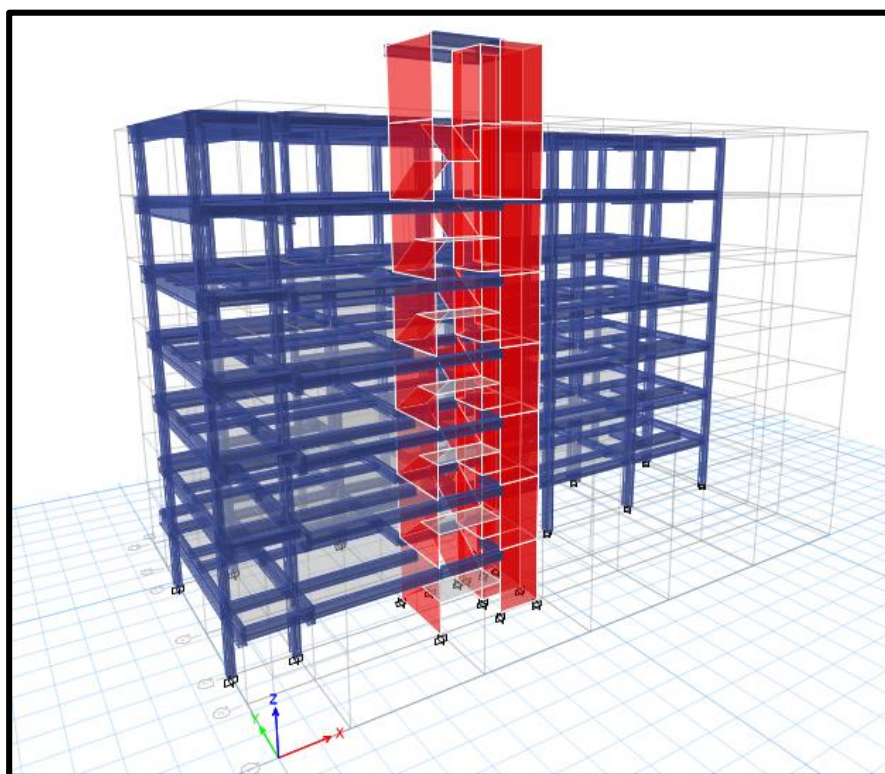


Figura 23. Modelo Tridimensional del Edificio en Etabs 2016

4.1.1.3. Estructuración

La estructuración se basó en los planos de arquitectura, teniendo en cuenta que los elementos estructurales ubicados en la estructura no afecten la funcionalidad del edificio.

Se dará la distribución de los elementos estructurales necesarios, de una manera simple y limpia, ya que las estructuras simples tienden a comportarse mejor ante un sismo.

Planteamiento de Estructuración:

Se optó por usar losas aligerada en una sola dirección, que es paralela al Eje X-X, vigas chatas en donde exista presencia de tabiquería en la dirección del aligerado.

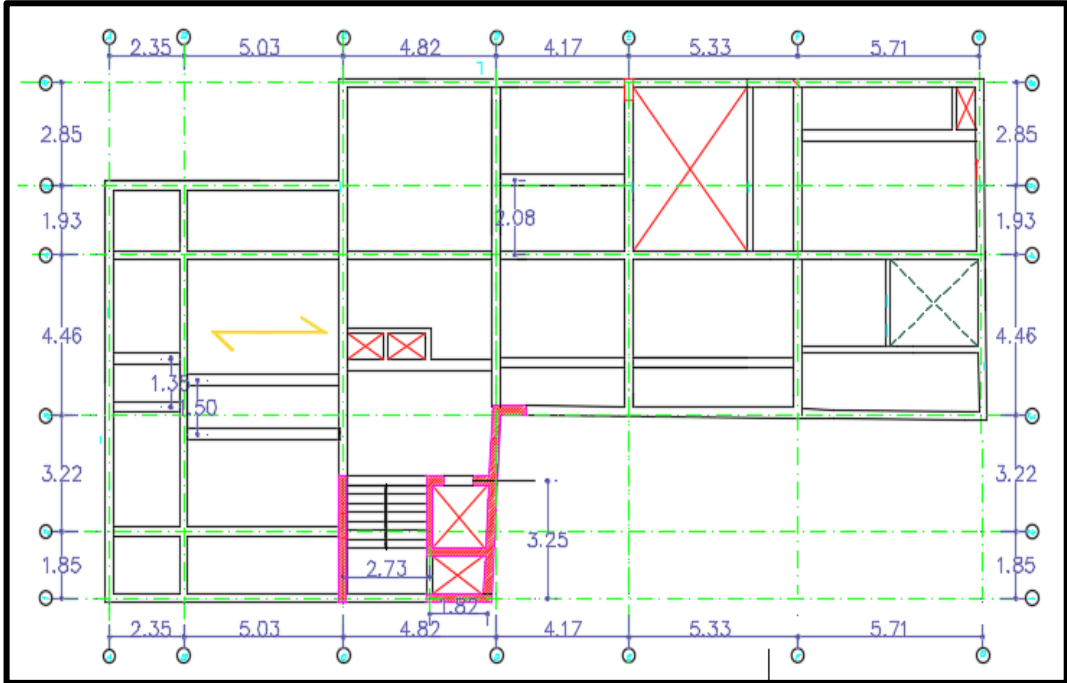


Figura 24. Estructuración del 1er Piso

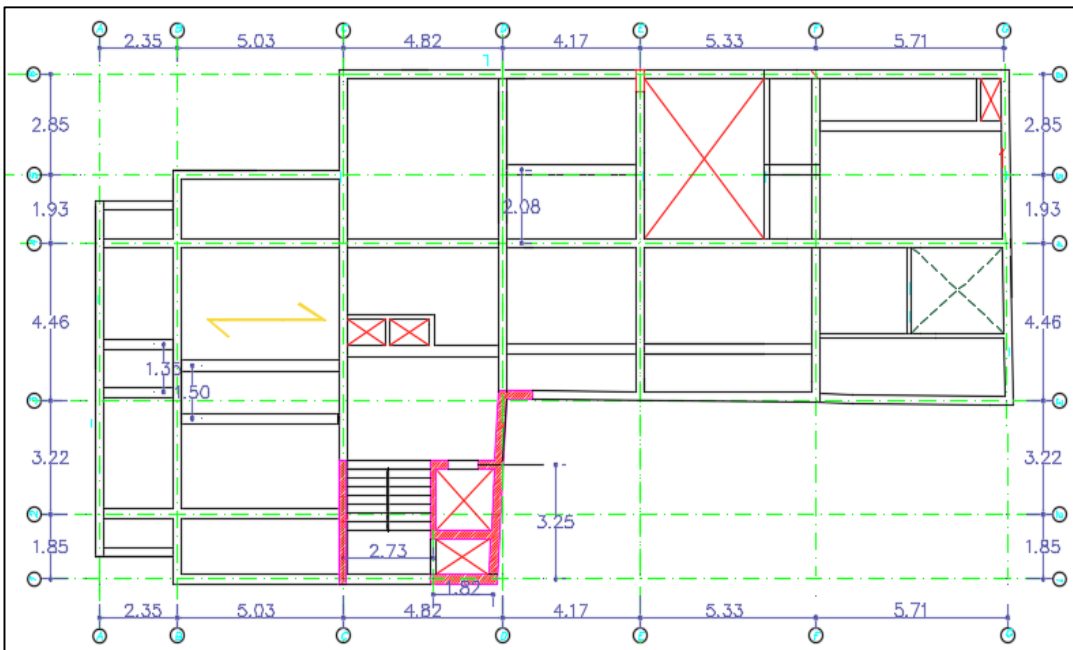


Figura 25. Estructuración del 2do Piso al 7mo Piso

4.1.1.4. Predimensionamiento

Luego de la Estructuración del edificio a analizar, se pre dimensionó de acuerdo con la metodología del Ing. Antonio Blanco Blasco en su libro Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado, se tomó los principales criterios, teniendo en cuenta lo requerido en el R.N.E.

Se detalló las dimensiones asignadas a cada elemento estructural, teniendo en cuenta que estas pueden variar o mantenerse así, solo si en el análisis sísmico no cumplen lo establecido:

a) Losa Aligerada

Encargadas de recibir cargas de gravedad y estas transmitir a las vigas, para un peralte correcto se considera los criterios dados por parte del Ing. Antonio Blanco Blasco (Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado, 1998).

Ya que las luces se observan que están dentro de: 4.78m, 5.71m, 7.68m respectivamente las mayores luces, se opta por usar el peralte de $e=20\text{cm}$ tener una mejor uniformidad para todos los paños y pisos.

b) Losa Maciza

Se colocó la losa maciza junto al paño continuo del ascensor y la escalera, dicho zona recibirá una carga de 400 kg/m^2 (Carga de escaleras y pasadizos), por efecto constructivo, uniformidad y de una buena rigidez se consideró un $e= 0.20\text{ m}$.

c) Vigas Peraltadas

Se consideró para la viga principal $L_n=7.17$, con un parámetro de $1/10$ a $1/12$ de luz libre, el ancho mínimo será 0.25m . Determinando que la VP101 ($0.25\text{m}\times 0.60\text{m}$) y el volado (0.25×0.40), pero por homogeneidad la VP101 ($0.25\text{m}\times 0.60\text{m}$) incluida el volado, esto en los Ejes A y B , en los Ejes C,D,E,F y G SE tendrá las dimensiones de VP102 ($0.25\times 0.35\text{m}$) incluido los ejes 1,2,3,4,5 y 6 VS103 ($0.25\text{m}\times 0.35\text{m}$).

Y para el predimensionamiento de las vigas chatas se utilizó un peralte de 20cm y será de la siguiente manera VCH (0.40mX0.20m)

d) Columnas.

- Columnas: P servicio > 200TN

$$A_{col} = \frac{P_{servicio}}{0.45f_c}$$

- Columnas: P servicio < 200TN

$$A_{col} = \frac{P_{servicio}}{0.35f_c}$$

Tabla 6

Carga vertical en servicio por piso para Columna C1.

| Piso | Área Tributaria (m ²) | Peso Del Piso | P servicio |
|-------|-----------------------------------|---------------------|------------|
| 7 | 21.945 | 1 Tn/m ² | 21.945 |
| 6 | 21.945 | 1 Tn/m ² | 21.945 |
| 5 | 21.945 | 1 Tn/m ² | 21.945 |
| 4 | 21.945 | 1 Tn/m ² | 21.945 |
| 3 | 21.945 | 1 Tn/m ² | 21.945 |
| 2 | 21.945 | 1 Tn/m ² | 21.945 |
| 1 | 21.945 | 1 Tn/m ² | 21.945 |
| Suma: | | | 153.615 Tn |

Nota. Fuente: Elaboración Propia

$$A_{col} = \frac{153.615 \times 1000}{0.35 \times 210} = 2090$$

Por lo tanto, se tendrá C1: 0.25 X 0.85

Tabla 7

Carga vertical en servicio por piso para las columnas C2 y C3

| Piso | Área Tributaria (m2) | Peso Del Piso | P servicio |
|-------|----------------------|---------------|------------|
| 7 | 13.19 | 1 Tn/m2 | 13.19 |
| 6 | 13.19 | 1 Tn/m2 | 13.19 |
| 5 | 13.19 | 1 Tn/m2 | 13.19 |
| 4 | 13.19 | 1 Tn/m2 | 13.19 |
| 3 | 13.19 | 1 Tn/m2 | 13.19 |
| 2 | 13.19 | 1 Tn/m2 | 13.19 |
| 1 | 13.19 | 1 Tn/m2 | 13.19 |
| Suma: | | | 92.33 Tn |

Nota. Fuente: Elaboración Propia

$$Acol = \frac{92.33 \times 1000}{0.35 \times 210} = 1256.20$$

Por lo tanto, se tendrá C2 Y C3: 0.25 X 0.50

Tabla 8

Carga Vertical en Servicio por Piso para Columna C4

| Piso | Área Tributaria (m2) | Peso Del Piso | P servicio |
|-------|----------------------|---------------|------------|
| 7 | 6.82 | 1 Tn/m2 | 6.82 |
| 6 | 6.82 | 1 Tn/m2 | 6.82 |
| 5 | 6.82 | 1 Tn/m2 | 6.82 |
| 4 | 6.82 | 1 Tn/m2 | 6.82 |
| 3 | 6.82 | 1 Tn/m2 | 6.82 |
| 2 | 6.82 | 1 Tn/m2 | 6.82 |
| 1 | 6.82 | 1 Tn/m2 | 6.82 |
| Suma: | | | 47.76 Tn |

Nota. Fuente: Elaboración Propia

$$Acol = \frac{47.76 \times 1000}{0.35 \times 210} = 649.85$$

Por lo tanto, se tendrá C4: 0.25 X 0.30

Según el cálculo realizado para el predimensionamiento de columnas, se calculó que para el caso de columnas más esforzadas que son principalmente las columnas centrales se colocara C1 (0.25mX0.65m), para las laterales que son C2 Y C3 (0.25mX0.50m) y para el resto será C4 (0.25mX0.30m).

Este predimensionamiento podrá sufrir cambios, todo dependerá del análisis estructural, ver si cumple con todos los requisitos de la norma y si es necesario se optará por cambiar las dimensiones y así cumplir todo lo requerido.

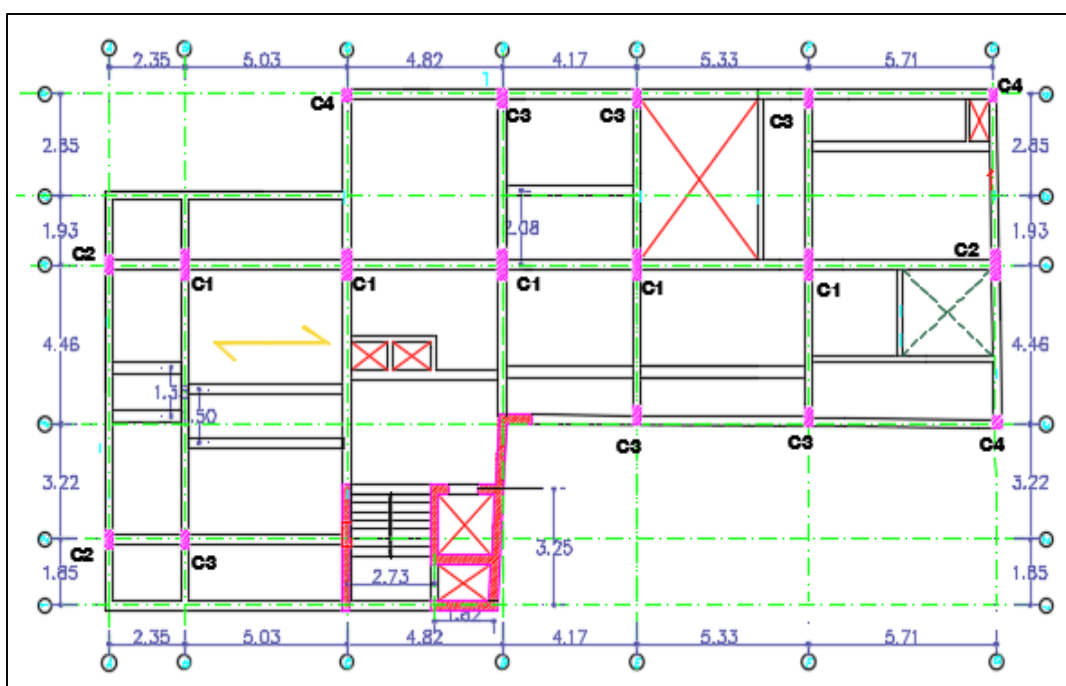


Figura 26. Distribución de columnas.

e) Placas

Estas tienden a absorber las fuerzas del sismo, Según La Norma E.060 (2009) nos indica: “Que el espesor de los muros no debe ser menor de 10 cm” (p.122).

Se optó por utilizar placas de 25 cm de espesor en las cajas de ascensor escalera de 15 cm y la zona de descanso de 20 cm. Con esto se quiere lograr una rigidez y resistencia adecuada.

f) Escaleras

Estas tienen la finalidad de permitirnos desplazarnos verticalmente, conectando todos los pisos.

Según su geometría esta tendrá dos tramos y un descanso por cada piso.

Según el Reglamento Nacional de Construcciones (RNC) nos indica:

$$2cp + 1p = 60 \text{ a } 64 \text{ cm}$$

Donde:

Cp: contrapaso (cm)

P: paso (cm)

La altura de piso a techo es 2.70m, y se hará 16 contrapasos de 16.875cm ($16 \times 0.16875 = 2.70\text{m}$), y el paso será de 29cm.

$$2cp + 1p = 60 \text{ a } 64 \text{ cm}$$

$$2(17) + 25 = 63 \text{ cm}$$

Con lo que se verifica que las dimensiones de los contrapasos y pasos son los correctos. Se asigna el espesor de garganta para los dos tramos de escalera de 15cm y de 20 cm para el descanso en cada piso.

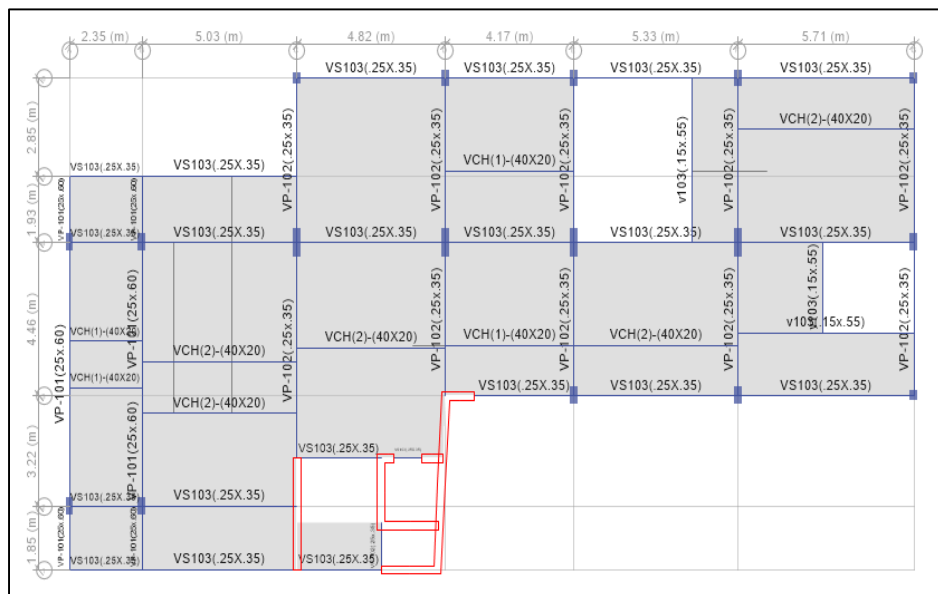


Figura 27. Estructuración del Edificio del 1er Piso en Etabs.

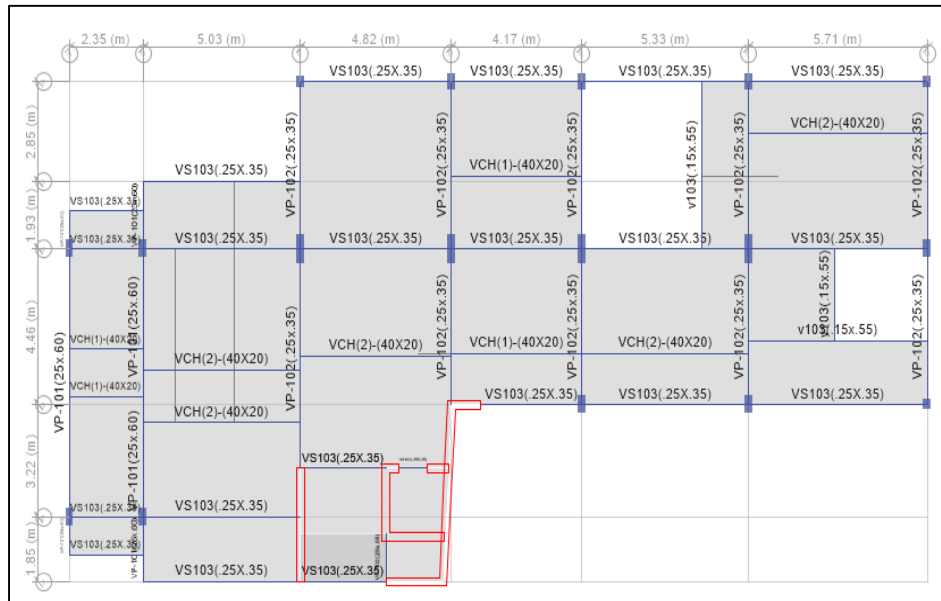


Figura 28. Estructuración del Edificio del 2do al 7mo Piso.

4.1.1.5. Análisis Sísmico

El edificio analizado se encuentra en el Distrito de Chilca, en la que tiene cerca de las fallas del Huaytapallana que se encuentra en un silencio sísmico y a la que se le suma Ricran en Jauja.

Por esto el análisis debe cumplir con lo requerido según la Norma Técnica E-0.30 *Diseño Sismorresistente*.

Se hizo el análisis estático y dinámico en las dos principales direcciones (X e Y), haciendo el uso del Programa Etabs.

a) Materiales:

Los datos de materiales fueron introducidos en el programa, determinamos que el material a utilizar es Concreto Armado cuyas características definiremos de la siguiente manera:

- Peso por unidad de Volumen : 2.40 Ton/m³
- Módulo de elasticidad : 2173706.5 Ton/m²
- Coeficiente de Poisson : 0.20
- Concreto(f'c) : 2100 Ton/m²
- Módulo de elasticidad del concreto (f'y) : 42000 Ton/m²

Figura 29. Datos Ingresado del Material al Programa Etabs 2016

Nota. Se añadieron todos los datos requeridos como se muestra.

b) Metrado de Cargas

Consiste en obtener las cargas de gravedad, que estarán distribuidas en los diferentes elementos estructurales del edificio, Según la Norma Técnica E.020 de Cargas (2006), define que “Hay dos tipos de cargas una carga muerta (CM) y carga viva (CV)” (párr.5).

Carga Muerta:

- Peso Propio (Pp)
- Carga Permanente (Cp)
- Ladrillo De Techo
- Tabiquería

Carga Viva:

- Sobrecarga De Uso (Sc)
- Sobrecarga Corredor
- Azotea

Tabla 9
Pesos Unitarios

| Materiales | Peso unitario(kg/m3) |
|---------------------------------|----------------------|
| Concreto armado | 2400 |
| Concreto simple de grava | 2300 |
| Albañilería de unidades solidas | 1800 |
| Albañilería de unidades huecas | 1350 |

Nota: Se muestra los pesos unitarios que se usara en el proyecto. Fuente: Extraída de la Norma Técnica E.020 Cargas. 2006 por Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

Tabla 10
Cargas Vivas Mínimas Repartidas

| Ocupación o uso | Carga viva repartida (kg/m2) |
|------------------------|------------------------------|
| Viviendas | 200 |
| corredores y escaleras | 400 |

Fuente: Extraída de la Norma Técnica E.020 Cargas. 2006 por Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

- 1° AL 6° PISO (TÍPICO):

PP: Para este caso del programa Etabs asume el peso propio de los elementos estructurales como son: viga, columnas, losas aligeradas y macizas, muros. Se calculó con 400 kg/m2 en corredores y escalera, por el hecho que hay varios departamentos y sus ocupantes evacuarán por la misma escalera y serán muchas familias.

- CP: Acabados=100 kg/m2
- Losa Aligerada (h=20cm) =300kg/m2
- SC: Departamentos: 200 Kg/m2,
- SC: Corredores y Escaleras= 400 Kg/m2
- Ladrillo de Techo=70kg/m2

- 7° PISO (TÍPICO):

PP: Para este caso del programa Etabs asume el peso propio de los elementos estructurales como son: viga, columnas, losas aligeradas y macizas, muros.

El uso de la azotea será para fiestas eventuales de las personas que residen en dichos departamentos por ello se le da una sobrecarga de 400kg/m², ya que se reunirán un gran número de personas en la azotea.

- CP: Acabados=100kg/m²
- SC: Departamentos: 200 Kg/m²,
- Corredores y Escaleras= 400 Kg/m²
- Ladrillo de Techo=70kg/m²
- Azotea=400kg/m²
- SW= 40 Kg/m² (Norma E020)

*Tabla 11.
Peso por piso del Edificio*

| PISO | PP (TON) |
|---------|------------|
| Story 7 | 290.398563 |
| Story 6 | 246.452019 |
| Story 5 | 252.318694 |
| Story 4 | 252.318694 |
| Story 3 | 252.318694 |
| Story 2 | 252.318694 |
| Story 1 | 253.202771 |
| Base | 11.2686489 |

Fuente: Extraída del Programa Etabs 2016

- FACTOR DE MASA (PESO SISMICO):
 $P = 100\%C.M. + 25\% C.V.$ Debido a un edificio con categoría común (Norma Técnica E-030 Diseño Sismorresistente, 2016, cap.4.3).

c) Análisis Sísmico Estático:

Según la Norma Técnica E-030 se usó los siguientes parámetros para el análisis.

| Tabla N°1 (NORMA E030-2014/DS-003-2016) | | | | | |
|---|---------------------------|---------------------|-----------------------------|------|------|
| FACTOR DE ZONA "Z" | ZONA | Z | | | |
| | ZONA 3 | | 0.35 | | |
| Tabla N°3 y N°4 (NORMA E030-2014/DS-003-2016) | | | | | |
| FACTOR DE SUELO "S" | TIPO | DESCRIPCION | S | TP | TL |
| | S3 | Suelos Blandos | 1.20 | 1.00 | 1.60 |
| Tabla N°5 (NORMA E030-2014/DS-003-2016) | | | | | |
| FACTOR DE USO "U" | CATEGORIA | U | OBSERVACIONES | | |
| | "C" Edificaciones Comunes | 1.00 | Revisar tabla N°6 E030-2014 | | |
| Tabla N°7 (NORMA E030-2014/DS-003-2016) | | | | | |
| FACTOR DE SISTEMA ESTRUCTURAL "R" | DIRECCION | SISTEMA ESTRUCTURAL | Ro | | |
| | DIR X-X | Muros Estructurales | 6 | | |
| | DIR Y-Y | Muros Estructurales | 6 | | |

Figura 30. Parámetros En Cada Dirección. Nota: Norma Peruana E-030

| DATOS | FACTORES | DATOS | DIR X-X | DIR Y-Y |
|-------|----------|-------|---------|---------|
| Z | 0.35 | RO | 6 | 6 |
| U | 1.00 | R | 6 | 6 |
| S | 1.20 | T | 0.597 | 0.484 |
| TP | 1.00 | Cx | 2.500 | 2.500 |
| TL | 1.60 | K | 1.051 | 1.000 |
| | | V | 0.175 | 0.175 |

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

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

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

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

Figura 31. Análisis Estático de Fuerzas Equivalente

Tabla 12

Factor de Sistema Estructural

| Load Case/Combo | FX tonf | V3(X) tonf | % PARTIC. % colum | R | Estructura de concreto armado |
|-----------------|----------|------------|-------------------|---|-------------------------------|
| sismo esta xx | 314.4946 | 59.7472 | 18.99785 | 6 | Muros Estructurales |
| Load Case/Combo | FX tonf | V3(X) tonf | % PARTIC. % colum | R | Estructura de concreto armado |
| sismo esta yy | 314.4946 | 51.3527 | 16.32864 | 6 | Muros Estructurales |

Nota: El porcentaje de participación es menor del 20% en las columnas y es así que los muros tienen mayor participación dicho esto se clasifica en ser un Sistema Estructural de Muros Estructurales con un R=6, en ambas direcciones

Análisis de Irregularidades

En la Norma E.030 existe criterios para ver si un edificio es regular o irregular.

Tabla 13

Tipos de Irregularidades

| Configuración | Tipo de Irregularidad | X-X | Y-Y |
|---------------|--|-----|-----|
| Altura | Irregularidad de Rigidez Piso Blando | No | No |
| | Irregularidad de Resistencia Piso Débil | No | No |
| | Irregularidad de Rigidez Piso Blando Extrema | No | No |
| | Irregularidad de Resistencia Piso Débil Extrema | No | No |
| | Irregularidad de Masa o Peso | No | No |
| | Irregularidad Geométrica Vertical | No | No |
| | Discontinuidad en los Sistemas Resistentes | No | No |
| | Discontinuidad extrema en los Sistemas Resistentes | No | No |
| | Irregularidad Torsional | Si | Si |
| Planta | Irregularidad Torsional Extrema | Si | No |
| | Esquinas Entrantes | Si | Si |
| | Discontinuidad del Diafragma | No | No |
| | Sistemas no Paralelos | No | No |

Nota: Se usará para incluir en el Análisis Dinámico, y se comprobará si hay irregularidad por torsión con el análisis dinámico.

d) Análisis Dinámico Modal Espectral

Modos de Vibración

Tabla 14

Modos de Vibración

| Case | Modo | Periodo sec | UX | UY | UZ | RZ |
|-------|------|----------------|-------|-------|----|-------|
| Modal | 1 | 1.124 | 0.413 | 0.023 | 0 | 0.565 |
| Modal | 2 | 0.597 | 0.481 | 0.097 | 0 | 0.422 |
| Modal | 3 | 0.484 | 0.11 | 0.881 | 0 | 0.01 |
| Modal | 4 | 0.346 | 0.427 | 0.025 | 0 | 0.548 |
| Modal | 5 | 0.187 | 0.437 | 0.035 | 0 | 0.528 |
| Modal | 6 | 0.165 | 0.557 | 0.003 | 0 | 0.44 |
| Modal | 7 | 0.124 | 0.453 | 0.054 | 0 | 0.493 |
| Modal | 8 | 0.116 | 0.024 | 0.965 | 0 | 0.01 |
| Modal | 9 | 0.091 | 0.488 | 0.058 | 0 | 0.455 |
| Modal | 10 | 0.089 | 0.566 | 0.019 | 0 | 0.415 |
| Modal | 11 | 0.073 | 0.525 | 0.059 | 0 | 0.417 |
| Modal | 12 | 0.065 | 0.551 | 0.043 | 0 | 0.405 |

Nota: Se ve que en el Primer modo preside la Torsión, y en los siguientes modos recién el desplazamiento en X y Y, su periodo es 1.124 se está comportando como un edificio de 11 pisos y que es muy flexible.

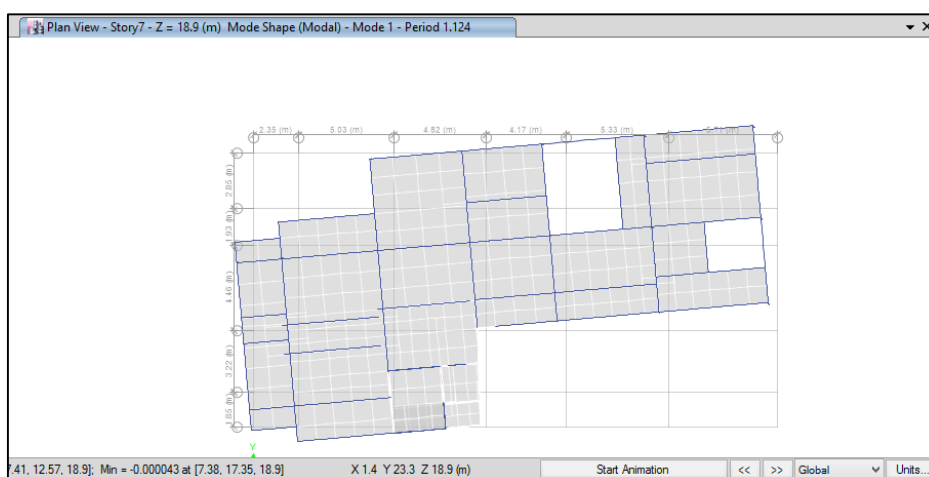


Figura 32. Primer Modo De Vibración

Nota: Como se puede observar, en el primer modo está presidiendo la rotación.

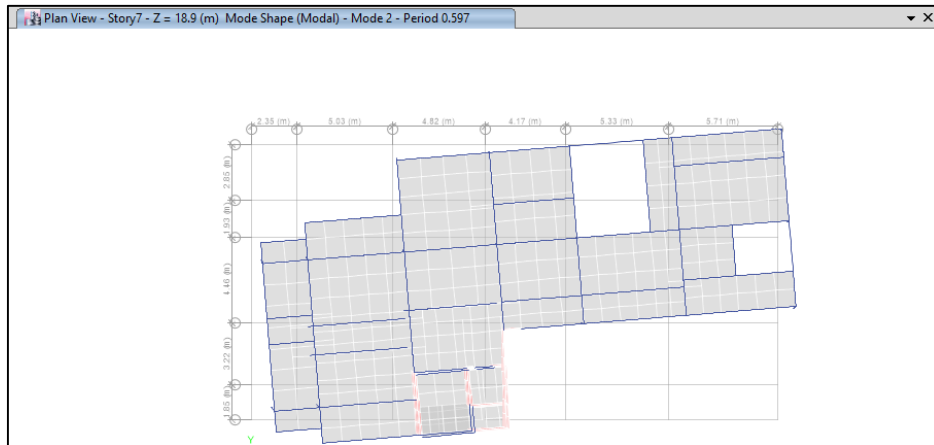


Figura 32. Segundo Modo de Vibración

Nota. Como se aprecia en la figura, en el segundo modo está presidiendo el desplazamiento, pero la rotación se asemeja al porcentaje de masa participativa y solo existe muy poca variabilidad con respecto a la dirección en X-X, tal y como se puede visualizar en la Tabla N°12.

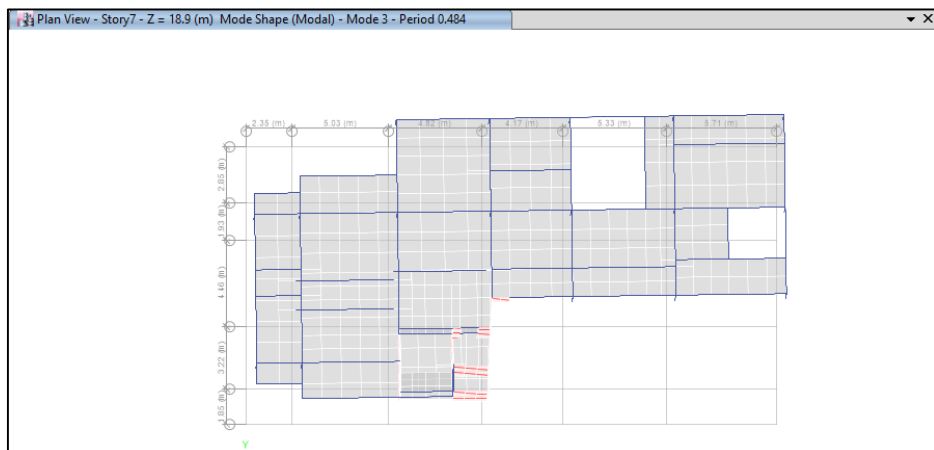


Figura 33. Tercer Modo de Vibración

| DATOS | FACTORES | DATOS | DIR X-X | DIR Y-Y |
|----------------|----------|-----------------|-----------------------|---------|
| Z | 0.35 | R ₀ | 6 | 6 |
| U | 1.00 | I _a | 1.00 | 1.00 |
| S | 1.20 | I _p | 0.60 | 0.75 |
| T _p | 1.00 | R | 3.6 | 4.5 |
| T _L | 1.60 | g | 9.81 m/s ² | |
| | | T _{xi} | 0.597 | 0.484 |
| | | C _x | 2.500 | 2.500 |
| | | K | 1.049 | 1.000 |
| | | Z.U.C.S/R | 0.292 | 0.233 |

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

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

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

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

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

Figura 34. Aceleración Espectral

Nota. Se colocaron al programa los valores tal como se muestran.

Para poder expresar el espectro usaremos S_a vs T .

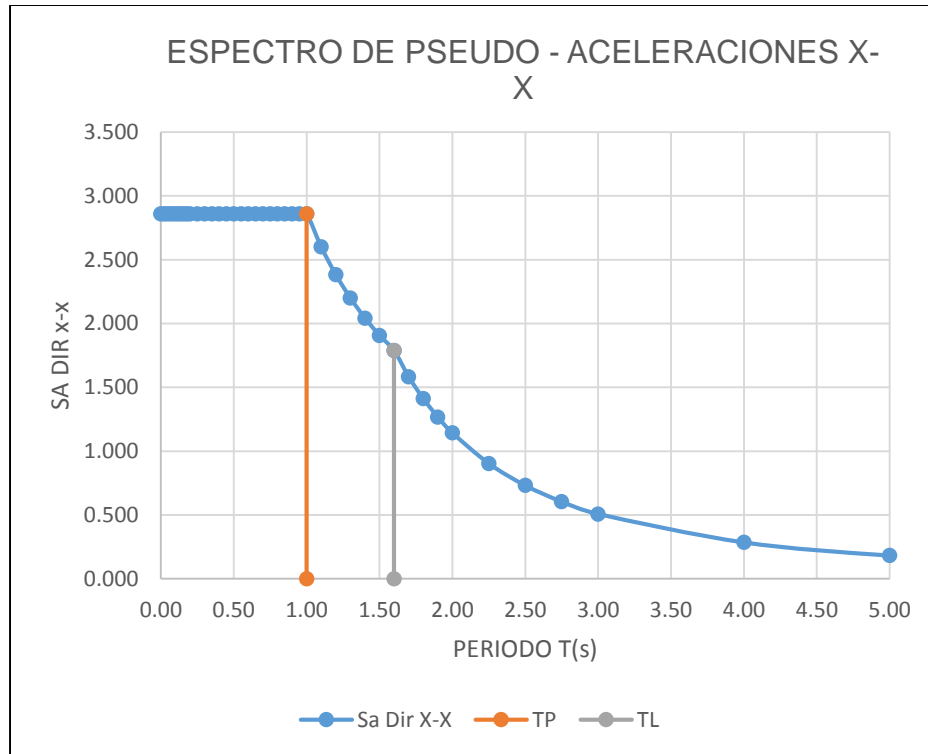


Figura 35. Espectro de Pseudo-Aceleraciones en X-X.

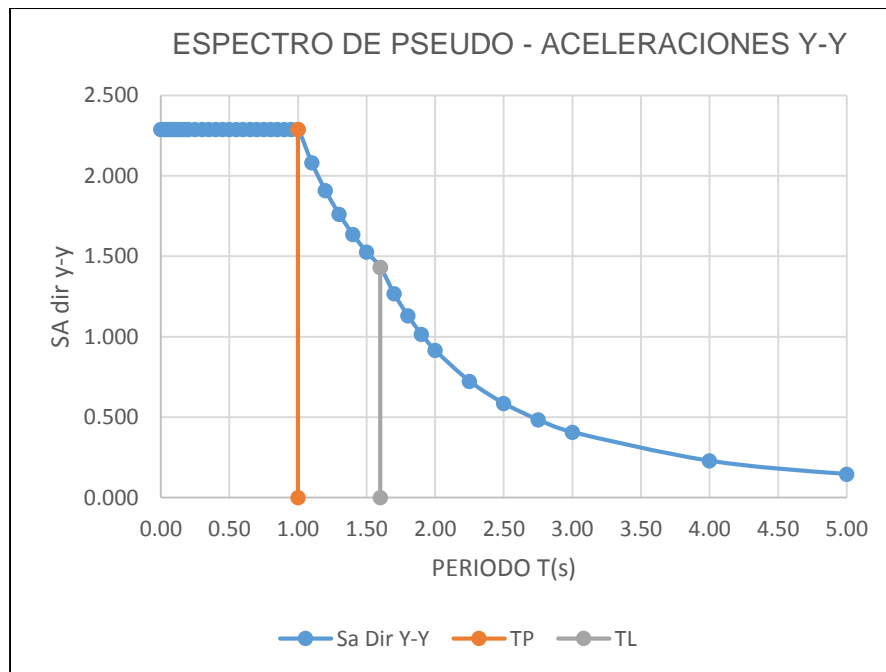


Figura 36. Espectro de Pseudo - Aceleraciones en Y-Y.

Centro de Masa y Centro de Rigidez

Ubicaremos el Centro de Masa, Centro de Rigidez, la excentricidad que existe y ver si hay torsión en alguno de los ejes.

Tabla 15

Centro de Masa y Centro de Rigidez

| Piso | Centro de Masa | | Centro de Rigidez | | Excentricidad | |
|--------|----------------|-----------|-------------------|----------|---------------|---------|
| | XCCM m | YCCM m | XCR m | YCR m | ex m | ey m |
| Piso 1 | 12.829 | 11.199 | 10.465 | 5.208 | 2.364 | 5.990 |
| Piso 2 | 12.870 | 11.199 | 10.860 | 4.955 | 2.011 | 6.244 |
| Piso 3 | 12.870 | 11.199 | 11.138 | 5.127 | 1.732 | 6.072 |
| Piso 4 | 12.870 | 11.199 | 11.314 | 5.363 | 1.556 | 5.836 |
| Piso 5 | 12.870 | 11.199 | 11.437 | 5.595 | 1.433 | 5.604 |
| Piso 6 | 12.936 | 11.221 | 11.545 | 5.810 | 1.391 | 5.410 |
| Piso 7 | 13.249 | 11.184 | 11.671 | 5.998 | 1.578 | 5.186 |
| | | | | Promedio | 1.723 | 5.763 |

Nota: En ambas direcciones X y Y existe torsión en la estructura, debido a que existe una excentricidad promedio en la dirección X-X de 1.723 y en la dirección Y- Y de 5.763, dichas torsiones superan los límites que la norma exige, es una estructura irregular, y la categoría C en la zona 3 no permite irregularidades extremas.

Irregularidad Torsional

Procederemos a ver si existe irregularidad torsional, verificando los parámetros que permite la Norma Técnica E-030, se evaluara si cumple con el desplazamiento permisible y la irregularidad por torsión que $\Delta_{m\acute{a}x.} > 1.2 \text{ Desp. Relativo del C.M. } (\Delta_{C.M.})$.

Tabla 16

Irregularidad Torsional en el Eje X-X

| Altura de Entre-Piso | Nivel | Direc. | Desp. Relativo máximos esquina (Max.) | Distorsión Esquina (Max.) | Desp. Centro de Masa (C.M.) | Desp. Relativo Centro de Masa (C.M.) | Desp. Esq. /Desp. C.M. |
|----------------------|--------|--------|---------------------------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|------------------------|
| 2.7 | Piso 7 | X | 0.0079 | 0.0029 | 0.0546 | 0.0046 | 1.7207 |
| 2.7 | Piso 6 | X | 0.0112 | 0.0041 | 0.0500 | 0.0068 | 1.6462 |
| 2.7 | Piso 5 | X | 0.0141 | 0.0052 | 0.0432 | 0.0084 | 1.6823 |
| 2.7 | Piso 4 | X | 0.0162 | 0.0060 | 0.0349 | 0.0096 | 1.6832 |
| 2.7 | Piso 3 | X | 0.0171 | 0.0064 | 0.0252 | 0.0102 | 1.6847 |
| 2.7 | Piso 2 | X | 0.0160 | 0.0059 | 0.0150 | 0.0095 | 1.6877 |
| 2.7 | Piso 1 | X | 0.0093 | 0.0035 | 0.0056 | 0.0056 | 1.6752 |
| 2.7 | Base | X | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |

Nota. No cumple el parámetro que exige la norma pasa el valor obteniendo irregularidad torsional extrema ya que pasa el $\Delta_{\text{máx.}} > 1.5 (\Delta_{\text{C.M.}})$.

Tabla 17

Irregularidad Torsional en el Eje Y-Y

| Altura de Entre-Piso | Nivel | Direc. | Desp. Relativo máximos esquina (Max.) | Distorsión Esquina (Max.) | Desp. Centro de Masa (C.M.) | Desp. Relativo Centro de Masa (C.M.) | Desp. Esq. /Desp. C.M. |
|----------------------|--------|--------|---------------------------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|------------------------|
| 2.7 | Piso 7 | Y | 0.0049 | 0.0018 | 0.0189 | 0.0034 | 1.4437 |
| 2.7 | Piso 6 | Y | 0.0055 | 0.0021 | 0.0155 | 0.0033 | 1.6765 |
| 2.7 | Piso 5 | Y | 0.0063 | 0.0023 | 0.0122 | 0.0032 | 1.9648 |
| 2.7 | Piso 4 | Y | 0.0068 | 0.0025 | 0.0090 | 0.0031 | 2.2344 |
| 2.7 | Piso 3 | Y | 0.0068 | 0.0025 | 0.0059 | 0.0027 | 2.5444 |
| 2.7 | Piso 2 | Y | 0.0062 | 0.0023 | 0.0032 | 0.0021 | 2.8985 |
| 2.7 | Piso 1 | Y | 0.0036 | 0.0013 | 0.0011 | 0.0011 | 3.2410 |
| 2.7 | Base | Y | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |

Nota: No cumple el parámetro que exige la norma pasa el valor obteniendo irregularidad torsional extrema ya que pasa el $\Delta_{\text{máx.}} > 1.5 (\Delta_{\text{C.M.}})$.

Desplazamientos

Tabla 18

Derivas permisibles en Dirección X-X

| Story | Deriva | R | Deriva Real | Deriva de la Norma | Estado |
|--------|---------|-----|-------------|--------------------|--------|
| Piso 7 | 0.00290 | 3.6 | 0.01055 | 0.007 | MAL |
| Piso 6 | 0.00415 | 3.6 | 0.01494 | 0.007 | MAL |
| Piso 5 | 0.00522 | 3.6 | 0.01879 | 0.007 | MAL |
| Piso 4 | 0.00601 | 3.6 | 0.02162 | 0.007 | MAL |
| Piso 3 | 0.00633 | 3.6 | 0.02286 | 0.007 | MAL |
| Piso 2 | 0.00591 | 3.6 | 0.02131 | 0.007 | MAL |
| Piso 1 | 0.00346 | 3.6 | 0.01246 | 0.007 | MAL |

Nota: Los desplazamientos en cada piso no cumplen que deberían ser menores que el desplazamiento permisible $\Delta_{perm} = 0.007$.

Tabla 19

Derivas Permisibles en Dirección Y-Y

| Story | Deriva | R | Deriva Real | Deriva de la Norma | Estado |
|--------|----------|-----|-------------|--------------------|--------|
| Piso 7 | 0.001811 | 4.5 | 0.00815 | 0.007 | MAL |
| Piso 6 | 0.002054 | 4.5 | 0.00924 | 0.007 | MAL |
| Piso 5 | 0.002349 | 4.5 | 0.01057 | 0.007 | MAL |
| Piso 4 | 0.002524 | 4.5 | 0.01136 | 0.007 | MAL |
| Piso 3 | 0.002534 | 4.5 | 0.01140 | 0.007 | MAL |
| Piso 2 | 0.002293 | 4.5 | 0.01032 | 0.007 | MAL |
| Piso 1 | 0.001324 | 4.5 | 0.00596 | 0.007 | OK |

Nota: Los desplazamientos en cada piso no cumplen que deberían ser menores que el desplazamiento permisible $\Delta_{perm} = 0.007$.

COMPARACION DE CORTANTE BASAL

Según La Norma E-030 “Diseño Sismorresistente (2016) nos refiere, “La cortante basal del análisis dinámico sea mayor del 80% de la cortante basal estático, esto para estructuras regulares, y para estructuras irregulares será no menor que el 90%” (cap.4.6.5)

Si no se alcanza a estos parámetros incrementar los resultados, para cumplir los parámetros mínimos señalados.

Estructuras Regulares

$$\frac{80\% \times V \text{ estatico}}{V \text{ dinámico}} = \text{Factor de Escala}$$

Estructuras Irregulares

$$\frac{90\% \times V \text{ estatico}}{V \text{ dinámico}} = \text{Factor de Escala}$$

Tabla 20

Cortante Basal Escalada

| | Dirección X-X | Dirección Y-Y |
|---------------------|---------------|---------------|
| V estático | 524.6848 | 419.1003 |
| V dinámico | 260.7343 | 274.8257 |
| Vx din. / Vx est. = | 0.50 | 0.66 |
| ¿Configuración? | Irregular | Irregular |
| Cociente min. = | 0.90 | 0.90 |
| Factor (fx) = | 1.811 | 1.372 |

Nota: Se tuvo que escalar en ambas direcciones, excepto al desplazamiento.

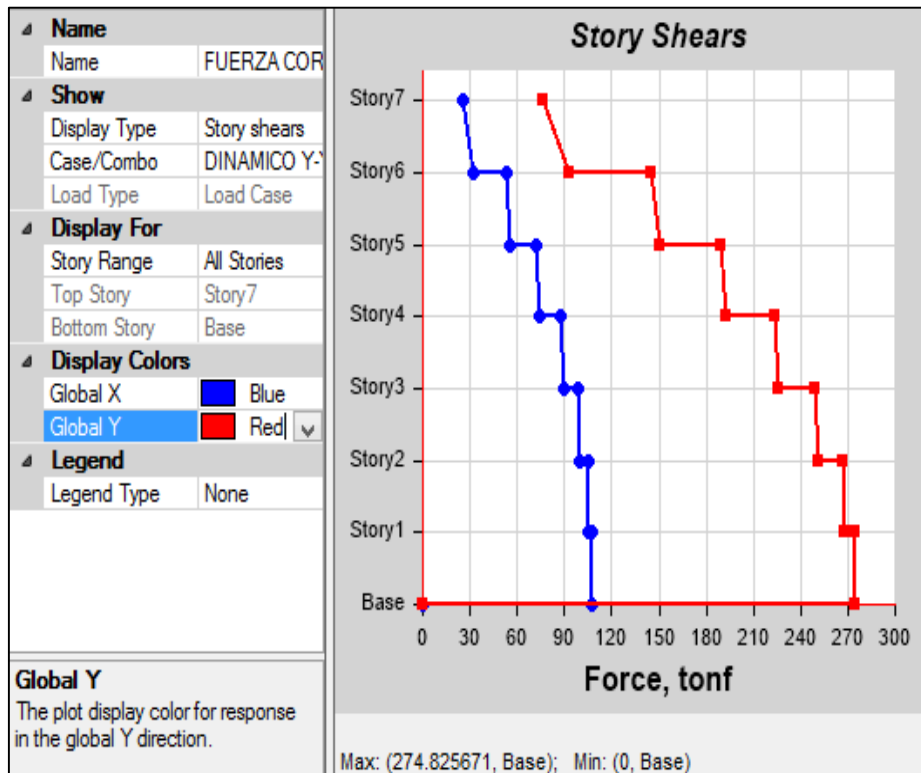


Figura 37. Cortante por Piso del Modelo Dirección Y-Y

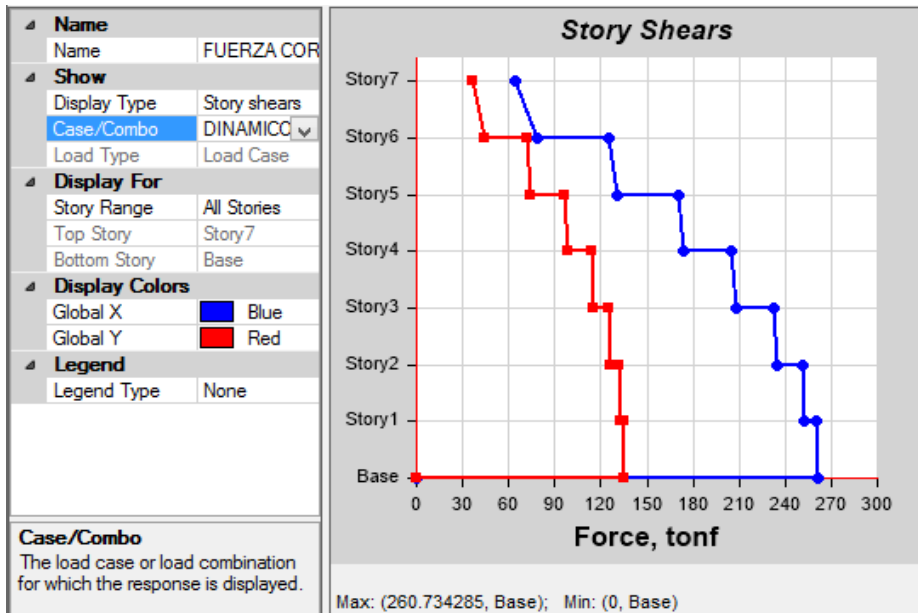


Figura 38. Cortante por Piso del Modelo Inicial Dirección X-X

4.1.1.6. Análisis optimizado

Ya que se encontró torsión extrema, y que la categoría “C” (Edificaciones comunes) ni la zona (Z=3) lo permite, y como se ve que no se cumplió solo con el predimensionamiento, se opta por optimizar la estructura mediante el cambio de los elementos estructurales haciéndolos más rígidos, es decir cambiando su forma, la columna serán (0.25m x 0.80) y una columna T (1.00m X 0.60m) y las placas respectivamente. Por lo que se propone 5 modelos de optimización los cuales se detalla de la siguiente manera:

- Modelo 1

Se uniformiza las columnas (0.25m x 0.80) y una columna T (1.00m X 0.60m) y las placas respectivamente.

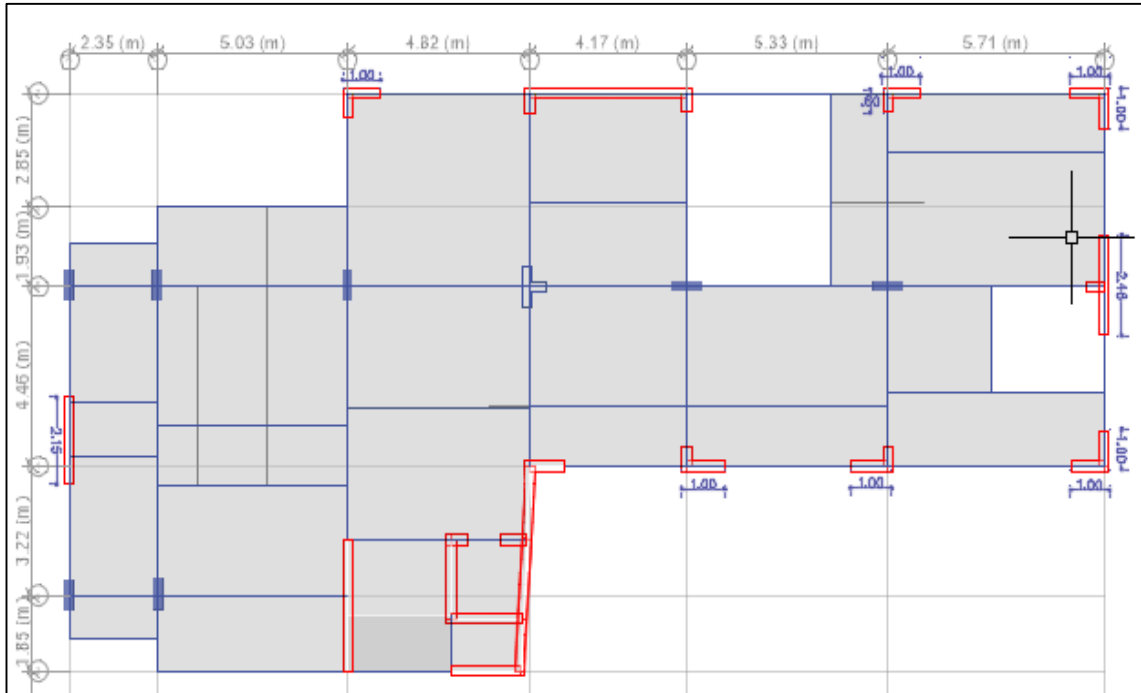


Figura 39. Modelo Alternativo 1. Nota: Planteado para dar una solución.

Tabla 21

Irregularidades Encontradas En El Modelo Alternativo 1

| Configuración | Tipo de Irregularidad | X-X | Y-Y |
|---------------|--|-----|-----|
| Altura | Irregularidad de Rigidez Piso Blando | No | No |
| | Irregularidad de Resistencia Piso Débil | No | No |
| | Irregularidad de Rigidez Piso Blando Extrema | No | No |
| | Irregularidad de Resistencia Piso Débil Extrema | No | No |
| | Irregularidad de Masa o Peso | No | No |
| | Irregularidad Geométrica Vertical | No | No |
| | Discontinuidad en los Sistemas Resistentes | No | No |
| | Discontinuidad extrema en los Sistemas Resistentes | No | No |
| Planta | Irregularidad Torsional | Si | Si |
| | Irregularidad Torsional Extrema | No | No |
| | Esquinas Entrantes | Si | Si |
| | Discontinuidad del Diafragma | No | No |
| | Sistemas no Paralelos | No | No |

Nota. En este modelo, ya no existe torsión extrema y cumple con los parámetros por la norma.

Tabla 22

Centro de Masa y Centro de Rigidez del Modelo Alternativo 1

| Piso | Centro de Masa | | Centro de Rigidez | | Excentricidad | |
|--------|----------------|-----------|-------------------|----------|---------------|---------|
| | XCCM m | YCCM m | XCR m | YCR m | ex m | ey m |
| Piso 1 | 12.800 | 11.202 | 12.379 | 12.682 | 0.421 | -1.480 |
| Piso 2 | 12.819 | 11.199 | 12.650 | 12.300 | 0.169 | -1.102 |
| Piso 3 | 12.819 | 11.199 | 12.913 | 11.982 | -0.094 | -0.784 |
| Piso 4 | 12.819 | 11.199 | 13.131 | 11.693 | -0.312 | -0.494 |
| Piso 5 | 12.819 | 11.199 | 13.317 | 11.418 | -0.498 | -0.219 |
| Piso 6 | 12.873 | 11.211 | 13.486 | 11.140 | -0.613 | 0.072 |
| Piso 7 | 12.892 | 11.129 | 13.607 | 10.894 | -0.714 | 0.235 |
| | | | Prom. | | 0.403 | 0.627 |

Nota. Aún existe excentricidad, pero ya es reducida en ambas direcciones a diferencia del Modelo inicial.

- Modelo 2

Se uniformiza las columnas (0.25m x 0.80) y una columna T (1.00m X 0.60m) y las placas respectivamente, similar al modelo 1 con la diferencia de la placa que se encuentra ubicado entre el Eje G y el Eje 4.

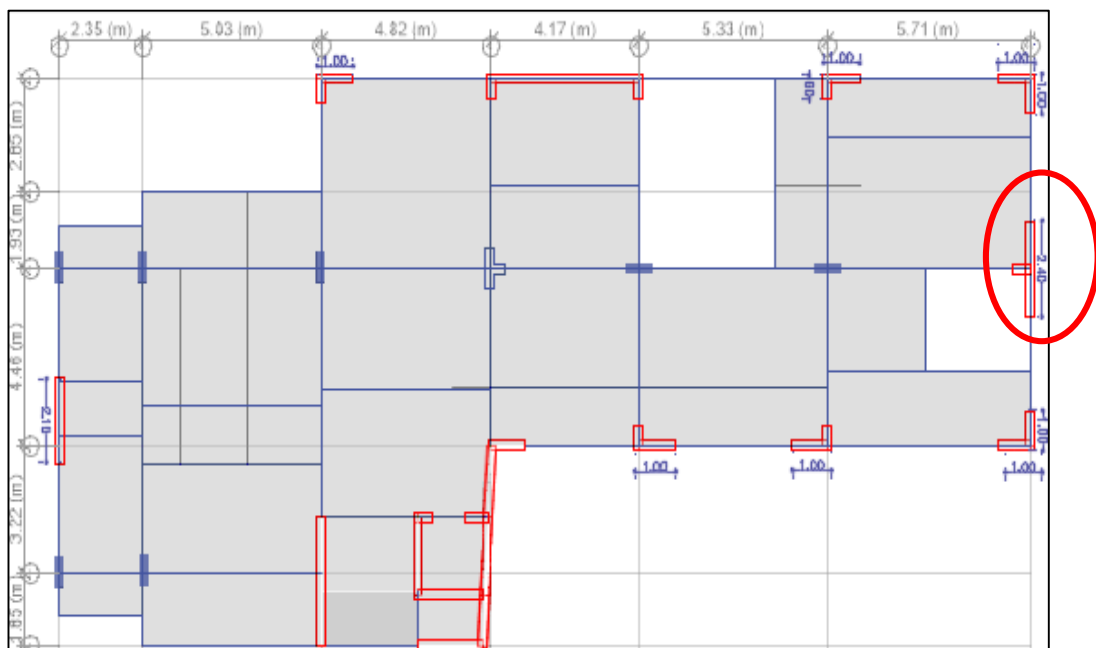


Figura 40. Estructura del Modelo 2 Alternativo

Nota. Es similar al modelo Alternativo 1, varía en la longitud de la placa (L= 2.40m) indicada y solo por ella se comporta de diferente manera, resultando ya no tener irregularidad en el Eje X-X. Fuente: Extraída del Programa Etabs 2016

Tabla 23

Irregularidades Encontradas en el Modelo 2 Alternativo.

| Configuración | Tipo de Irregularidad | X-X | Y-Y |
|---------------|--|-----|-----|
| Altura | Irregularidad de Rigidez Piso Blando | No | No |
| | Irregularidad de Resistencia Piso Débil | No | No |
| | Irregularidad de Rigidez Piso Blando Extrema | No | No |
| | Irregularidad de Resistencia Piso Débil Extrema | No | No |
| | Irregularidad de Masa o Peso | No | No |
| | Irregularidad Geométrica Vertical | No | No |
| | Discontinuidad en los Sistemas Resistentes | No | No |
| | Discontinuidad extrema en los Sistemas Resistentes | No | No |
| Planta | Irregularidad Torsional | No | Si |
| | Irregularidad Torsional Extrema | No | No |
| | Esquinas Entrantes | Si | Si |
| | Discontinuidad del Diafragma | No | No |
| | Sistemas no Paralelos | No | No |

Nota: En este modelo alternativo, no existe torsión en X, pero en si en el eje Y, Pero es controlable, pero cumple con todos los parámetros que la norma exige.

Tabla 24

Centro de Masa y Centro de Rigidez del Modelo Alternativo 2

| Piso | Centro de Masa | | Centro de Rigidez | | Excentricidad | |
|--------|----------------|-----------|-------------------|----------|---------------|---------|
| | XCCM m | YCCM m | XCR m | YCR m | ex m | ey m |
| Piso 1 | 12.787 | 11.201 | 12.376 | 12.676 | 0.411 | -1.475 |
| Piso 2 | 12.806 | 11.197 | 12.592 | 12.293 | 0.214 | -1.096 |
| Piso 3 | 12.806 | 11.197 | 12.847 | 11.974 | -0.041 | -0.777 |
| Piso 4 | 12.806 | 11.197 | 13.065 | 11.684 | -0.259 | -0.487 |
| Piso 5 | 12.806 | 11.197 | 13.251 | 11.409 | -0.445 | -0.212 |
| Piso 7 | 12.886 | 11.129 | 13.542 | 10.884 | -0.657 | 0.244 |
| Piso 6 | 12.859 | 11.210 | 13.420 | 11.130 | -0.561 | 0.080 |
| | | | | Prom. | 0.370 | 0.624 |

Nota. Aún existe excentricidad, pero ya está mejorando en el eje X a diferencia del Modelo inicial.

Modelo 3

Se uniformiza las columnas (0.25m x 0.80) , una columna T(1.00m X 0.60m) y una columna L(1.00mX 0.60m)y las placas respectivamente, similar al modelo 1 y 2 con la diferencia de la placa que se encuentra ubicado entre el Eje G y el Eje 4, que tiene una longitud de L=2.30m

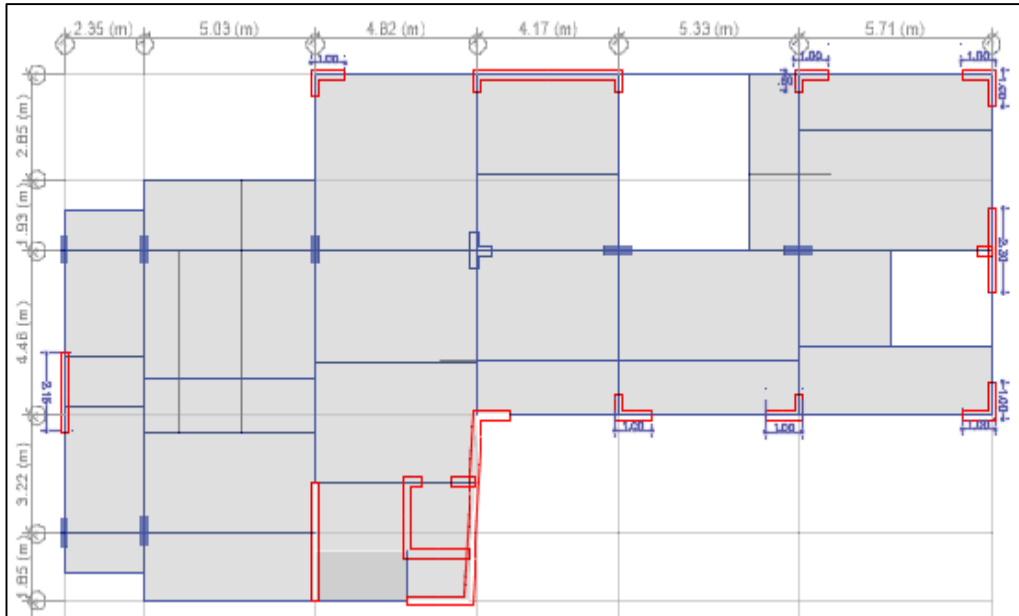


Figura 41. Estructura del Modelo 3 Alternativo.

Nota: Es similar al modelo Alternativo 1, varía en la longitud de la placa (L= 2.30m) indicada y solo por ella se comporta de diferente manera, resultando ya tener irregularidad en el Eje X-X y el Eje Y-Y. Fuente: Extraída del Programa Etabs 2016

Tabla 25

Irregularidades encontradas en el Modelo 3 Alternativo

| Configuración | Tipo de Irregularidad | X-X | Y-Y |
|---------------|--|-----|-----|
| Altura | Irregularidad de Rigidez Piso Blando | No | No |
| | Irregularidad de Resistencia Piso Débil | No | No |
| | Irregularidad de Rigidez Piso Blando Extrema | No | No |
| | Irregularidad de Resistencia Piso Débil Extrema | No | No |
| | Irregularidad de Masa o Peso | No | No |
| | Irregularidad Geométrica Vertical | No | No |
| | Discontinuidad en los Sistemas Resistentes | No | No |
| | Discontinuidad extrema en los Sistemas Resistentes | No | No |
| Planta | Irregularidad Torsional | Si | Si |
| | Irregularidad Torsional Extrema | No | No |
| | Esquinas Entrantes | Si | Si |
| | Discontinuidad del Diafragma | No | No |
| | Sistemas no Paralelos | No | No |

Nota. En este modelo alternativo, existe torsión en X, Y, Pero es controlable, ya que cumple con todos los parámetros que la norma exige.

Tabla 26 Centro de Masa y Centro de Rigidez del Modelo Alternativo 3

| Piso | Centro de Masa | | Centro de Rigidez | | Excentricidad | |
|--------|----------------|-----------|-------------------|----------|---------------|---------|
| | XCCM m | YCCM m | XCR m | YCR m | ex m | ey m |
| Piso 1 | 12.787 | 11.201 | 12.237 | 12.666 | 0.550 | -1.465 |
| Piso 2 | 12.806 | 11.197 | 12.466 | 12.282 | 0.340 | -1.085 |
| Piso 3 | 12.806 | 11.197 | 12.733 | 11.962 | 0.072 | -0.765 |
| Piso 4 | 12.806 | 11.197 | 12.955 | 11.671 | -0.149 | -0.473 |
| Piso 5 | 12.806 | 11.197 | 13.141 | 11.395 | -0.335 | -0.198 |
| Piso 7 | 12.886 | 11.129 | 13.434 | 10.868 | -0.548 | 0.261 |
| Piso 6 | 12.859 | 11.210 | 13.309 | 11.116 | -0.451 | 0.095 |
| | | | Prom. | | 0.349 | 0.620 |

Nota. Aún existe excentricidad, pero ya es reducida en la dirección en X- X, se va semejando más a los resultados del modelo 2

- Modelo 4

Se analizó con el predimensionamiento inicial, pero extrayéndole la caja de ascensor, ya que inicialmente se observó que por la caja de ascensor existía rotación.

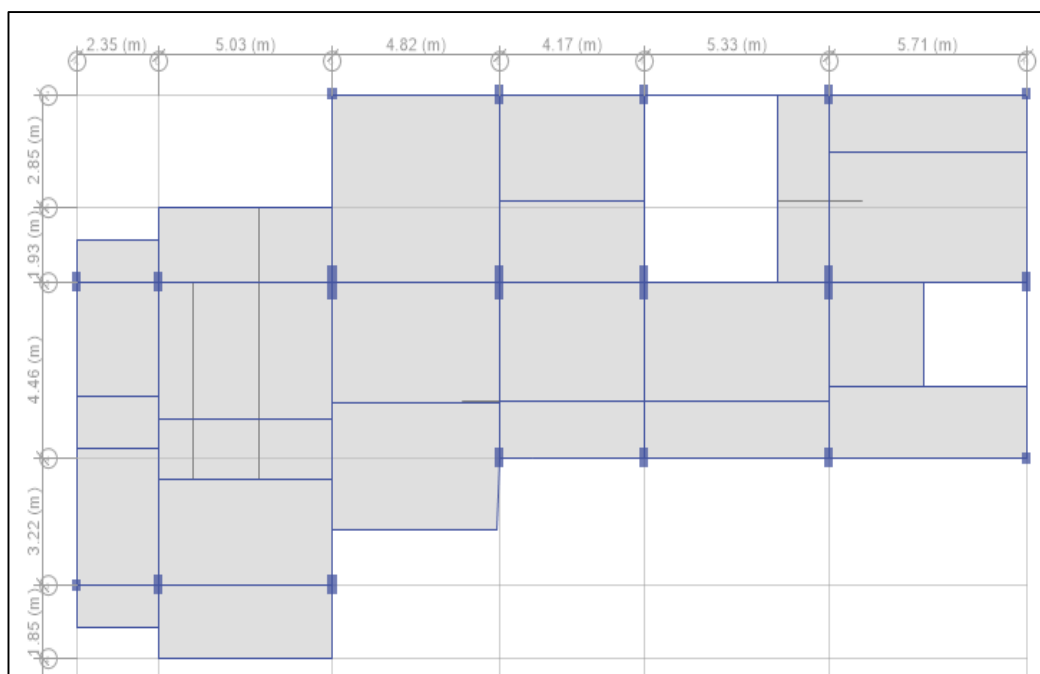


Figura 42. Estructura del Modelo 4 Alternativo- Sin Caja de Ascensor.

Tabla 27

Irregularidades encontradas en el Modelo 4 - Sin Caja de Ascensor

| Configuración | Tipo de Irregularidad | X-X | Y-Y |
|---------------|--|-----|-----|
| Altura | Irregularidad de Rigidez Piso Blando | Si | Si |
| | Irregularidad de Resistencia Piso Débil | No | No |
| | Irregularidad de Rigidez Piso Blando Extrema | No | No |
| | Irregularidad de Resistencia Piso Débil Extrema | No | No |
| | Irregularidad de Masa o Peso | No | No |
| | Irregularidad Geométrica Vertical | No | No |
| | Discontinuidad en los Sistemas Resistentes | No | No |
| | Discontinuidad extrema en los Sistemas Resistentes | No | No |
| Planta | Irregularidad Torsional | Si | Si |
| | Irregularidad Torsional Extrema | No | No |
| | Esquinas Entrantes | Si | Si |
| | Discontinuidad del Diafragma | No | No |
| | Sistemas no Paralelos | No | No |

Nota. En este modelo alternativo, existe irregularidad torsional en dirección X, Y, pese a que ya no cuenta con ascensor y que esto estaba provocando la torsión pero resulto ser muy flexible, ya que actúa aislada ante los sismos.

Tabla 28

Centro de Masa y Centro de Rigidez del Modelo Alternativo 4-sin Caja de Ascensor

| | Centro de Masa | | Centro de Rigidez | | Excentricidad | |
|--------|----------------|-----------|-------------------|----------|---------------|---------|
| | XCCM m | YCCM m | XCR m | YCR m | ex m | ey m |
| Piso 1 | 12.835 | 11.192 | 13.369 | 11.657 | -0.534 | -0.465 |
| Piso 2 | 12.876 | 11.193 | 13.027 | 11.612 | -0.150 | -0.420 |
| Piso 3 | 12.876 | 11.193 | 12.814 | 11.603 | 0.063 | -0.411 |
| Piso 4 | 12.876 | 11.193 | 12.683 | 11.610 | 0.193 | -0.417 |
| Piso 5 | 12.876 | 11.193 | 12.600 | 11.625 | 0.276 | -0.432 |
| Piso 7 | 13.327 | 11.293 | 12.476 | 11.665 | 0.851 | -0.372 |
| Piso 6 | 12.905 | 11.157 | 12.540 | 11.644 | 0.366 | -0.487 |
| | | | | Prom. | 0.348 | 0.429 |

Nota. Aún existe excentricidad, pero ya es reducida en el eje X y Y, a diferencia del resto cuenta con menor excentricidad en ambos ejes.

- Modelo 5
- Se uniformiza las columnas (0.25m x 0.80), una columna T (1.00m X 0.60m) y una L (1X0.60m) y las placas respectivamente.

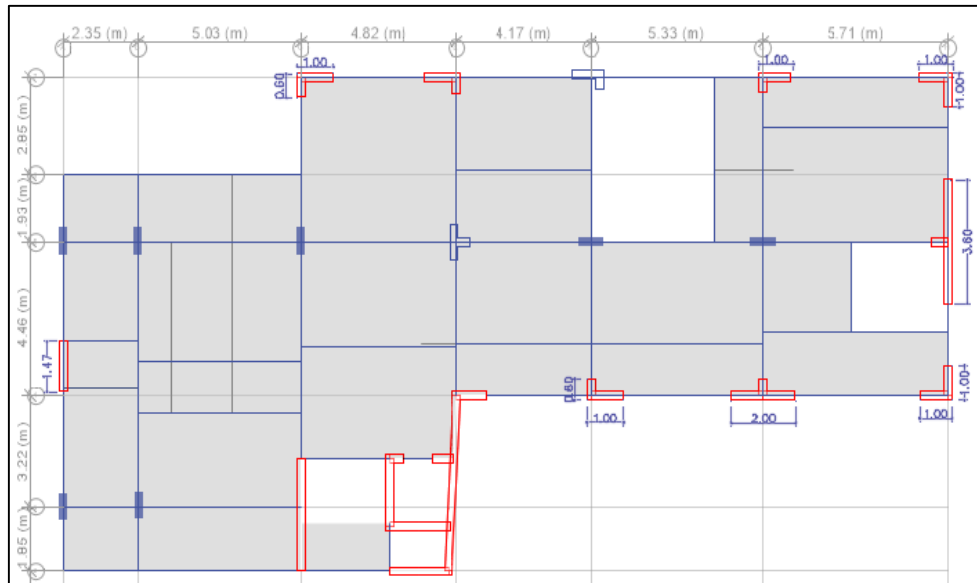


Figura 43. Estructuración del Modelo Alternativo 5

Es similar al modelo Alternativo 1, varía en vez de plaza en el eje E se colocó una columna L, y en el eje 3 la longitud de la placa ($L=2.00\text{m}$), reducción de la placa en el eje A ($L=1.47\text{m}$) y aumento de la dimensión de la placa en el eje G ($L=3.00\text{m}$) y por esos cambio se comporta de diferente manera, resultando ya tener irregularidad torsional extrema en el Eje Y-Y pero como el desplazamiento es menor del 50% del Desplazamiento permisible no aplica. Fuente: Extraída del Programa Etabs 2016.

Tabla 29

Irregularidades Encontradas en el Modelo Alternativo 4

| Configuración | Tipo de Irregularidad | X-X | Y-Y |
|---------------------------------|--|-------------------------|-----|
| Altura | Irregularidad de Rigidez Piso Blando | No | No |
| | Irregularidad de Resistencia Piso Débil | No | No |
| | Irregularidad de Rigidez Piso Blando Extrema | No | No |
| | Irregularidad de Resistencia Piso Débil Extrema | No | No |
| | Irregularidad de Masa o Peso | No | No |
| | Irregularidad Geométrica Vertical | No | No |
| | Discontinuidad en los Sistemas Resistentes | No | No |
| | Discontinuidad extrema en los Sistemas Resistentes | No | No |
| | Planta | Irregularidad Torsional | No |
| Irregularidad Torsional Extrema | | No | Si |
| Esquinas Entrantes | | Si | Si |
| Discontinuidad del Diafragma | | No | No |
| Sistemas no Paralelos | | No | No |

Nota. Se observa que existe aún irregularidad extrema solo en el eje Y-Y, pero no aplica ya que el desplazamiento es menor que el 50% desplazamiento permisible.

Tabla 30

Centro de Masa y Centro de Rigidez del Modelo 5 Alternativo

| Piso | Centro de Masa | | | Centro de Rigidez | | Excentricidad | |
|--------|----------------|-----------|----------|-------------------|---------|---------------|--|
| | XCCM m | YCCM m | XCR m | YCR m | ex m | ey m | |
| Piso 1 | 12.796 | 11.229 | 14.465 | 9.695 | -1.669 | 1.534 | |
| Piso 2 | 12.815 | 11.225 | 14.592 | 9.112 | -1.777 | 2.113 | |
| Piso 3 | 12.815 | 11.225 | 14.727 | 9.172 | -1.912 | 2.054 | |
| Piso 4 | 12.815 | 11.225 | 14.921 | 9.338 | -2.106 | 1.888 | |
| Piso 5 | 12.815 | 11.225 | 15.143 | 9.503 | -2.328 | 1.723 | |
| Piso 7 | 12.892 | 11.139 | 15.499 | 9.738 | -2.607 | 1.401 | |
| Piso 6 | 12.868 | 11.239 | 15.356 | 9.641 | -2.488 | 1.597 | |
| | | | | Prom. | 2.127 | 1.759 | |

Nota. La excentricidad se va alejando un poco y esto está produciendo torsión.

Resumen

4.1.2. La asimetría estructural y los modos de vibración de un edificio.

Tabla 31

Modos de Vibración

| Modos de Vibración | Modelo 1 | | | Modelo 2 | | | Modelo 3 | | | Modelo 4 | | | Modelo 5 | | |
|--------------------|----------|-----------|------|----------|-----------|------|----------|-----------|------|----------|-----------|------|----------|-----------|------|
| | T | Dirección | % | T | Dirección | % | T | Dirección | % | T | Dirección | % | T | Dirección | % |
| 1er | 0.478 | X | 72.6 | 0.478 | X | 72.5 | 0.478 | X | 72.4 | 1.435 | X | 98.9 | 0.515 | X | 94.2 |
| 2do | 0.403 | Y | 43.3 | 0.403 | Y | 39.4 | 0.404 | RZ | 61.9 | 1.203 | Y | 58.6 | 0.444 | Y | 55.3 |
| 3er | 0.394 | Z | 64.6 | 0.396 | RZ | 60.1 | 0.4 | Y | 57 | 1.162 | RZ | 58.1 | 0.341 | RZ | 57 |

Fuente: Elaboración propia

Centro de Masa

Tabla 32

Resumen de Centro de Masa de los 5 modelos (Modelo inicial, Modelo 1, 2, 3, 4 y 5 optimizado) en EL Eje X-X

| Pisos | Mod. Inici. | Modelo1 | Modelo 2 | Modelo 3 | Modelo 4 | Modelo 5 |
|--------|-------------|---------|----------|----------|----------|----------|
| | m | m | m | m | m | m |
| Piso 1 | 12.829 | 12.796 | 12.7872 | 12.7868 | 12.8348 | 12.796 |
| Piso 2 | 12.870 | 12.815 | 12.806 | 12.8056 | 12.8763 | 12.8147 |
| Piso 3 | 12.870 | 12.815 | 12.806 | 12.8056 | 12.8763 | 12.8147 |
| Piso 4 | 12.870 | 12.815 | 12.806 | 12.8056 | 12.8763 | 12.8147 |
| Piso 5 | 12.870 | 12.815 | 12.806 | 12.8056 | 12.8763 | 12.8147 |
| Piso 6 | 12.936 | 12.868 | 12.8592 | 12.8587 | 12.9053 | 12.8676 |
| Piso 7 | 13.249 | 12.892 | 12.8859 | 12.8857 | 13.3268 | 12.892 |

Nota. Fuente: Elaboración Propia

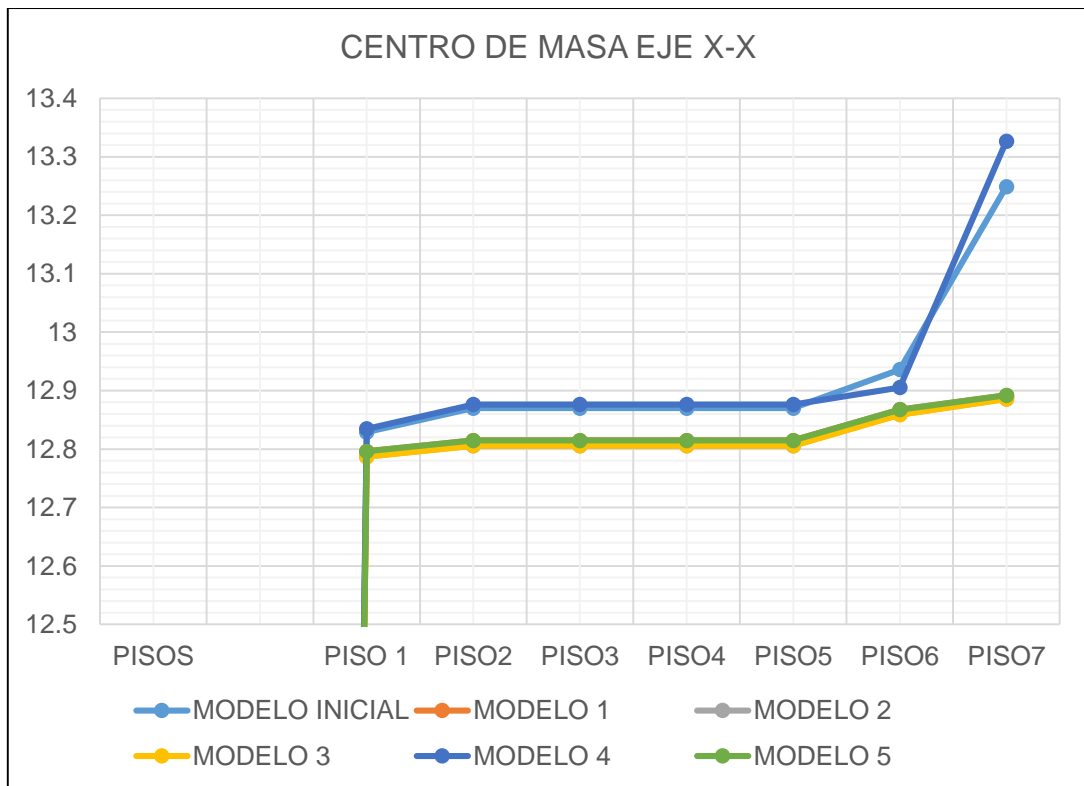


Figura 44. Diagrama del Centro de Masa en el Eje X-X

Tabla 33

Resumen del Centro de Masa en el Eje Y-Y

| Pisos | Mod. Inic. | Modelo1 | Modelo 2 | Modelo 3 | Modelo 4 | Modelo 5 |
|--------|------------|---------|----------|----------|----------|----------|
| | m | m | m | m | m | m |
| Piso 1 | 11.199 | 11.229 | 11.201 | 11.201 | 11.192 | 11.229 |
| Piso 2 | 11.199 | 11.225 | 11.197 | 11.197 | 11.193 | 11.225 |
| Piso 3 | 11.199 | 11.225 | 11.197 | 11.197 | 11.193 | 11.225 |
| Piso 4 | 11.199 | 11.225 | 11.197 | 11.197 | 11.193 | 11.225 |
| Piso 5 | 11.199 | 11.225 | 11.197 | 11.197 | 11.193 | 11.225 |
| Piso 6 | 11.221 | 11.239 | 11.210 | 11.210 | 11.157 | 11.239 |
| Piso 7 | 11.184 | 11.139 | 11.129 | 11.129 | 11.293 | 11.139 |

Nota. Las distancias están similares la variación se da en los últimos pisos, especialmente en el modelo 4, 5. Fuente: Elaboración Propia

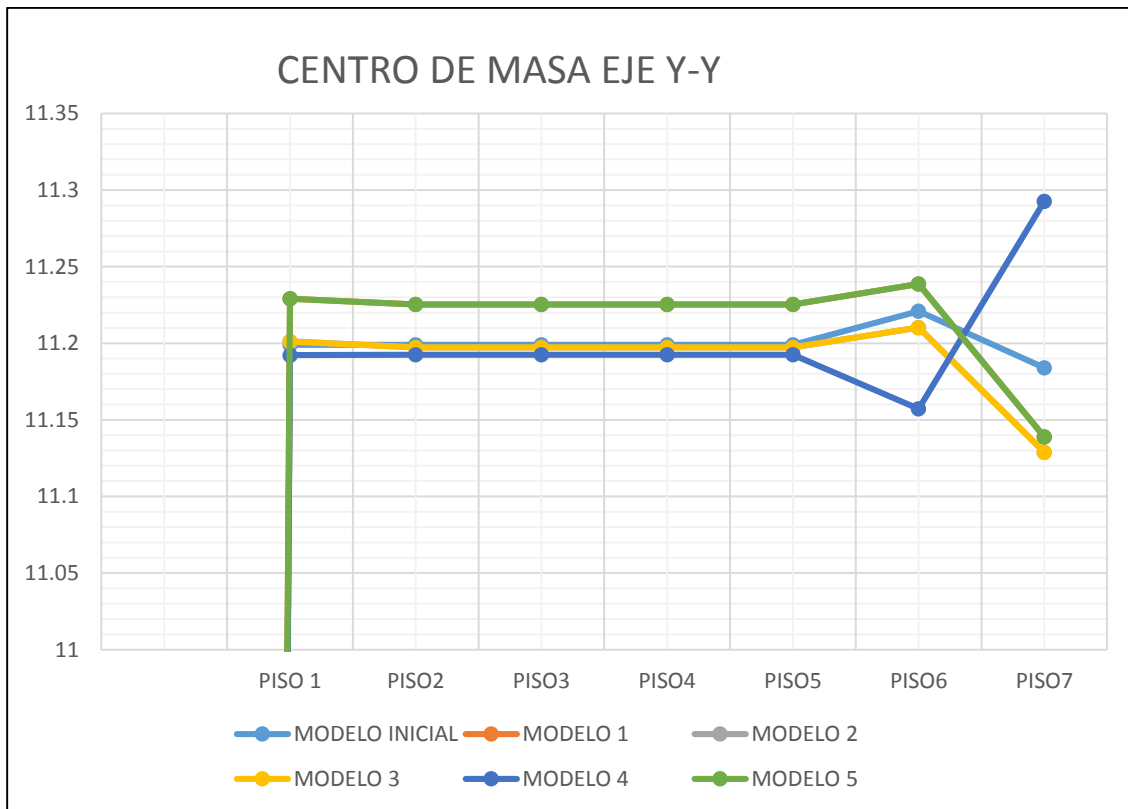


Figura 45. Diagrama del Centro de Masa en el Eje Y-Y

Centro de Rigidez

Tabla 34

Resumen de los Centros de Rigidez en el Eje Y-Y

| Pisos | Mod. Inic. | Modelo 1 | Modelo 2 | Modelo 3 | Modelo 4 | Modelo 5 |
|--------|------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | m | m | m | m | m | m |
| Piso 1 | 10.465 | 14.465 | 12.376 | 12.237 | 13.369 | 14.465 |
| Piso 2 | 10.860 | 14.592 | 12.592 | 12.466 | 13.027 | 14.592 |
| Piso 3 | 11.138 | 14.727 | 12.847 | 12.733 | 12.814 | 14.727 |
| Piso 4 | 11.314 | 14.921 | 13.065 | 12.955 | 12.683 | 14.921 |
| Piso 5 | 11.437 | 15.143 | 13.251 | 13.141 | 12.600 | 15.143 |
| Piso 6 | 11.545 | 15.356 | 13.420 | 13.309 | 12.540 | 15.356 |
| Piso 7 | 11.671 | 15.499 | 13.542 | 13.434 | 12.476 | 15.499 |

Fuente: Elaboración Propia

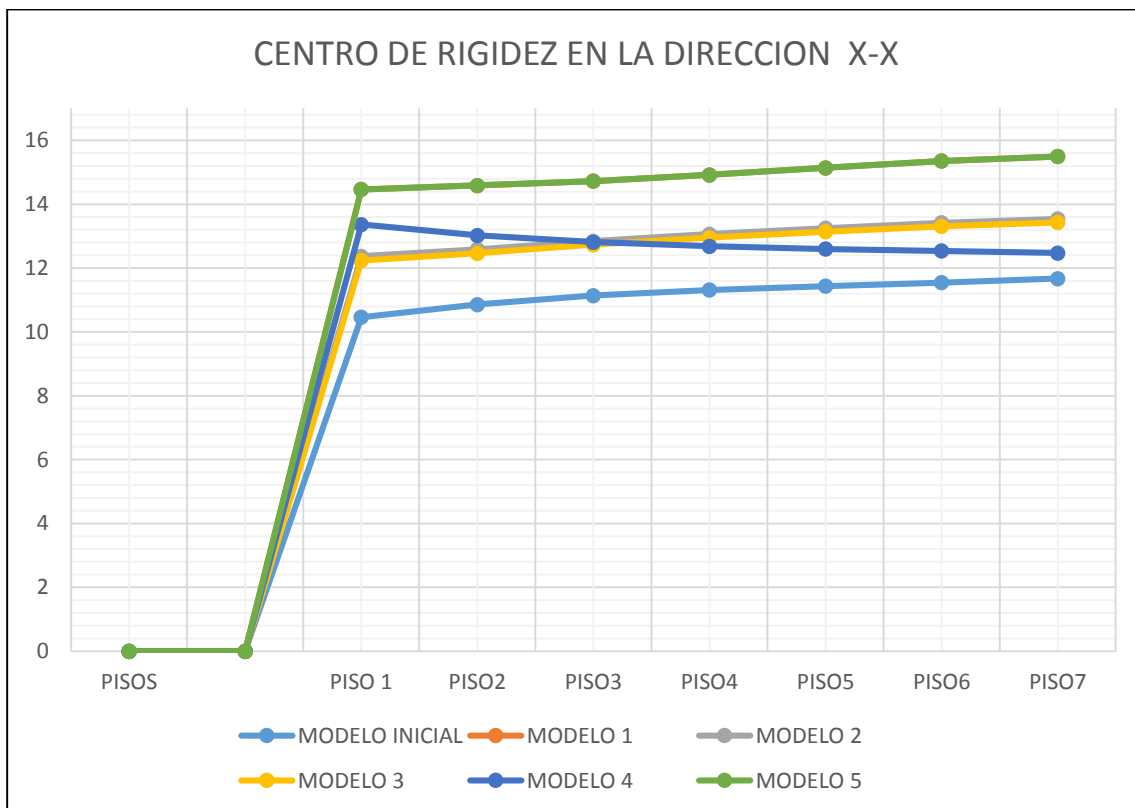


Figura 46. Diagrama del Centro de Rigidez en el eje X-X

Tabla 35

Resumen del Centro de Rigidez en el eje Y-Y

| Pisos | Mod. Inic. | Modelo 1 | Modelo 2 | Modelo 3 | Modelo 4 | Modelo 5 |
|--------|------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | m | m | m | m | m | m |
| Piso 1 | 11.199 | 11.229 | 11.2012 | 11.2011 | 11.1922 | 11.2291 |
| Piso2 | 11.199 | 11.225 | 11.1974 | 11.1973 | 11.1926 | 11.2254 |
| Piso3 | 11.199 | 11.225 | 11.1974 | 11.1973 | 11.1926 | 11.2254 |
| Piso4 | 11.199 | 11.225 | 11.1974 | 11.1973 | 11.1926 | 11.2254 |
| Piso5 | 11.199 | 11.225 | 11.1974 | 11.1973 | 11.1926 | 11.2254 |
| Piso6 | 11.221 | 11.239 | 11.2103 | 11.2102 | 11.1572 | 11.2387 |
| Piso7 | 11.184 | 11.139 | 11.1288 | 11.1288 | 11.2928 | 11.1389 |

Nota. Fuente: Elaboración Propia

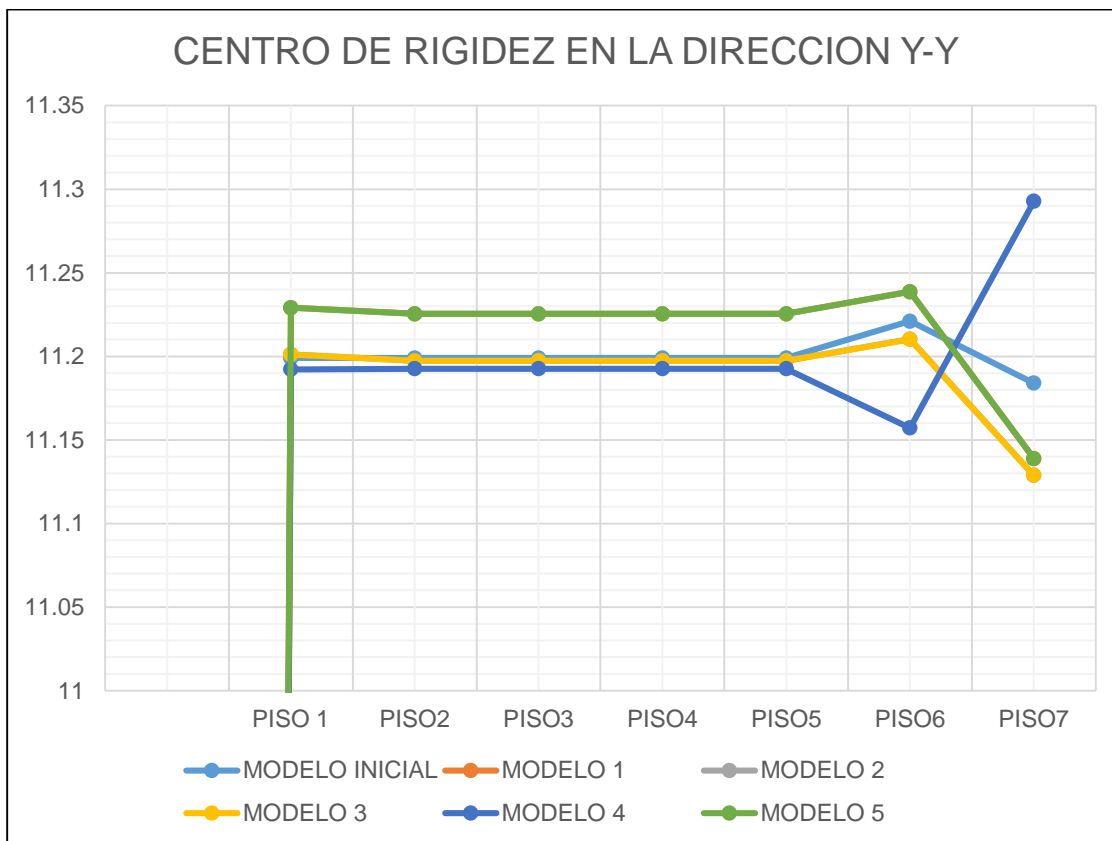


Figura 47. Diagrama de Centro de Rigidez en el Eje Y-Y

Excentricidad

Tabla 36

Resumen de Excentricidad en el eje X-X

| Pisos | Mod. Inic. | Modelo 1 | Modelo 2 | Modelo 3 | Modelo 4 | Modelo 5 |
|--------|------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | m | m | m | m | m | m |
| Piso 1 | 2.364 | 0.421 | 0.4114 | 0.55 | -0.5343 | -1.6691 |
| Piso 2 | 2.010 | 0.169 | 0.2144 | 0.34 | -0.1502 | -1.777 |
| Piso 3 | 1.732 | -0.094 | -0.0413 | 0.0723 | 0.0626 | -1.9121 |
| Piso 4 | 1.556 | -0.312 | -0.2585 | -0.1492 | 0.1931 | -2.1061 |
| Piso 5 | 1.433 | -0.498 | -0.4445 | -0.3351 | 0.2761 | -2.3279 |
| Piso 6 | 1.391 | -0.613 | -0.5605 | -0.4505 | 0.3656 | -2.488 |
| Piso 7 | 1.578 | -0.714 | -0.6565 | -0.5478 | 0.8512 | -2.6066 |
| Prom | 1.723 | 0.403 | 0.370 | 0.349 | 0.348 | -2.127 |

Nota. Fuente: Elaboración Propia

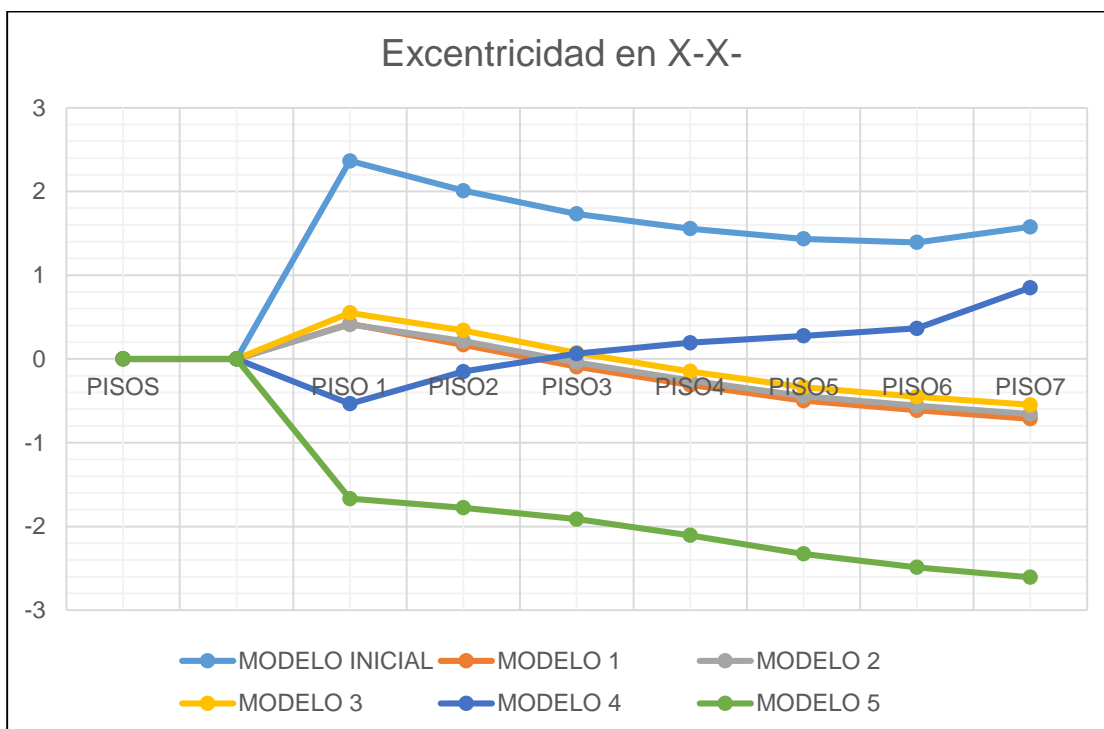


Figura 48. Diagrama de la Excentricidad en el Eje X-X

Tabla 37

Resumen de Excentricidad en la dirección en Y-Y

| Pisos | Mod. Inic. | Modelo 1 | Modelo 2 | Modelo 3 | Modelo 4 | Modelo 5 |
|--------|------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | m | m | m | m | m | m |
| Piso 1 | 5.991 | -1.480 | -1.4746 | -1.4647 | -0.4645 | 1.5342 |
| Piso 2 | 6.244 | -1.102 | -1.0956 | -1.0847 | -0.4197 | 2.1132 |
| Piso 3 | 6.072 | -0.784 | -0.7768 | -0.7646 | -0.4107 | 2.0538 |
| Piso 4 | 5.836 | -0.494 | -0.4867 | -0.4734 | -0.4175 | 1.8875 |
| Piso 5 | 5.604 | -0.219 | -0.2117 | -0.1978 | -0.4321 | 1.7225 |
| Piso 6 | 5.411 | 0.072 | 0.0801 | 0.0947 | -0.4871 | 1.5974 |
| Piso 7 | 5.186 | 0.235 | 0.2444 | 0.2605 | -0.3722 | 1.401 |
| Prom | 5.763 | 0.627 | 0.624 | 0.620 | -0.429 | 1.759 |

Nota. Fuente: Elaboración Propia

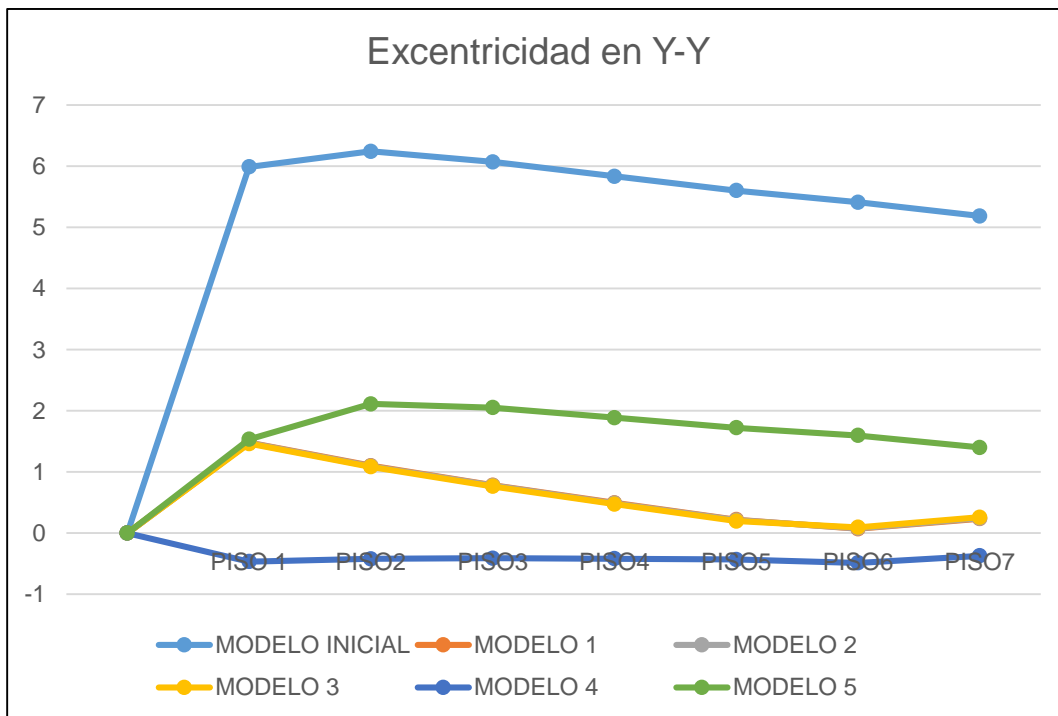


Figura 49. Diagrama de la Excentricidad en el eje Y-Y

4.1.3. La asimetría estructural y las cortantes por piso sísmico de un edificio.

Cortantes por Piso

Tabla 38

Cortante por Piso en el eje X.

| Pisos | Mod. Inic. | Modelo 1 | Modelo 2 | Modelo 3 | Modelo 4 | Modelo 5 |
|--------|------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | m | m | m | m | m | m |
| Piso 7 | 78.843 | 79.889 | 79.811 | 79.676 | -49.724 | 87.240 |
| Piso 6 | 130.27 | 133.150 | 133.046 | 132.887 | -88.176 | 148.769 |
| Piso 5 | 173.96 | 176.031 | 175.906 | 175.723 | -117.874 | 200.442 |
| Piso 4 | 206.23 | 209.529 | 209.382 | 209.171 | -139.278 | 241.417 |
| Piso 3 | 234.42 | 234.009 | 233.846 | 233.613 | -153.308 | 271.638 |
| Piso 2 | 252.09 | 249.569 | 249.386 | 249.119 | -161.045 | 290.575 |
| Piso 1 | 260.73 | 256.007 | 255.808 | 255.511 | -163.852 | 298.140 |

Nota. Fuente: Elaboración Propia

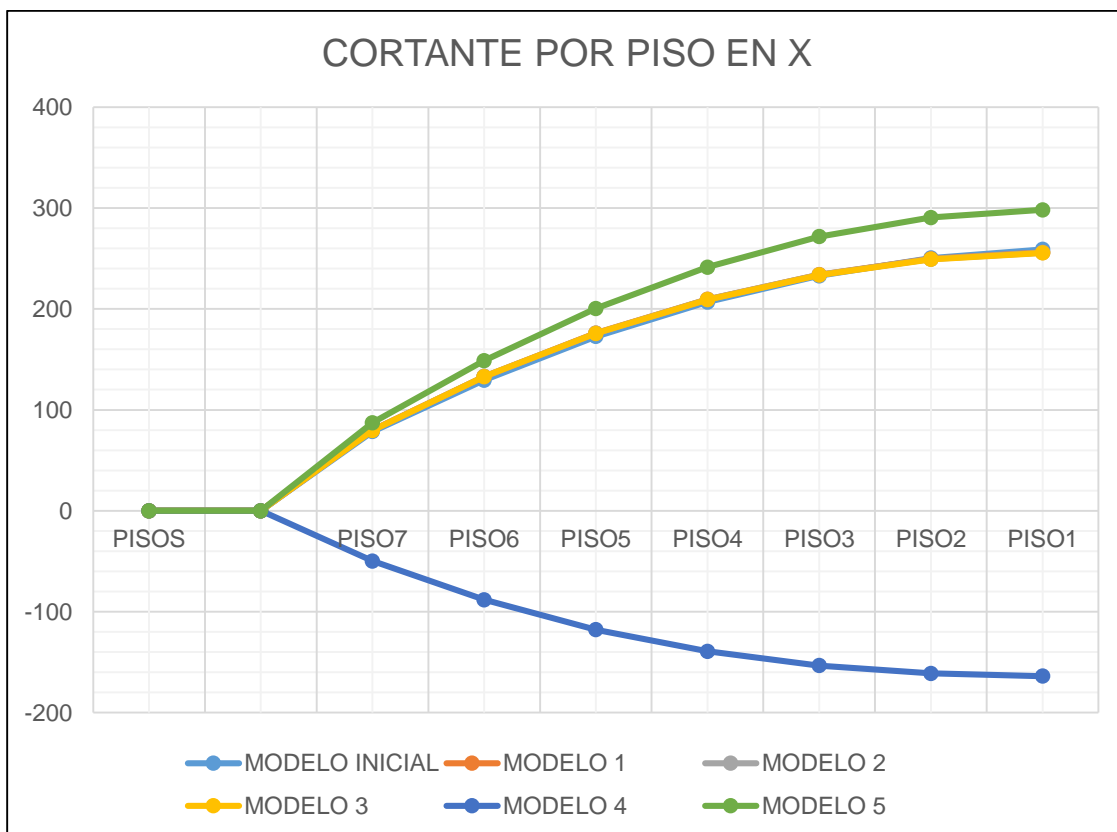


Figura 50. Cortante por Piso en el Eje X-X

Tabla 39

Cortante por piso en la dirección Y-Y

| Pisos | Mod. Inic. | Modelo1 | Modelo 2 | Modelo 3 | Modelo 4 | Modelo 5 |
|--------|------------|---------|----------|----------|----------|----------|
| | m | m | m | m | m | m |
| Piso 7 | 93.112 | 82.37 | 82.52 | 82.57 | -56.88 | 70.85 |
| Piso 6 | 150.14 | 134.76 | 135.21 | 135.62 | -101.65 | 116.03 |
| Piso 5 | 192.94 | 175.69 | 176.45 | 177.21 | -136.97 | 151.40 |
| Piso 4 | 225.95 | 207.44 | 208.38 | 209.35 | -163.10 | 178.68 |
| Piso 3 | 251.44 | 230.84 | 231.85 | 232.86 | -180.80 | 198.68 |
| Piso 2 | 268.20 | 246.39 | 247.34 | 248.27 | -191.04 | 211.88 |
| Piso 1 | 274.83 | 252.73 | 253.62 | 254.47 | -195.06 | 217.29 |

Fuente: Elaboración Propia

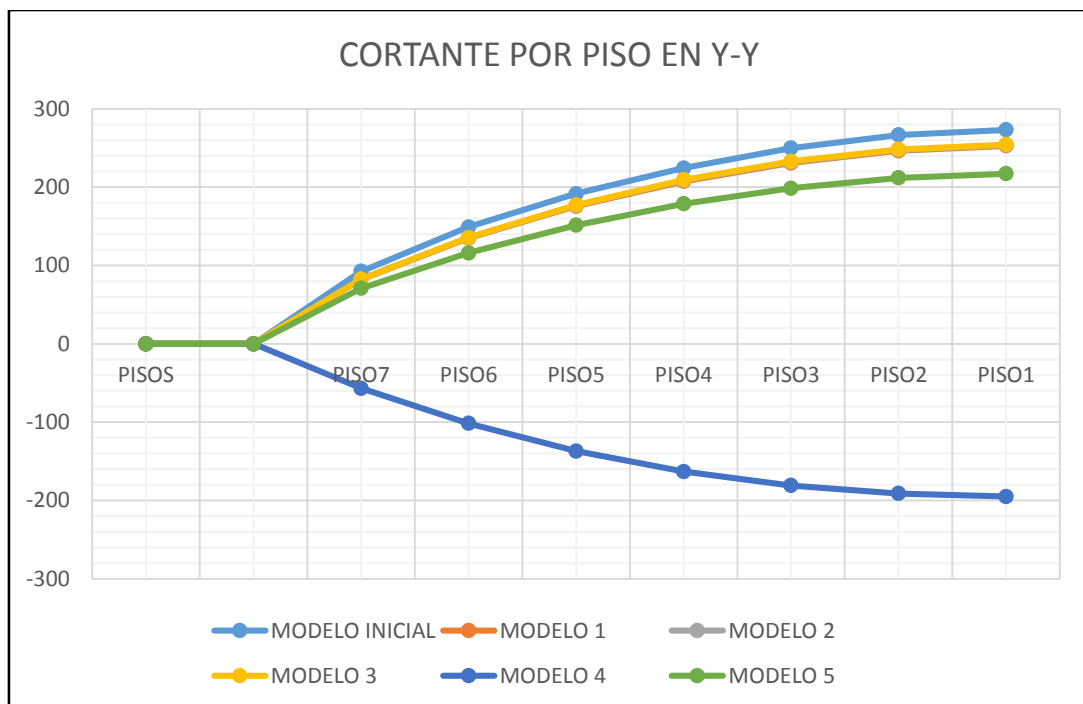


Figura 51. Cortante Por Piso En el Eje Y-Y.

4.1.4. La asimetría estructural influye en los desplazamientos de un edificio.

Desplazamientos máximos

Tabla 40

Resumen de desplazamientos máximos en el Eje X-X

| Pisos | Mod. Inic. | Modelo1 | Modelo 2 | Modelo 3 | Modelo 4 | Modelo 5 |
|--------|------------|---------|----------|----------|----------|----------|
| | m | m | m | m | m | m |
| Piso 7 | 0.0106 | 0.0036 | 0.0036 | 0.0034 | 0.0157 | 0.0034 |
| Piso 6 | 0.0149 | 0.0042 | 0.0042 | 0.0040 | 0.0261 | 0.0044 |
| Piso 5 | 0.0188 | 0.0047 | 0.0047 | 0.0044 | 0.0350 | 0.0053 |
| Piso 4 | 0.0216 | 0.0049 | 0.0049 | 0.0046 | 0.0422 | 0.0060 |
| Piso 3 | 0.0229 | 0.0047 | 0.0047 | 0.0044 | 0.0476 | 0.0061 |
| Piso 2 | 0.0213 | 0.0039 | 0.0039 | 0.0036 | 0.0493 | 0.0053 |
| Piso 1 | 0.0125 | 0.0020 | 0.0020 | 0.0019 | 0.0369 | 0.0028 |

Fuente: Elaboración Propia

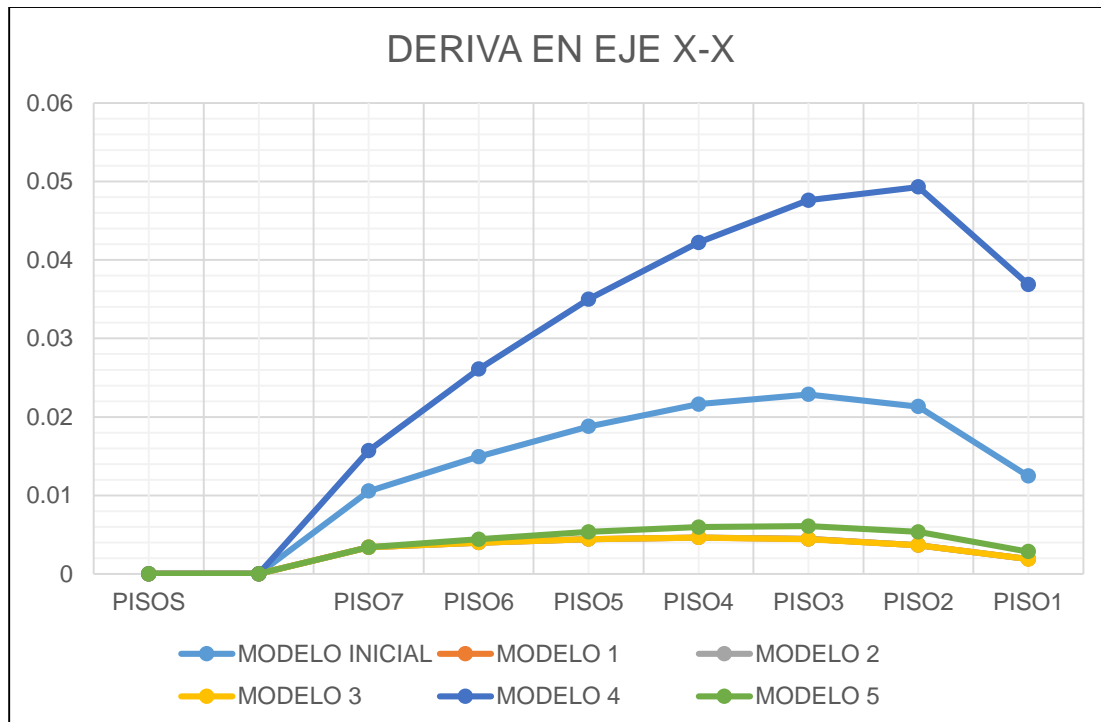


Figura 52. Diagrama de los desplazamientos máx. en el eje X-X

Tabla 41

Resumen del Desplazamiento máximo en el Eje Y-Y

| Pisos | Mod. Inic. | Modelo 1 | Modelo 2 | Modelo3 | Modelo 4 | Modelo 5 |
|--------|------------|----------|----------|---------|----------|----------|
| | m | m | m | m | m | m |
| Piso 7 | 0.0081 | 0.0039 | 0.0038 | 0.0036 | 0.0248 | 0.0049 |
| Piso 6 | 0.0092 | 0.0041 | 0.0041 | 0.0038 | 0.0352 | 0.0054 |
| Piso 5 | 0.0106 | 0.0042 | 0.0042 | 0.0039 | 0.0456 | 0.0057 |
| Piso 4 | 0.0114 | 0.0041 | 0.0040 | 0.0038 | 0.0537 | 0.0057 |
| Piso 3 | 0.0114 | 0.0037 | 0.0038 | 0.0036 | 0.0574 | 0.0053 |
| Piso 2 | 0.0103 | 0.0031 | 0.0031 | 0.0030 | 0.0527 | 0.0042 |
| Piso 1 | 0.0060 | 0.0016 | 0.0016 | 0.0016 | 0.0292 | 0.0021 |

Fuente: Elaboración Propia

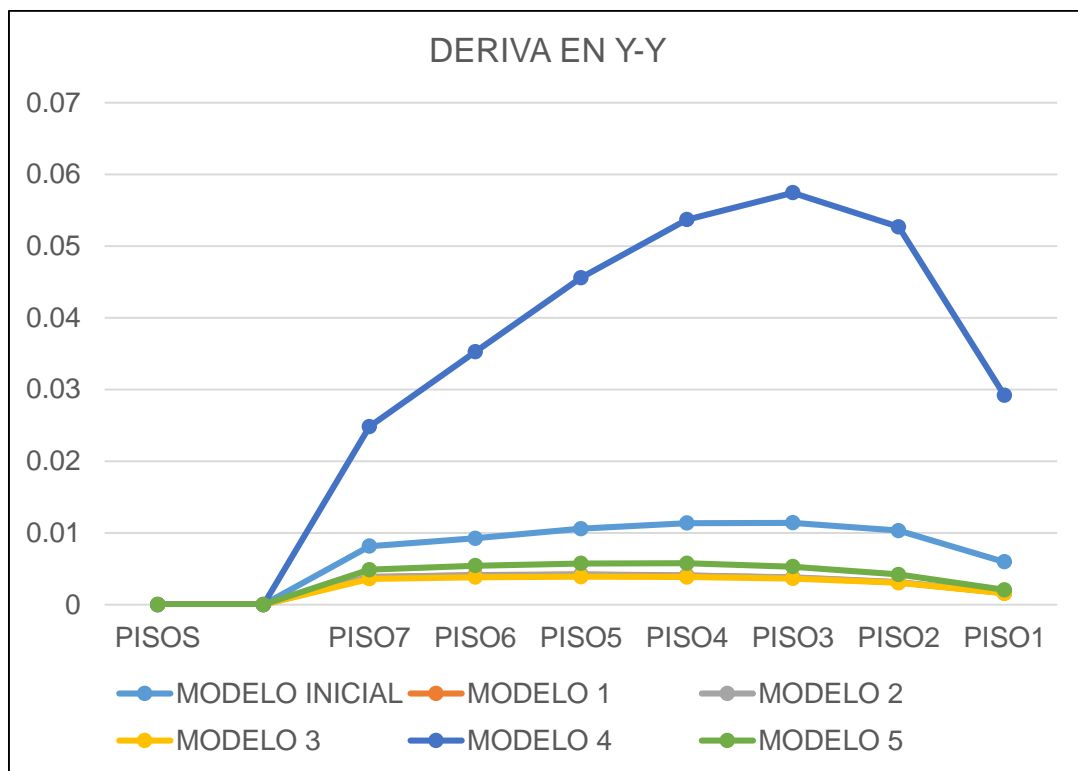


Figura 53. Diagrama de los desplazamientos máx. en el eje Y-Y.

Comparación del Modelo Inicial Vs Modelo 2 Optimizado

Tabla 42

Comparación del desplazamiento en dirección X-X Modelo 2 Vs Modelo inicial

| Pisos | Mod. Inic. | Modelo2 | Deriva permisible |
|----------|------------|---------|-------------------|
| Piso 7 | 0.0106 | 0.0036 | 0.007 |
| Piso 6 | 0.0149 | 0.0042 | 0.007 |
| Piso 5 | 0.0188 | 0.0047 | 0.007 |
| Piso 4 | 0.0216 | 0.0049 | 0.007 |
| Piso 3 | 0.0229 | 0.0047 | 0.007 |
| Piso 2 | 0.0213 | 0.0039 | 0.007 |
| Piso 1 | 0.0125 | 0.0020 | 0.007 |
| Promedio | 0.018 | 0.004 | 0.007 |

Fuente: Elaboración Propia

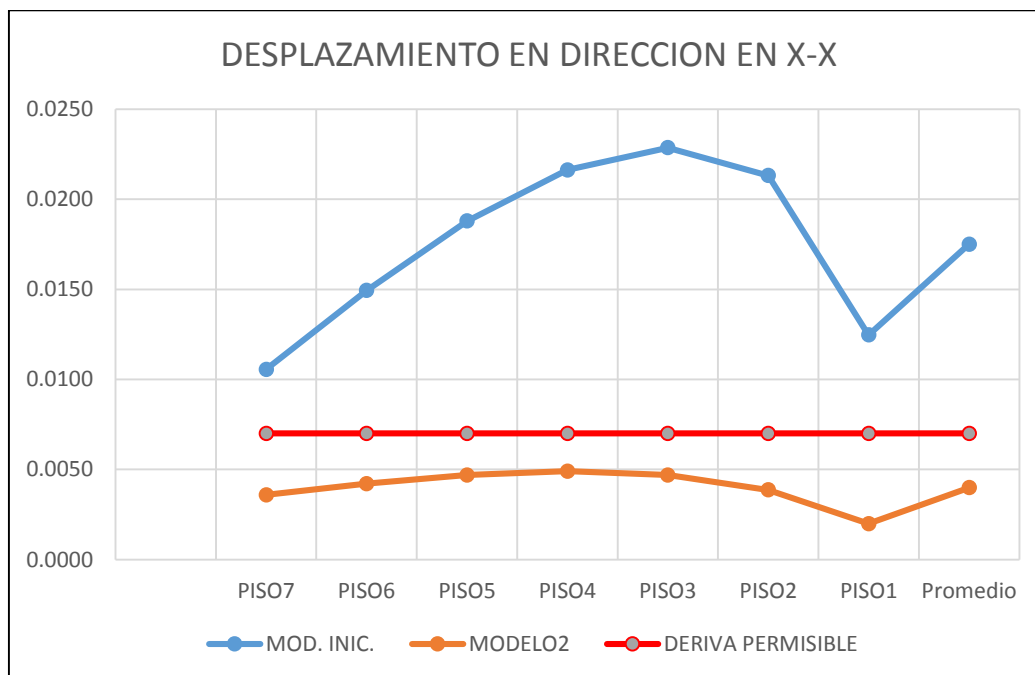


Figura 54. Desplazamiento en Dirección en X-X. Nota: El modelo inicial sobrepasaba el límite permisible, mientras el modelo 2 esta dentro de lo permisible.

Tabla 43

Comparación del desplazamiento en dirección Y-Y Modelo 2 Vs Modelo inicial

| Pisos | Mod. Inic. | Modelo 2 | Deriva permisible |
|----------|------------|----------|-------------------|
| Piso 7 | 0.0081 | 0.0038 | 0.007 |
| Piso 6 | 0.0092 | 0.0041 | 0.007 |
| Piso 5 | 0.0106 | 0.0042 | 0.007 |
| Piso 4 | 0.0114 | 0.0040 | 0.007 |
| Piso 3 | 0.0114 | 0.0038 | 0.007 |
| Piso 2 | 0.0103 | 0.0031 | 0.007 |
| Piso 1 | 0.0060 | 0.0016 | 0.007 |
| Promedio | 0.010 | 0.004 | 0.007 |

Fuente: Elaboración Propia

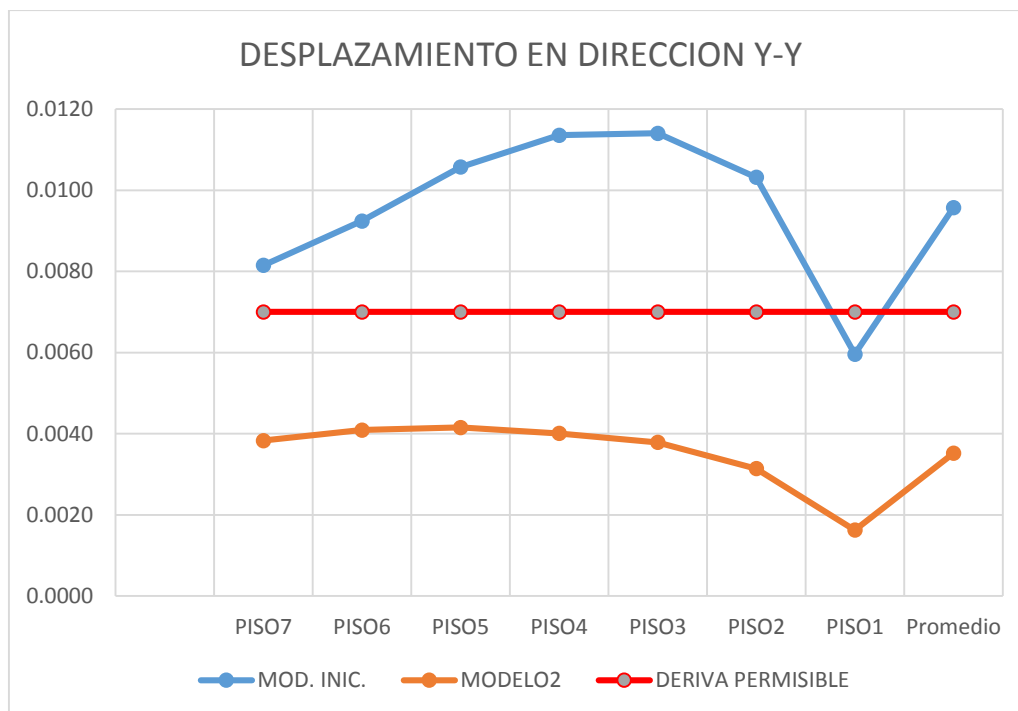


Figura 55. Desplazamiento en Dirección Y-Y.

Tabla 44

Excentricidad modelo inicial vs modelo 2 Dirección X-X

| Pisos | Mod. Inic. | Modelo 2 | Reducción |
|----------|------------|----------|-----------|
| Piso 1 | 2.364 | 0.4114 | 83% |
| Piso 2 | 2.010 | 0.2144 | 89% |
| Piso 3 | 1.732 | 0.0413 | 98% |
| Piso 4 | 1.556 | 0.2585 | 83% |
| Piso 5 | 1.433 | 0.4445 | 69% |
| Piso 6 | 1.391 | 0.5605 | 60% |
| Piso 7 | 1.578 | 0.6565 | 58% |
| Promedio | 1.723 | 0.370 | 79% |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 45

Excentricidad modelo inicial vs modelo 2

| Pisos | Mod. Inic. | Modelo 2 | Reducción |
|----------|------------|----------|-----------|
| Piso 1 | 5.991 | 1.4746 | 75% |
| Piso 2 | 6.244 | 1.0956 | 82% |
| Piso 3 | 6.072 | 0.7768 | 87% |
| Piso 4 | 5.836 | 0.4867 | 92% |
| Piso 5 | 5.604 | 0.2117 | 96% |
| Piso 6 | 5.411 | 0.0801 | 99% |
| Piso 7 | 5.186 | 0.2444 | 95% |
| Promedio | 5.763 | 0.624 | 89% |

Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Excentricidad

Dirección X-X

En el modelo inicial se observa que tiene mayor excentricidad 1.72 m, los modelos 1, 2,3 y 4 tienen las excentricidades ,0.403m, 0.37, 0.349y 0.348 respectivamente, por lo que se aprecia que estos 4 modelos tienen menor excentricidad en esta dirección y por ello tendrá buen desempeño, en el modelo 5 se ve que tiene una excentricidad mayor de 2.127m y que esta elevada, a lo que conllevara a no tener un buen desempeño sísmico.

Dirección Y-Y

El modelo inicial tiene una excentricidad muy alta de 5.763 m, que no tendrá un buen desempeño sísmico, mientras los modelos 1,2 3 y 4 tienen las excentricidades 0.627m. 0.624m, 0.620 y 0.429 respectivamente que son las menores, por tanto, en el modelo 5 se observa que la excentricidad 1.759 es alta tanto en esta dirección más.

Modos de vibración

La configuración estructural si influye en los modos de vibración, como se aprecia en la figura 53:

De acuerdo a la Tabla 14 se observa que el modelo inicial en su primer modo de vibración está en rotación , en el segundo recién pasa a la dirección en X-X y en el tercer modo de vibración está en dirección al eje Y-Y .Los modelo 1 y 2 que se parecen en configuración estructural sus

modos de vibración Según su configuración respecto a los modos de vibración tiene mayor participación en el primer modo en dirección X-X , segundo modo en Dirección Y-Y y en el tercero recién viene la rotación, que es lo adecuado , de igual manera sucede en el modelo 4 y 5 respecto a los modos de vibración. Por otro lado en el modelo 3 la configuración estructural si influye ya que al ser similar a los Modelo 1 y 2 , pero por una reducción en su placa de ($L=2.400m$) a $L=2.30m$ que es del modelo 3 el modo de vibración varia ya que en el primer modo de vibración se da en dirección X-X , pero ya en el segundo modo de vibración ya se da en Rotación esto por una distribución de rigidez diferente a los anteriores de una reducción en una de sus placas en la dirección Y-Y , la estructura está siendo menos rígido en esa dirección y es por ello que esta predominando la rotación en ese sentido .

Cortante Sísmica por Piso

Respecto a la dirección en X-X

- La configuración estructural si influye en los cortantes por piso, ya que el modelo 4 al no contar con caja de ascensor que era un elemento que proporciona rigidez a la estructura, al retirarla esta se vuelve una estructura muy flexible y la cortante disminuye, eso quiero decir que tendrá una menor magnitud de fuerza.
- El modelo 5 es muy rígido ya que acarrea mayor magnitud de fuerza, debido a que cuenta con más elementos estructurales que los otros modelos que la hace más rígida y las cortantes aumenten.
- Los modelos 1, 2 y 3 tienen una configuración estructural similares, dichos modelos acarrea menor fuerza lo que producen menor efecto de cortante en los elementos no estructurales (vidrios, parapetos, alfeizer, etc), estas están entre ser estructuras rígidas y flexibles y son las más adecuadas con respecto al modelo inicial.

Respecto a la Dirección Y-Y

- El modelo 4 es muy flexible, respecto a las cortantes en el modelo 4 tiene bajos esfuerzos eso quiere decir que tiene una menor magnitud de fuerza eso se debe a que se analizó el modelo sin la caja de ascensor.
- El modelo 5 en la dirección Y-Y, la cortante es mucho menor con respecto a la Dirección X-X, esto se traduce en una menor magnitud de fuerza.
- Los modelos 1, 2 y 3 que se parecen en configuración estructural, acarrearán menor fuerza lo que traducen menor daño en elementos no estructurales (vidrios, parapetos, alfeizer, etc.).

Desplazamiento

Dirección X-X

- La configuración estructural sí influye en los desplazamientos permisibles la cual se aprecia de la siguiente manera:
- Los Modelos 1,2 y 3 que son similares en su configuración estructural presentan los desplazamientos de 0.0049, 0.0049 y 0.0046 respectivamente y cumplen con ser menores del desplazamiento permisible de 0.007, estos desplazamientos se encuentran dentro de por más de la mitad lo que presenta una seguridad y economía aceptable Los modelos 1, 2 y 3 tienen similares desplazamientos por piso.
- Se observa que el modelo 5 al tener una configuración estructural que produce una excentricidad alta tiene un desplazamiento permitido ante la norma de 0.0061.
- El modelo inicial y el modelo 4, con desplazamiento de 0.0229 y 0.049 respectivamente sobrepasa los parámetros permisibles de desplazamiento., lo que no cumple con lo estipulado en la norma

Dirección Y-Y

- Los Modelos 1,2 y 3 que son similares en su configuración estructural presentan los desplazamientos de 0.0042, 0.0042 y 0.0039 respectivamente y cumplen con ser menores del desplazamiento permisible de 0.007, estos desplazamientos se encuentran dentro de por

más de la mitad lo que presenta una seguridad y economía aceptable Los modelos 1, 2 y3 tienen similares desplazamientos por piso.

- Se observa que el modelo 5 al tener una configuración estructural que produce una excentricidad alta, tiene un desplazamiento permitido ante la norma de 0.0057.
- El modelo inicial y el modelo 4, con desplazamiento de 0.0229 y 0.049 respectivamente sobrepasa los parámetros permisibles de desplazamiento, lo que no cumple con lo estipulado en la norma

CONCLUSIONES

1. La asimetría estructural si influye en el efecto torsional, dado que al distribuir de una manera correcta los elementos estructurales se tiene una buena configuración estructural, los Centro de Masa y Centro de Rigidez y estos generan un buen desempeño sísmico haciendo esto que las excentricidades se reduzcan y produzcan menores efectos torsionales , lo cual se aprecia en los modelos 1, 2, 3 y 4 tienen las menores excentricidades de acuerdo a la tabla 35 a diferencia del Modelo Inicial y Modelo 5 , que estas tienen excentricidades altas superan la unidad .
2. La configuración estructural si influye en los modos de vibración , dado que a mayor excentricidades que tengan los modos de vibración varían, esto se observa en los modelos 1 ,2 , 4 y 5, que el primer modo se da en la dirección X-X con mayor masa de participativa y el segundo en la dirección Y-Y y en el tercer modo en rotación ,de esta manera es la forma adecuada de los modos de vibración y estos nos indica que no existe efectos de torsión,. Lo cual no sucede en el modelo 3, ya que su primer modo si está en desplazamiento, pero el segundo modo de vibración pasa a rotación, esto se debe a que al modelo 3 al quitarle menor rigidez en la dirección Y-Y se comporte así y deja que en el 2do modo de vibración predomine la rotación esto se puede observar en la figura 53.
3. La configuración estructural si influye en las cortantes por piso sísmico, dado a que mayor excentricidad que tengan las cortantes trabajan más en los extremos, esto se observa en los modelos 1, 2 y 3 la cortante de acuerdo a la comparación de excentricidades, presentan menor fuerza cortante de entrepiso con respecto al modelo 5 esto se ve de la Tabla 39 esto se traduce que presentaran menores daños están dentro del rango

permitido dado que en ambas direcciones sus cortantes están dentro del rango permitido, estos modelos acarrea una fuerza media y así no dañaran los elementos no estructurales, esto no sucede con el modelo 4 que será más antieconómico ya que se tendrá que analizar por separado, en el modelo 5 a mayor fuerza cortante necesitara mayor reforzamiento .

4. La configuración estructural si influye en los desplazamientos , dado que si hay mayor excentricidad los desplazamientos superan lo permisible ($\Delta_{m\acute{a}x.}=0.007$), esto se puede ver en el resultado de los modelos 1, 2,3 y 4 al contar con menor excentricidad serán los más óptimos ya que a menor excentricidad menor efecto torsional y buen desplazamiento que están dentro de lo permisible ($\Delta_{m\acute{a}x.}=0.007$), por ello se dice que si el edificio tiene una buena configuración estructural(ubicación de elemento estructurales) habrá menor excentricidad y por desplazamientos permitidos .

RECOMENDACIONES

1. Se deberá tener una buena configuración estructural (distribución) teniendo en cuenta los parámetros de la Norma Peruana E-0.30, para evitar la asimetría estructural y así no producir el efecto torsional.
2. Evitar en lo posible analizar edificaciones con asimetría que no sean irregulares y complejas estructuralmente, toda vez que estas serán más susceptibles a los efectos sísmicos y a no cumplir con los modos de vibración.
3. Contemplar el daño que pueden tener los elementos no estructurales, como son tabiques, mobiliario, etc. Ya que, si bien el edificio puede soportar las fuerzas sísmicas, los elementos no estructurales deben considerarse para disminuir el daño global de la edificación.
4. Al diseñar una edificación tener en cuenta, que se debe cumplir con los principios básicos, la edificación debe ser suficientemente rígida y suficientemente dúctil, y así también cumplir con el ($\Delta_{m\acute{a}x.}=0.007$) para que tenga un buen comportamiento ante eventos sísmicos

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aguiar, R. (2008). *Análisis sísmico de edificios*. Ecuador, Centro de investigaciones científicas.
2. Arnold, C. y Reitherman, R. (1997). *Diseño en Concreto Armado*. Lima, Editorial Limusa.
3. Arnold, C. y Reitherman, R. (1991). *Manual de configuración y diseño sísmico de edificios*, Tomo I y II Editorial Limusa, México, D.F.
4. Blanco, A. (1998). *Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado*.(2ª ed.) Lima, Colegio de ingenieros del Perú
5. Barbat, Oller y Vielma. (2002). *Cálculo y diseño sismorresistente de edificios*. (2ª ed.) Barcelona, Editor A.H.Barbat.
6. Carrillo, C. (2008). *Comparación de la respuesta sísmica incorporando y desacoplando la mampostería y técnicas de reforzamiento* (Tesis de Pregrado). Recuperada de <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/1617>
7. Cervera, M y Blanco, Elena. (2002). *Métodos de análisis*.(2ª ed.) Barcelona, Universidad Politécnica de Catalunya.
8. Chopra,A. (2014). *Dinámica de Estructuras*. (4ª ed.) México:

Pearson Educación.

9. Cotacallapa, D. (2017). *Análisis de un edificio asimétrico de 10 niveles de concreto armado con amortiguadores de masa sintonizada*. (Tesis de Pregrado). Recuperada de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNAS /3406>
10. Cruz, A. (2009). *Aspectos estructurales para caracterizar la respuesta sísmica dinámica de edificios torsionalmente acoplados*. (Tesis de Maestría). Recuperada de <http://132.248.52.100:8080/xmlui/handle/132.248 .52.100 /3437>
11. Garcia,L. (1998). *Dinámica Estructural aplicada al Diseño Sísmico*. Bogotá: Universidad de Los Andes.
12. Gullpi, D. (2015). *Análisis de torsión accidental en edificios con diafragma flexible*. (Tesis de Pregrado). Recuperada de <http://repositorio.uchile.cl/ handle/2250/137105>
13. Herrera, R. (2016). *Vulnerabilidad y daño sísmico de edificios aporticados de hormigón armado, irregulares en planta, en Barquisimeto – Venezuela*. (Tesis de Doctorado). Recuperada de <http://hdl.handle.net/2117/ 107951>
14. Janampa, J. (2016). *Estudio de la Influencia de la configuración estructural de piso blando en el comportamiento sismorresistente de estructuras aporticadas*. (Tesis de maestría). Recuperada de <http://cybertesis.uni. edu.pe/handle/uni / 5722>
15. Kassimali, A. (2015). *Análisis Estructural*. (5ª ed.) México: Cengage Learning Editores
16. Morales, R. (1998). *Diseño en Concreto Armado*. (3ª ed.). (2ª ed.) Lima, ICG

17. Norma E.030.(2016) *Diseño Sismorresistente*, Lima Perú.
18. Padilla, G. (2010). *Propuesta para considerar la irregularidad estructural en la resistencia lateral de las estructuras en el Perú*. (Tesis de Pregrado). Recuperada de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/505>
19. Paz, M. (1992). *Dinámica Estructural*. Barcelona, Editorial Reverte,
20. Ramírez, J. y Sánchez, J. (2015). *Comportamiento estructural de edificaciones medianas irregulares de sistema dual, aplicando la norma e.030 del 2006 y el proyecto de norma 2014 en Lima Metropolitana*. (Tesis de Pregrado). Recuperada de <http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/handle/usmp/2002>
21. San Bartolomé, A. (1998). *Análisis de Edificios*. Lima, Pontificia Universidad Católica del Perú.

ANEXOS

Anexo N° 1: Matriz de consistencia

Anexo N° 2: Planos

Anexo N° 3: Predimensionamiento

Anexo N° 4: Mapa de peligros y capacidad portante (INDECI)

Anexo N° 5: Estudio de Suelo