



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Análisis estructural y diseño de concreto armado de una vivienda multifamiliar de cinco niveles con aislamiento sísmico en Lima Lima-Lince

TESIS PARA OBTENER TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Acero Telleria, Henry Baldomero (orcid.org/0000-0003-1050-8724)

Deudor Rivas, Miguel Alex (orcid.org/0000-0001-7449-0813)

ASESOR:

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

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Apoyo a la reducción de brechas y carencias en la educación en todos sus niveles

LIMA - PERÚ

2022

Dedicatoria

A Dios por darme vida la salud y la sabiduría necesaria. Con todo cariño, respeto y amor a mis padres, quienes me apoyan constantemente para lograr mis objetivos; por sus palabras de aliento y motivación, así como a los profesores que día a día nos guían en este largo camino, a todos ellos mi agradecimiento y gratitud.

Agradecimiento

Primeramente, agradecer a Dios por permitir seguir adelante con mis metas trazadas. A mi esposa por estar siempre en todo momento apoyándome desde el inicio de mi carrera hasta el final para así poder lograr obtener lo más anhelado el título.

Índice de contenidos

| | |
|---|------|
| Dedicatoria | ii |
| Agradecimiento | iii |
| Índice de contenidos | iv |
| Índice de tablas | v |
| Índice de figuras | vi |
| Resumen..... | vii |
| Abstract | viii |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO | 6 |
| III. METODOLOGÍA..... | 30 |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación | 31 |
| 3.2. Variables de operacionalización..... | 32 |
| 3.3. Población, muestra y muestreo..... | 33 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 34 |
| 3.5. Procedimientos | 35 |
| 3.6. Método de análisis de datos..... | 35 |
| 3.7. Aspectos éticos..... | 35 |
| IV. RESULTADOS | 36 |
| V. DISCUSIÓN..... | 62 |
| VI. CONCLUSIONES..... | 64 |
| VII. RECOMENDACIONES | 67 |
| REFERENCIAS..... | 69 |
| ANEXOS | 73 |

Índice de tablas

| | | |
|----------|---|----|
| Tabla 1 | <i>Espesores mínimos en losas en una dirección</i> | 12 |
| Tabla 2 | <i>Predimensionamiento de vigas principales</i> | 15 |
| Tabla 3 | <i>Valores para el predimensionamiento de columnas</i> | 17 |
| Tabla 4 | <i>Metrado de carga muerta de la vivienda multifamiliar columna central</i> | 18 |
| Tabla 5 | <i>Metrado de carga viva de la vivienda multifamiliar columna central</i> | 18 |
| Tabla 6 | <i>Metrado de carga muerta de la vivienda de la columna perimetral</i> | 20 |
| Tabla 7 | <i>Metrado de carga viva de la vivienda multifamiliar columna perimetral</i> | 20 |
| Tabla 8 | <i>Metrado de carga muerta de la vivienda de la columna de esquina</i> | 21 |
| Tabla 9 | <i>Metrado de carga viva de la vivienda de la columna de esquina</i> | 22 |
| Tabla 10 | <i>Parámetros para la evaluación de la edificación vivienda multifamiliar</i> | 24 |
| Tabla 11 | <i>Parámetros sísmicos</i> | 38 |
| Tabla 12 | <i>Cortante estático en x-x</i> | 39 |
| Tabla 13 | <i>Cortante estático en y-y</i> | 40 |
| Tabla 14 | <i>Verificación de las distorsiones máximas x-x</i> | 41 |
| Tabla 15 | <i>Distorsión elástica x-x</i> | 41 |
| Tabla 16 | <i>Verificación de las distorsiones máximas y-y</i> | 43 |
| Tabla 17 | <i>Distorsión elástica y-y</i> | 43 |
| Tabla 18 | <i>Espectro sísmico calculado para etabs</i> | 46 |
| Tabla 19 | <i>Carga promedio de la edificación</i> | 48 |
| Tabla 20 | <i>Desplazamiento SMC 1.77g dirección x-x</i> | 59 |
| Tabla 21 | <i>desplazamiento SMC 1.77g dirección y-y</i> | 60 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1 <i>Diseño arquitectónico de vivienda multifamiliar.</i> | 11 |
| Figura 2 <i>Luces del paño de techo.</i> | 13 |
| Figura 3 <i>Predimensionamiento de techo (losa aligerada)</i> | 13 |
| Figura 4 <i>Predimensionamiento de vigas principales</i> | 14 |
| Figura 5 <i>Área tributario de la viga principal</i> | 15 |
| Figura 6 <i>Predimensionamiento de vigas secundarias</i> | 15 |
| Figura 7 <i>Área tributaria de la viga secundaria</i> | 16 |
| Figura 8 <i>área tributaria de la columna central.</i> | 17 |
| Figura 9 <i>Área tributaria de la columna perimetral.</i> | 19 |
| Figura 10 <i>Área tributaria de la columna esquinera</i> | 21 |
| Figura 11 <i>Plano de columnas de la vivienda multifamiliar</i> | 22 |
| Figura 12 <i>Partes del sistema estructural</i> | 24 |
| Figura 13 <i>Distribución de sismicidad de acuerdo a la zona.</i> | 25 |
| Figura 14 <i>Plano arquitectónico de vivienda multifamiliar.</i> | 37 |
| Figura 15 <i>Modelamiento de vivienda unifamiliar utilizando el programa ETABS.</i> .. | 38 |
| Figura 16 <i>Cortante estático x-x</i> | 39 |
| Figura 17 <i>Cortante estático y-y.</i> | 40 |
| Figura 18 <i>Control de la máxima distorsión x-x.</i> | 42 |
| Figura 19 <i>Distorsión elástica x-x.</i> | 42 |
| Figura 20 <i>Control de la máxima distorsión y-y.</i> | 44 |
| Figura 21 <i>Distorsión elástica y-y</i> | 44 |
| Figura 22 <i>Modelo de ETABS con aislador sísmico.</i> | 45 |
| Figura 23 <i>Espectro sísmico $S_a-R=1-SMC$.</i> | 47 |
| Figura 24 <i>Link / support núcleo de plomo.</i> | 58 |
| Figura 25 <i>Distorsión SMC 1.77g dirección x-x.</i> | 60 |
| Figura 26 <i>Distorsión SMC 1.77g dirección Y-Y.</i> | 60 |

Resumen

El proyecto de investigación que realice consiste en detallar los procesos del diseño de análisis estructural de una base fija en el suelo como una base con aislador sísmico conformado por núcleo de plomo. Este análisis se realizó en una vivienda Multifamiliar de Cinco Niveles ubicado en la región de Lima provincia de Lima distrito de Lince utilizando la normativa E031, E030, E060 y reglamento nacional de edificaciones del 2022. El área de estudio es de 279.60m² del cual en el área en mención se proyecta 4 viviendas multifamiliares y cada vivienda multifamiliar contará con 2 dormitorios, 1 servicio higiénico, 1 estudio, 1 cocina, 1 comedor, 1 sala y 1 lavandería. La investigación en curso suelo tipo 2 y del cual en el distrito de Lince predomina las gravas mal graduadas. La investigación demostró que el pórtico que se elaboró en el software ETABS con las dimensiones de los elementos son columnas centrales de 45x40 cm, columnas laterales 30x50, vigas principales de 25x30 cm, vigas secundarias 25x25, vigas chatas de 20x20, V CP AI 40x40 sin necesidad de usar placas. Se realizó el mismo análisis uno empotrado al suelo y el otro análisis con aislador sísmico con núcleo de plomo del cual el empotrado no cumplió con las distorsiones de la actual normativa nos detalla que la distorsión máxima para pórticos es de 0.007 al realizar el análisis nos dio resultados más altos detallados a continuación para la dirección en "X" fue de P1=0.00067, P2=0.0095, P3=0.0116, P4=0.0114, P5=0.0059 y en la dirección "Y" de P1=0.0055, P2=0.0094, P3=0.0127, P4=0.0138, P5=0.0086. Al realizar el análisis con aislador sísmico núcleo de plomo según la normativa E031 la distorsión máxima es 0.0035. El análisis se realizó aislando la base pero considerando los mismos elementos estructurales al terminar el análisis obtuvimos los resultados siguientes las derivas en "X" fue de P1=0.00016, P2=0.0024, P3=0.0032, P4=0.0035, P5=0.0024 y en la dirección "Y" de P1=0.0009, P2=0.0017, P3=0.0024, P4=0.0030, P5=0.0024 según la normativa de E031 se cumple con las distorsiones en conclusión tenemos que las distorsiones se reducen en un 70.36% además al finalizar se detalla la cuantía de acero de los elementos estructurales.

Palabras clave: aislador sísmico, núcleo de plomo, SMC, distorsiones totales, fuerza entre piso, análisis estático, análisis dinámico, envolvente, periodos de vibración.

Abstract

The research project that I carry out consists of detailing the structural analysis design processes of a fixed base on the ground as a base with a seismic isolator made up of a lead core. This analysis was carried out in a Five Level Multi-family dwelling located in the region of Lima, province of Lima, district of Lince, using regulations E031, E030, E060 and the national building regulations of 2022. The study area is 279.60m², of which in the area in question is projected 4 multi-family homes and each multi-family home will have 2 bedrooms, 1 toilet, 1 study, 1 kitchen, 1 dining room, 1 living room and 1 laundry. Research in progress soil type 2 and of which in the Lince district poorly graded gravel predominates. The investigation showed that the frame that was elaborated in the ETABS software with the dimensions of the elements are central columns of 45x40 cm, lateral columns 30x50, main beams of 25x30 cm, secondary beams 25x25, flat beams of 20x20, V CP AI 40x40 without need to use plates. The same analysis was carried out, one embedded in the ground and the other analysis with a seismic isolator with a lead core, of which the embedded did not comply with the distortions of the current regulations. It details that the maximum distortion for frames is 0.007. When performing the analysis, it gave us The highest results detailed below for the "X" direction were $P1=0.00067$, $P2=0.0095$, $P3=0.0116$, $P4=0.0114$, $P5=0.0059$ and in the "Y" direction $P1=0.0055$, $P2=0.0094$, $P3=0.0127$, $P4=0.0138$, $P5=0.0086$. When performing the analysis with a lead core seismic insulator according to the E031 standard, the maximum distortion is 0.0035. the analysis was carried out isolating the base but considering the same structural elements at the end of the analysis we obtained the following results the drifts in "X" were $P1=0.00016$, $P2=0.0024$, $P3=0.0032$, $P4=0.0035$, $P5=0.0024$ and in the direction "Y" of $P1=0.0009$, $P2=0.0017$, $P3=0.0024$, $P4=0.0030$, $P5=0.0024$ according to the regulations of E031 the distortions are fulfilled in conclusion we have that the distortions are reduced by 70.36% also at the end the amount of steel in the structural elements is detailed.

Keywords: seismic isolator, lead core, SMC, total distortions, interstory force, static analysis, dynamic analysis, envelope, vibration periods.

I. INTRODUCCIÓN

Perú se encuentra ubicado el cinturón de fuego lo cual posee un alto índice de ondas sísmicas. Esto exige que las estructuras de las diferentes viviendas deben ser diseñadas con el objetivo de absorber eficazmente las fuerzas sísmicas de las diferentes direcciones obteniendo una mejor respuesta al sistema estructural como un alto índice de seguridad.

El proyecto de investigación es dirigido a las viviendas multifamiliares de la zona de Lima- Lima- Lince, actualmente las construcciones de viviendas multifamiliares en la zona en estudio son deficientes por falta de orientación a la población.

Se realizó salida de campo por el sector de Lince se pudo observar que las viviendas multifamiliares presentan deficiencia en su sistema estructural en planta y altura.

Teniendo en cuenta un área promedio de las viviendas multifamiliares en Lince y planteando los criterios de la normativa vigente desarrollaremos una infraestructura nueva. Para satisfacer la demanda del sector en estudio nuestro enfoque es realizar una vivienda multifamiliar de cinco niveles con aislamiento sísmico. De acuerdo a la normativa E-030 Diseño Sismo Resistente nuestro estudio está ubicado en la zona IV y su factor de zona es $Z=0.45$

La categoría y su factor de uso de la edificación que se está planteando están ubicados en edificaciones comunes y su factor será de 1.00 se plantea utilizar aislamiento sísmico para determinar los desplazamientos con una base aislada.

A nivel internacional El inglés John Milne, quien fue profesor de Ingeniería de Minas en la Universidad de Tokyo entre 1876 y 1895, realizó varias etapas de pruebas de aislador sísmico: las pruebas que fueron realizadas en de una estructura desacoplada al suelo y la otra estructura acoplada al suelo el cual les aplico las mismas ondas sísmicas a las estructuras (Milne , 1885).

A nivel nacional como caso de Perú se encuentra entre los países de América Latina con mayores vibraciones en el sub suelo. Esto requiere que los edificios críticos sean analizados y diseñados para responder efectivamente a las fuerzas sísmicas, lograr un alto nivel de seguridad y mejorar el desempeño de las estructuras (Calderón Salazar, Análisis y diseño estructural con aisladores sísmicos del pabellón de un hospital tipo II-1, Lima 2018, 2018).

A nivel local En el proceso de pasar de los años se han realizado edificaciones con variedades de configuración estructural todos ellos buscando disminuir las derivas de entre piso cuando ocurre eventos sísmicos, es por ellos que el pasar de los años se viene implementándose un sistema de construcción que desacopla al suelo la edificación para disminuir las derivas de la estructura y como resultado, se puede preservar la integridad física de los residentes (DAVILA DIAZ & HINOJOSA OREJON, 2019).

Por lo expuesto anteriormente se plantea el siguiente problema general: ¿ Por qué es necesario realizar Análisis Estructural y Diseño de Concreto Armado de una Vivienda Multifamiliar de Cinco Niveles con Aislamiento Sísmico En Lima- Lima- Lince?; asimismo, se plantean los siguientes problemas específicos: ¿Cuál es la influencia del aislador sísmico en la resistencia de una Vivienda Multifamiliar de Cinco Niveles de concreto armado En Lima- Lima- Lince?, ¿Cuál es la influencia del aislamiento sísmico en el análisis sísmico de una Vivienda Multifamiliar de concreto armado de Cinco Niveles con En Lima- Lima- Lince?, ¿Cuál es la influencia del aislamiento sísmico en el diseño de los elementos estructurales de la superestructura una Vivienda Multifamiliar de concreto armado de Cinco Niveles con En Lima- Lima- Lince ? Y ¿Cuál es la influencia del aislamiento sísmico en el diseño de los elementos estructurales de la

subestructura una Vivienda Multifamiliar de concreto armado de Cinco Niveles con En Lima- Lima- Lince?.

El presente análisis como **justificación teórica** debido que en Perú pasa el cinturón del pacífico por lo que las ondas sísmicas son constantes y que los distintos tipos de estructuras ya sean duales, pórticos, albañilería y entre otras edificaciones son importantes el diseño y estructuración de las edificaciones por lo que es necesario realizar un análisis exhaustivo con la finalidad de evitar mayores derivas y dar la confiabilidad a la edificación. Por otro lado. También la **justificación práctica** se realiza un diseño de una vivienda multifamiliar de cinco niveles con aislamiento sísmico y este se verificará la sub estructura, superestructura y entre varios factores por el cual será viable la presente investigación.

Además, la **justificación social** los usuarios de lince tengan acceso a una vivienda segura y asequible, debido al uso de aisladores que hoy en día son más asequibles de las cuales evitara que la estructura sufra un mayor daño en sus elementos estructurales, finalmente son seguras este tipo de edificaciones por que los desplazamientos entre pisos son menores y tiene una respuesta adecuada a las ondas sísmicas y la **justificación metodológica** nuestra investigación servirá para futuras evaluaciones de aislamientos sísmicos en viviendas multifamiliares todo este análisis ira en paralelo con la normativa vigente que publica en Perú.

Por lo expuesto anteriormente se plantea el siguiente objetivo general: Realizar Análisis Estructural y Diseño de Concreto Armado de una Vivienda Multifamiliar de Cinco Niveles con Aislamiento Sísmico En Lima- Lima- Lince; asimismo, se plantean los siguientes objetivos específicos: Determinar la influencia del aislador sísmico en la resistencia de una Vivienda Multifamiliar de Cinco Niveles de concreto armado En Lima- Lima- Lince , Determinar la influencia del aislamiento sísmico en el análisis sísmico de una Vivienda Multifamiliar de concreto armado de Cinco Niveles con En Lima- Lima- Lince , Determinar la influencia del aislamiento sísmico en el diseño de los elementos estructurales de la superestructura una Vivienda Multifamiliar de concreto armado de Cinco Niveles con En Lima- Lima- Lince Y Determinar la influencia del

aislamiento sísmico en el diseño de los elementos estructurales de la subestructura una Vivienda Multifamiliar de concreto armado de Cinco Niveles con En Lima- Lima- Lince.

Por último se plantea la siguiente hipótesis general: Existe una mejora significativa en el Análisis Estructural y Diseño de Concreto Armado de una Vivienda Multifamiliar de Cinco Niveles con Aislamiento Sísmico En Lima- Lima- Lince; asimismo, se plantean las siguientes hipótesis específicas: Existe una mejora significativa en el aislador sísmico en la resistencia de una Vivienda Multifamiliar de Cinco Niveles de concreto armado En Lima- Lima- Lince , Existe una mejora significativa en el aislamiento sísmico en el análisis sísmico de una Vivienda Multifamiliar de concreto armado de Cinco Niveles con En Lima- Lima- Lince, Existe una mejora significativa en el aislamiento sísmico en el diseño de los elementos estructurales de la superestructura una Vivienda Multifamiliar de concreto armado de Cinco Niveles con En Lima- Lima- Lince Y Existe una mejora significativa en el aislamiento sísmico en el diseño de los elementos estructurales de la subestructura una Vivienda Multifamiliar de concreto armado de Cinco Niveles con En Lima- Lima- Lince

II. MARCO TEÓRICO

Como **antecedentes nacionales**, tenemos a los siguientes:

Según (Norabuena Ramirez & Rosario Bonifacio, 2019) cuyo objetivo realizar una comparación de una estructura sin aislamiento sísmico y con aislamiento sísmico a un módulo de tres pisos de colegio Juan Bautista del Valle. La metodología empleada corresponde no experimental, transversal, descriptivo prospectivo. La población en estudio es el colegio San Juan Bautista de la Salle y su muestra es 240 m² para el módulo de tres pisos. Los instrumentos utilizados observación de la zona de estudio, normas técnicas peruanas, programas de análisis de estructuras. Los resultados obtenidos de ambas estructuras la más viable y con buen comportamiento estructural y eficiente es con aislador sísmico el cual sus derivas de entre piso son menores. La conclusión del uso de un sistema de aislamiento sísmico permitió cumplir con el requerimiento de deriva máxima establecido en el proyecto de la Nueva Norma E.030. Se comprobó que las derivas se pueden reducir en más de 35% cuando se utilizan aisladores sísmicos.

Según (Rosario Gamero, 2018) cuyo **objetivo** fue estudiar los diferentes distorsiones de una estructura aperturada de baja altura frente a diferentes ondas sísmicas con el uso de aisladores elastométricos de núcleo plomo. La metodología empleada a una investigación de tipo aplicada y el diseño corresponde a un diseño cuasi experimental, la población en estudio fue los hospitales del Perú la muestra es un hospital de dos pisos los instrumentos utilizados fueron la recolección de datos, diseño arquitectónico de un hospital de dos pisos, análisis sísmico utilizando programas, bibliografía de la normativa vigente. Los resultados del análisis de espectro sísmico los periodos de vibración sin aislamiento sísmico $M1=0.310$ $M2=0.296$ $M3=0.232$, con aislamiento sísmico $M1=0.966$ $M2=0.961$ $M3=0.880$. La conclusión al tener una base con aislamiento sísmico aumenta su flexibilidad lateral y disminuye las derivas de entre piso.

Según (Calderón Salazar, 2018) **cuyo objetivo** realizar el diseño y estructuración de un edificio del hospital tipo II con aislador sísmico. **La metodología empleada** no experimental. **La población en estudio** es el edificio

del hospital tipo II y **su muestra** es pabellón de tres pisos por contener equipos valiosos y alberga gran cantidad de habitantes. **los instrumentos utilizados es** reglamento nacional de edificaciones, los registros del sismic, programa para el análisis de la estructura. **Los resultados obtenidos** del análisis estructural las derivas sin aislador sísmico en X son $S=0.0385$, $P1=0.0366$, $P2= 0.0347$, $T=0.0326$, con aislación sísmica en X son $S=0.0055$, $P1=0.0052$, $P2= 0.0050$, $T=0.0047$. **La conclusión** al tener un edificio con aislación sísmica mostro un buen comportamiento ante sismos máximos considerados, reduciendo sus desplazamientos, fuerzas cortantes y derivas.

Como **antecedentes internacionales**, tenemos a los siguientes:

Según (Descouvieres Vargas, 2016) **cuyo objetivo** es desarrollar un arquetipo de aisladores sísmicos de lámina de acero y goma por lo consecuente se aisló sísmicamente un edificio de cuatro niveles con financiado por FONDECYT . **La metodología empleada** experimental puro . **La población en estudio** es la aplicación de teorías de aplicación internacional en Chile y **su muestra** es un edificio de cuatro niveles . **los instrumentos utilizados es** obtención de gomas de alta adsorción de esfuerzo laterales. **Los resultados obtenidos** de los ensayos de goma satisfacían los rangos esperados y a medida que avanzan los ciclos, el par aislante tiende a relajarse, provocando que aumenten los niveles máximos y mínimos de deflexión. Una vez finalizada la prueba, los aisladores tenían una deflexión horizontal residual de 0,8 cm . **La conclusión** se comprobó que el elemento más simple que brinda flexibilidad es el caucho, y al unir el caucho con placas metálicas horizontales se obtiene gran capacidad de resistencia y rigidez vertical.

Según (Toledo Espinoza, 2017) **cuyo objetivo** es desarrollar un arquetipo de tres sistemas estructurales como pórticos, muros de corte , un sistema de aislamiento sísmico en la base. **La metodología empleada** probabilística . **La población en estudio** el departamento de lima por su alto peligro sísmico y **su muestra** una estructura de hormigón armado de seis pisos destinado a hospital. **los instrumentos utilizados es** la recolección de datos visual , utilización de programas para el análisis . **Los resultados obtenidos** es notablemente que la base que esta empotrada su base en el suelo presenta una serie de daños es su

configuración estructural y sus deflexiones entrepisos son mayores, mientras que la base con aislador sísmico sus elementos estructurales no presenta daños y sus deflexiones entre pisos son menores. **La conclusión** se recomienda que la normativa peruana considere parámetros que la homologuen con la norma ASCE/SEI 7 con el propósito de obtener una aceleración de periodos desde 0.2 seg a 1.0 seg y que se represente el 1 % de probabilidad de colapso en 50 años.

Según (Valerio Zacarias, 2015) **cuyo objetivo** realizar el análisis del estudio de una estructura de cuatro niveles sin y con aislador sísmico en el análisis con aislador sísmico se emplearían cuatro modelos de aisladores. **La metodología empleada** no experimental. **La población en estudio** todos los habitantes de España y **su muestra** es el sismo del terremoto de Lima Callao de mil novecientos sesenta y seis. **los instrumentos utilizados** se recurrió a la revisión de libros, utilización de programas, revisión de revistas. **Los resultados** obtenidos de las máximas deflexiones con respecto al piso fijo es 0.0283 y con los 4 aisladores sísmicos son HDRB=0.0038, LRB=0.0049, FPS=0.0041 y RNC=0.0020, las deflexiones entre piso de la estructura fija se reduce para el aislador de marca HDRB=74%, LRB=74%, FPS=84% y RNC=86%. **La conclusión** el aislador con mayores bondades de adsorción es Roll-N-Cage ya que reduce su deflexión en un ochenta y seis por ciento, la aceleración de los pisos superiores en un Noventa y dos por ciento, la fuerza cortante en la base en un ochenta y cuatro por ciento e incrementa las deflexiones en un trescientos treinta y tres por ciento.

Como **antecedentes en otros idiomas**, tenemos a los siguientes:

Según (Abdel-Kareem Moustafa, 2009) **cuyo objetivo** ha demostrado el aislamiento sísmico es una técnica eficaz de salvaguardar vidas humanas, estructuras y equipos adjuntos con el pasar de los años se plantean y proponen sistemas nuevos que continúa aumentando año tras año. **La metodología empleada** no experimental. **La población en estudio** a toda la población de Barcelona y **su muestra** son las deficiencias que posee los sistemas de aislamiento sísmico de marca RNC. **los instrumentos** utilizados es revisión de

los libros, revistas de aislamiento sísmico de rnc . **Los resultados** obtenidos del aislador RNC logra adsorber las excitaciones sísmicas de gran magnitud y puede ser usado para para la gran variedad de edificaciones. **La conclusión** el aislador RCN es muy eficiente para la estructura de una vivienda tiene un comportamiento robusto en diferentes periodos de excitación sísmica incluidos los terremotos de largo periodo, la instalación adecuada mejora su rendimiento frente sismos de largos periodos .

Según (Rodellar Benedé & Barbat Barbat, 2009) **cuyo objetivo** es combinar dos sistemas de aislamientos sísmico como vendrían a ser el aislador sísmico combinado con disipadores de energía lo cual vendrían a ser un sistema híbrido. **La metodología empleada** no experimental . **La población en estudio** a toda la población de Barcelona y **su muestra** el análisis de la edificación utilizando el aislador sísmico con el disipador de energía. **los instrumentos** utilizados es revisión de los libros, utilización de programas, revisión de revistas. **Los resultados** que la aplicación del sistema híbrido como es del aislador sísmico en combinación con disipador de energía que las derivas de entre piso son mínimas . **La conclusión** el método semiactivo de la estructura híbrida mejora y adsorbe las ondas sísmicas, como terremotos.

Como **antecedentes de artículos científicos**, tenemos a los siguientes:

Según Reyes, Díaz, Ramos, y Martínez (2021) cuyo **objetivo** de este trabajo fue presentar la concepción estructural, la modelación, el análisis y el diseño de la losa de cubierta curva del Centro de Convenciones de un hotel ubicado en La Habana. Para la modelación se empleó el programa ETABS v17. El diseño incluye el cálculo del refuerzo para el Estado Límite Último y la verificación del Estado Límite de Servicio de deformación y fisuración según ACI-318 (2019) y NC-207 (2019). Se verifica, además, el cumplimiento de los requisitos de resistencia al fuego.

Según (Zellat & Kadri, 2015) cuyo objetivo la absorción de energía sísmica , reduciendo así la excitación sísmica en la superestructura del análisis de puente de tablero continuo de tres tramos construidos de concreto armado. **La metodología empleada** no experimental. **La población en estudio** a Estas

propiedades corresponde al puente estudiado por Wang et al y **su muestra** el análisis del puente utilizando el aislador sísmico. **los instrumentos** utilizados es revisión de los libros, utilización de programa. **Los resultados** que se obtuvo que el corte en la subestructura de puente disminuye en un ochenta y noventa. **La conclusión** las nuevas tecnologías de aislador sísmico dirigidos a puentes lograra en una excitación sísmica su estructura no se verá dañada y a un corto o largo plazo se lograra su economía.

Como **bases teóricas**, tenemos:

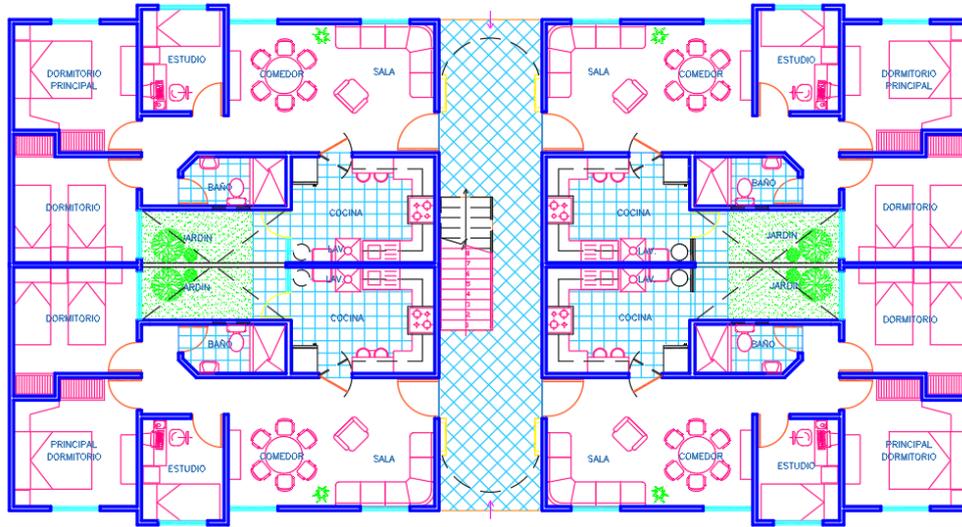
Con la finalidad de tener un buen desarrollo se tendrá en cuenta una arquitectura de vivienda multi familiar se realizara la distribución y predimensionamientos de los elementos estructurales ,diseño del sistema de aislamiento y concreto armado.

Arquitectura de vivienda multifamiliar

La vivienda multifamiliar del proyecto de investigación que estoy planteando está ubicado el departamento de lima provincia de lima distrito de lince con ubicación de av. Arequipa n° 2638 , es una estructura de cinco niveles donde cada nivel será considera una vivienda multifamiliar

Figura 1

Diseño arquitectónico de vivienda multifamiliar.



Fuente: Elaboración propia.

la superestructura

predimensionamiento

El predimensionado es establecer un tamaño aproximado de cada elemento estructural según las normativas vigentes. Lo cual al finalizar deberemos satisfacer las necesidades de las diferentes cargas de gravedad que soporta y las diferentes excitaciones sísmicas.

Losa aligerada

Las losas en un sentido son elementos que soportan cargas de gravedad aplicadas directamente en el área y estas son tramitadas a las vigas, para evitar las deflexiones excesivas se utilizaran los siguientes criterios ($h=l_m/20$, $l_m/24$ a $l_m/28$).

Tabla 1

Espesores mínimos en losas en una dirección

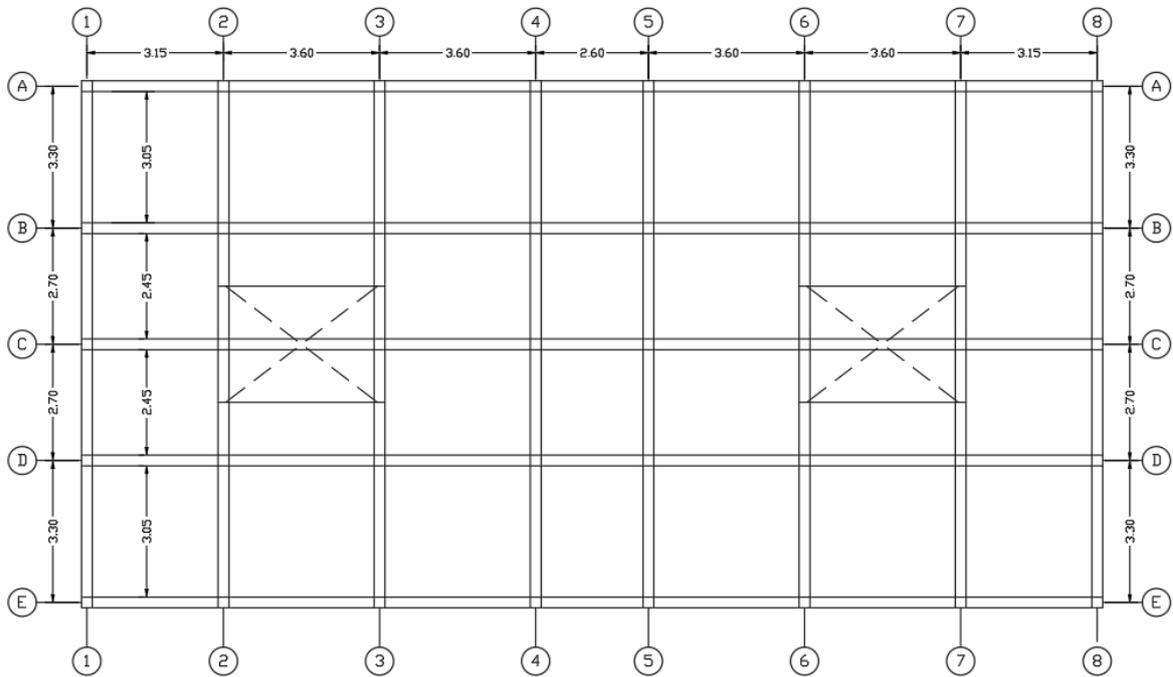
| | Espesor o peralte, h |
|-----------|---|
| elementos | Elementos que no soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos no estructurales susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes |

| | Simplemente apoyados | Con un extremo continuo | Ambos extremos continuos | En voladizo |
|---|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------|
| losas macizas en una dirección | L/20 | L/24 | L/28 | L/10 |
| vigas o losas nervadas en una dirección | L/16 | L/18.5 | L/21 | L/8 |

Nota: Obtenido de (Oviedo Sarmiento, 2019)

Figura 2

Luces del paño de techo.



Fuente: Elaboración propia.

Figura

3

Predimensionamiento de techo (losa aligerada)

| ejes | luz | Con un extremo continuo | Ambos extremos continuos |
|------|--------|-------------------------|--------------------------|
| | | L/18.5 | L/21 |
| A-B | 3.05 m | - | 0.15 m |
| B-C | 2.45 m | - | 0.12 m |
| C-D | 2.45 m | - | 0.12 m |
| D-E | 3.05 m | 0.16 m | - |

Fuente: Elaboración propia.

Para el proyecto en investigación se halló que la losa aligera será de 0.17m el espesor de la losa aligerada.

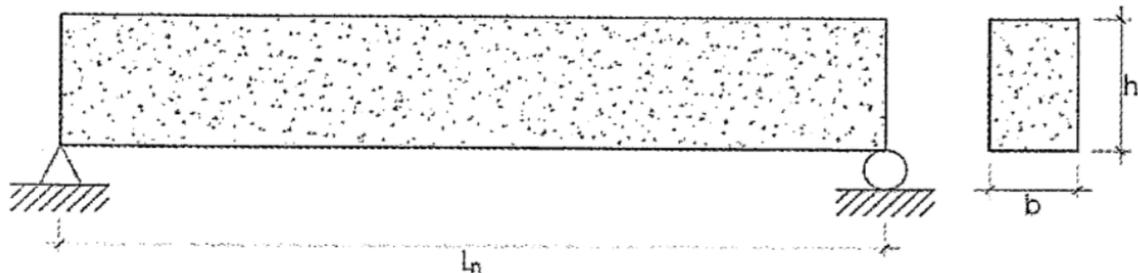
Vigas

son elementos que soportaran todas las cargas de gravedad de la losa y las cargas vivas y estas lo transmiten a la columna, para evitar una deflexión excesiva después de una excitación sísmica se consideran los siguientes parámetros

vigas principales

Figura 4

Predimensionamiento de vigas principales



Fuente: Elaborado por (Oviedo Sarmiento, 2019)

$$b = \frac{B}{20} \geq 25 \quad (1)$$

$$h = \frac{L_n}{\alpha} \quad (2)$$

Dónde :

B: Ancho tributario

L_n: Luz libre

Tabla 2

Predimensionamiento de vigas principales

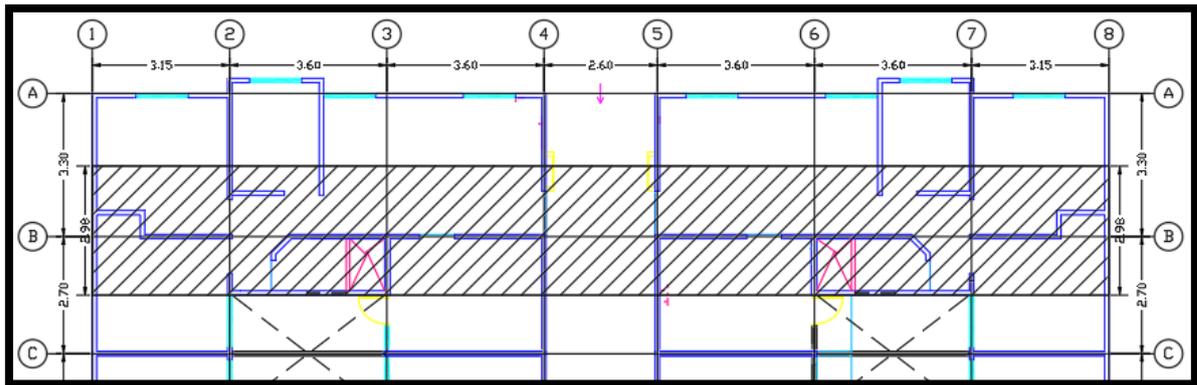
| $W_{S/C}$ | α |
|-------------------------------------|----------|
| $S/C \leq 200 \text{ kg/m}^2$ | 12 |
| $200 < S/C \leq 350 \text{ kg/m}^2$ | 11 |
| $350 < S/C \leq 600 \text{ kg/m}^2$ | 10 |
| $600 < S/C \leq 750 \text{ kg/m}^2$ | 9 |

Nota: Obtenido de (Oviedo Sarmiento, 2019)

Predimensionaremos las vigas principales en base a la distancia más larga con el fin de obtener un solo dimensionamiento del proyecto de investigación que estamos desarrollando.

Figura 5

Área tributario de la viga principal



Fuente: Elaboración propia

La base se hallará con la ecuación (1)

$$b = \frac{2.98}{20} \longrightarrow b = 0.15m$$

altura de la viga se hallará con la ecuación (2)

$$h = \frac{3.60}{12} \longrightarrow h = 0.30m$$

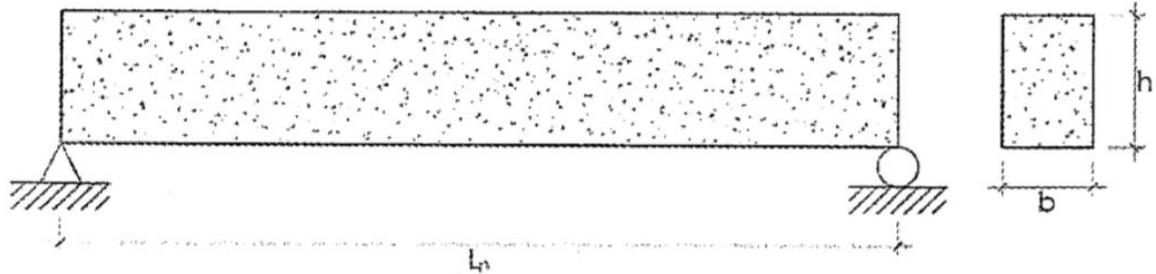
Para el proyecto que se esta desarrollando se usará las siguientes dimensiones de la viga principales.

$$bxh = 0.25m \times 0.30m$$

Vigas secundarias

Figura 6

Predimensionamiento de vigas secundarias

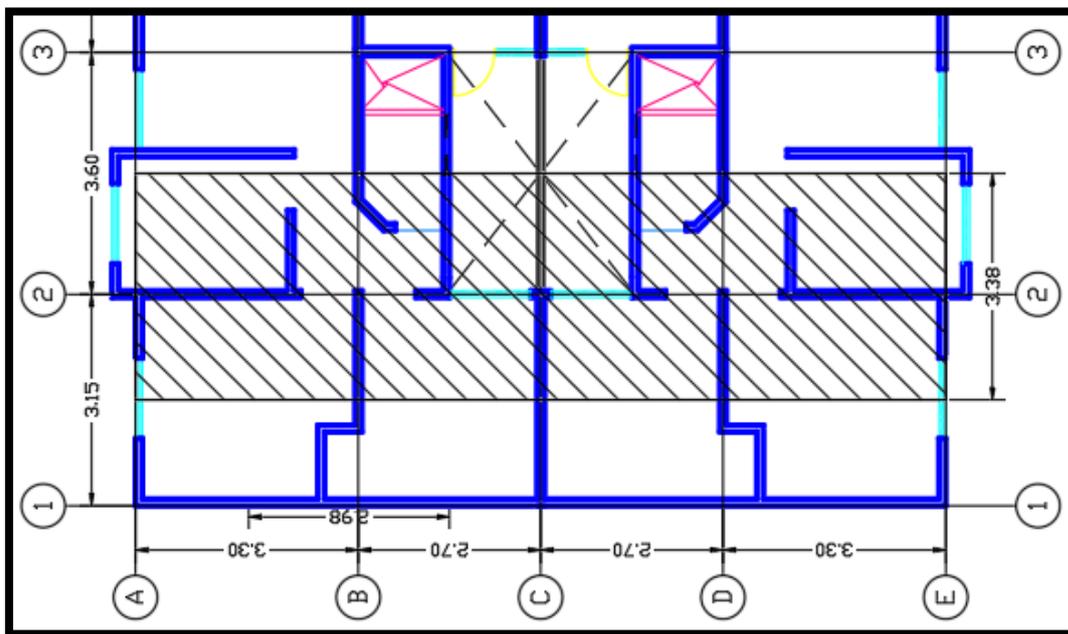


Fuente: Elaborado por (Oviedo Sarmiento, 2019)

$$h = \frac{L_n}{14} \quad (3)$$

Figura 7

Área tributaria de la viga secundaria



Fuente: Elaboración propia

La base se hallará con la ecuación (1)

$$b = \frac{3.38}{20} \rightarrow b = 0.17m$$

La altura de la viga se hallará con la ecuación (3)

$$h = \frac{3.60}{14} \rightarrow h = 0.25m$$

Para el proyecto que se está desarrollando se usará las siguientes dimensiones de la viga principales.

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

Columnas

Son elementos que absorben las cargas de gravedad de las vigas, losa, sobrecargas vivas y por lo cual será sometido a flexo-compresión del cual su predimensionamiento se muestra a continuación.

$$A_{col} = \frac{\lambda P_G}{\eta f_c} \quad (4)$$

Dónde :

A_{col} = Area de columna

P_G = Carga por gravedad

η, λ = factores de amplificación

Tabla 3

Valores para el predimensionamiento de columnas

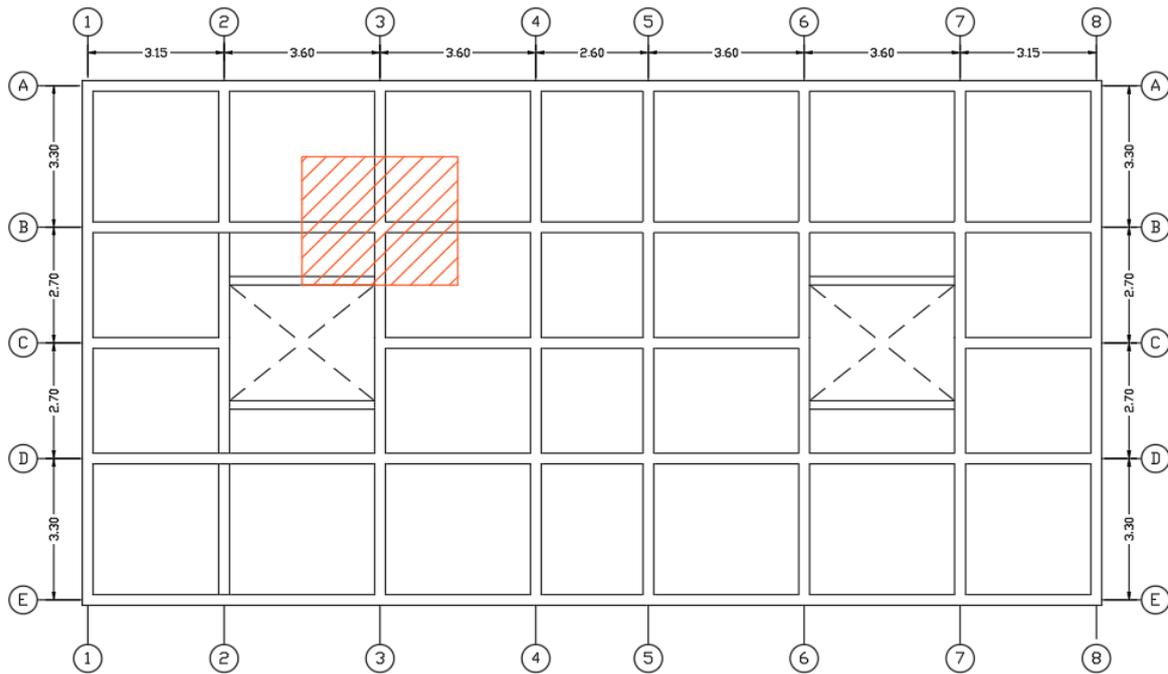
| TIPO DE COLUMNA | λ | η |
|-----------------|-----------|--------|
| CENTRAL | 1.10 | 0.30 |
| PERIMETRAL | 1.25 | 0.25 |
| ESQUINA | 1.50 | 0.20 |

Nota: Obtenido de (Oviedo Sarmiento, 2019)

Predimensionamiento de columna central

Figura 8

área tributaria de la columna central.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 4

Metrado de carga muerta de la vivienda multifamiliar columna central.

| descripción | pisos | área (m ²) | | longitud (m) | peso (t/m ²) | peso (t) |
|---------------------------------|-------|---------------------------|--------|-----------------|-----------------------------|-------------|
| Peso acabado | 5 | 3.00 | x 3.60 | - | 0.10 | 5.4 |
| Peso de tabaquería típica | 4 | 3.00 | x 3.60 | - | 0.10 | 4.32 |
| Peso de tabaquería ultimo nivel | 1 | 3.00 | x 3.60 | - | 0.05 | 0.54 |
| Peso de losa | 5 | 3.00 | x 3.60 | - | 0.28 | 15.12 |

| descripción | pisos | sección (m ²) | | longitud (m) | peso (t/m ²) | peso (t) |
|-------------------|-------|------------------------------|--------|-----------------|-----------------------------|-------------|
| Vigas en Dir. X-X | 5 | 0.25 | x 0.25 | 3.36 | 2.4 | 2.52 |
| Vigas en Dir. Y-Y | 5 | 0.25 | x 0.30 | 2.55 | 2.4 | 2.295 |
| Columna 25x25 | 1 | 0.25 | x 0.25 | 13.5 | 2.4 | 2.025 |

Carga Muerta **32.22**

Nota: Elaboración propia

Tabla 5

Metrado de carga viva de la vivienda multifamiliar columna central.

| descripción | pisos | seccion | longitud | peso | peso |
|-------------|-------|---------|----------|------|------|
|-------------|-------|---------|----------|------|------|

| | | (m ²) | (m) | (t/m ²) | (t) |
|--------------------------|---|-------------------|-----|---------------------|------|
| Sobre carga | 4 | 3.60 x 3.00 | - | 0.2 | 8.64 |
| Sobre carga ultimo nivel | 1 | 3.60 x 3.00 | - | 0.1 | 1.08 |

carga viva

9.72

Nota: Elaboración propia

Aplicación de la formula empirica para el calculo de la columna central del area mas critica.

$$A_{central} = \frac{1.1x(32.22 + 9.72)}{0.3x0.21}$$

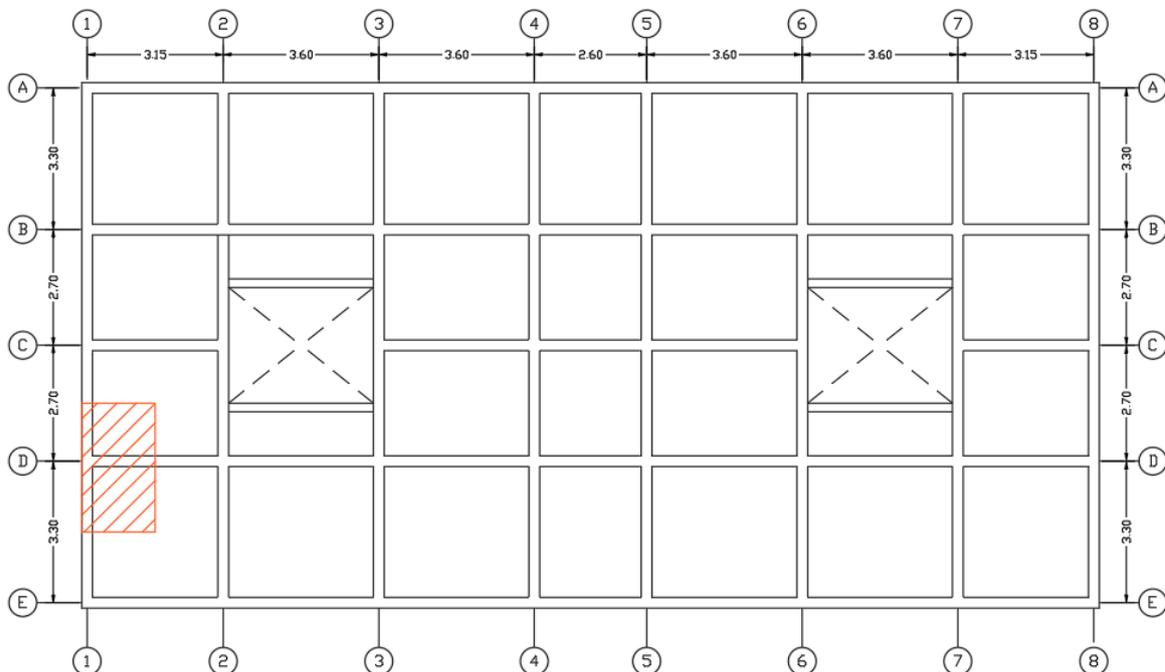
$$A_{central} = 730cm^2$$

$$A_{central} = 30cm x 30cm$$

Predimensionamiento de columna perimetral

Figura 9

Área tributaria de la columna perimetral.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 6*Metrado de carga muerta de la vivienda de la columna perimetral.*

| descripción | pisos | área (m2) | | longitud (m) | peso (t/m2) | peso (t) |
|---------------------------------|-------|--------------|--------|-----------------|----------------|-------------|
| Peso acabado | 5 | 1.70 | x 3.00 | - | 0.10 | 2.55 |
| Peso de tabiquería típica | 4 | 1.70 | x 3.00 | - | 0.10 | 2.04 |
| Peso de tabaquería ultimo nivel | 1 | 1.70 | x 3.00 | - | 0.05 | 0.26 |
| Peso de losa | 5 | 1.70 | x 3.00 | - | 0.28 | 7.14 |

| descripción | pisos | sección (m2) | | longitud (m) | peso (t/m2) | peso (t) |
|-------------------|-------|-----------------|--------|-----------------|----------------|-------------|
| Vigas en Dir. X-X | 5 | 0.25 | x 0.25 | 1.70 | 2.4 | 1.275 |
| Vigas en Dir. Y-Y | 5 | 0.25 | x 0.30 | 3.00 | 2.4 | 2.70 |
| Columna 25x25 | 1 | 0.25 | x 0.25 | 13.5 | 2.4 | 2.025 |

Carga Muerta **17.985**

Nota: Elaboración propia

Tabla 7*Metrado de carga viva de la vivienda multifamiliar columna perimetral.*

| descripcion | pisos | seccion (m2) | | longitud (m) | peso (t/m2) | peso (t) |
|--------------------------|-------|-----------------|--------|-----------------|----------------|-------------|
| Sobre carga | 4 | 1.70 | x 3.00 | - | 0.2 | 4.08 |
| Sobre carga ultimo nivel | 1 | 1.70 | x 3.00 | - | 0.1 | 0.51 |

carga viva **4.59**

Nota: Elaboración propia

Aplicación de la formula empirica para el calculo de la columna central del area mas critica.

$$A_{perimetral} = \frac{1.25x(17.985 + 4.59)}{0.25x0.21}$$

$$A_{perimetral} = 540cm^2$$

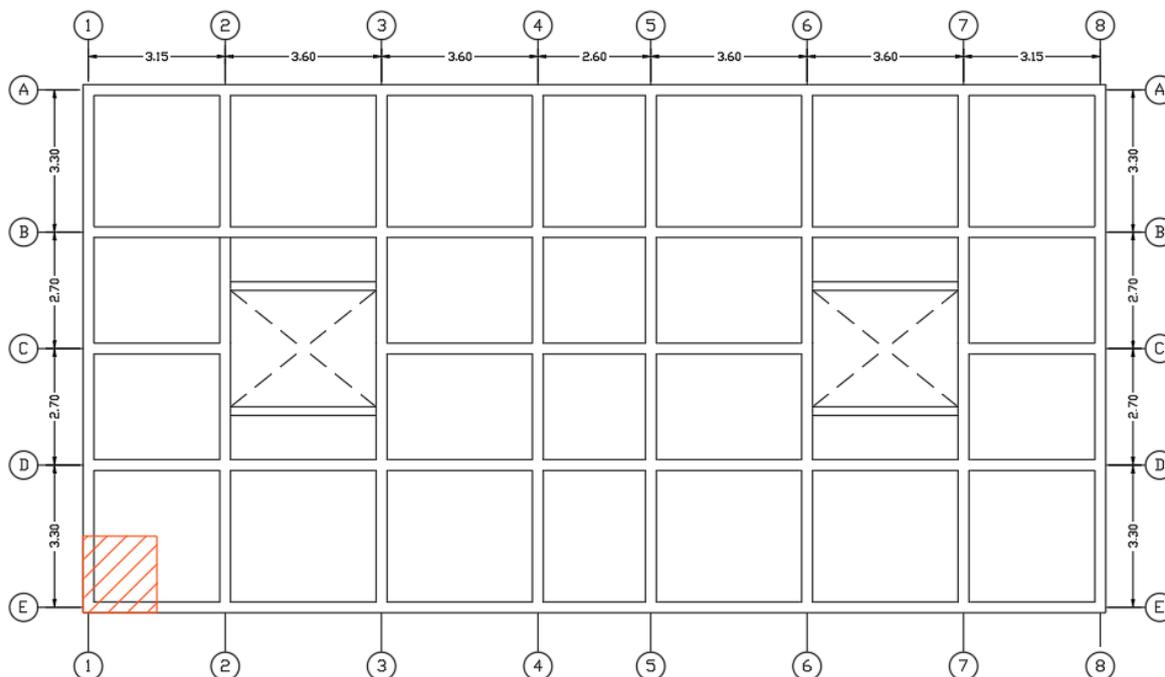
$$A_{perimetral} = 25cm \times 25cm$$

Predimensionamiento de columna esquina

Figura

10

Área tributaria de la columna esquinera



Fuente: Elaboración propia

Tabla 8

Metrado de carga muerta de la vivienda de la columna de esquina.

| descripción | pisos | area (m2) | | longitud (m) | peso (t/m2) | peso (t) |
|---------------------------------|-------|-----------|--------|--------------|-------------|----------|
| Peso acabado | 5 | 1.77 | x 1.70 | - | 0.10 | 1.5045 |
| Peso de tabaquería típica | 4 | 1.77 | x 1.70 | - | 0.10 | 1.2036 |
| Peso de tabaquería ultimo nivel | 1 | 1.77 | x 1.70 | - | 0.05 | 0.15 |
| Peso de losa | 5 | 1.77 | x 1.70 | - | 0.28 | 4.2126 |

| descripción | pisos | sección (m2) | | longitud (m) | peso (t/m2) | peso (t) |
|-------------------|-------|--------------|--------|--------------|-------------|----------|
| Vigas en Dir. X-X | 5 | 0.25 | x 0.25 | 1.45 | 2.4 | 1.0875 |
| Vigas en Dir. Y-Y | 5 | 0.25 | x 0.30 | 1.77 | 2.4 | 1.59 |
| Columna 25x25 | 1 | 0.25 | x 0.25 | 13.5 | 2.4 | 2.025 |

Carga Muerta

11.7767

Nota: Elaboración propia

Metrado de carga viva de la vivienda de la columna de esquina.

| descripcion | pisos | seccion (m2) | | | longitud (m) | peso (t/m2) | peso (t) |
|--------------------------|-------|-----------------|---|------|-----------------|----------------|---------------|
| Sobre carga | 4 | 1.77 | x | 1.70 | - | 0.2 | 2.4072 |
| Sobre carga ultimo nivel | 1 | 1.77 | x | 1.70 | - | 0.1 | 0.3009 |
| carga viva | | | | | | | 2.7081 |

Fuente: Elaboración propia

Aplicación de la formula empirica para el calculo de la columna perimetral del area mas critica.

$$A_{esquina} = \frac{1.5x(11.77 + 2.79)}{0.20x0.21}$$

$$A_{esquina} = 517cm^2$$

$$A_{esquina} = 25cm \times 25cm$$

Una vez termina el predimensionamiento de las columnas tenemos el resumen de las dimensiones de las columnas

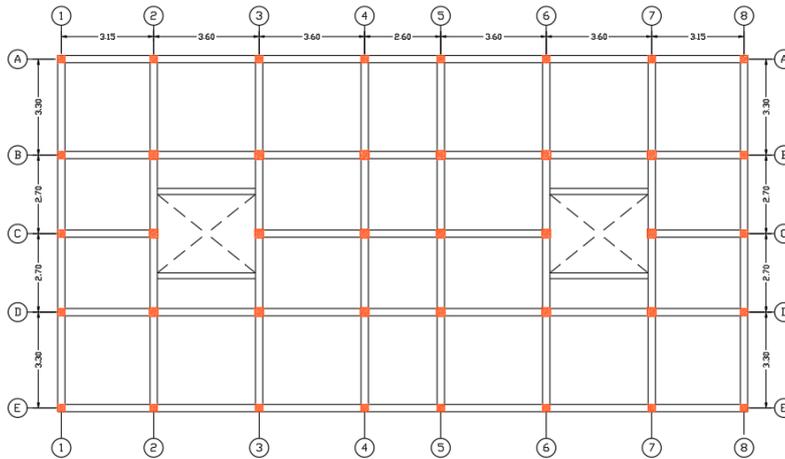
$$A_{central} = 30cm \times 30cm$$

$$A_{perimetral} = 25cm \times 25cm$$

$$A_{esquina} = 25cm \times 25cm$$

Figura

Plano de columnas de la vivienda multifamiliar



Fuente: Elaboración propia

la sub-perestructura

zapatas

son elementos que reciben las cargas de gravedad de las columnas , vigas , losas y sobre carga muerta el cual será sometido a falla por punzonamiento.

$$A_{zap} = \frac{P}{\sigma_s} \quad (5)$$

Dónde :

A_{zap} = Area de zapata

P = Carga por gravedad

σ_s = capacidad portante de suelo

AISLACIÓN BASAL

Es la protección sísmica se puede apreciar las partes del aislamiento sísmico es superestructura, sistema de aislamiento y subestructura. Por lo mencionado el concepto de aislamiento este deberá de tener una base por encima del aisladores para efectos de control de la vivienda unifamiliar se realizara de acuerdo a la norma E.031 AISLAMIENTO SÍSMICO. El reglamento

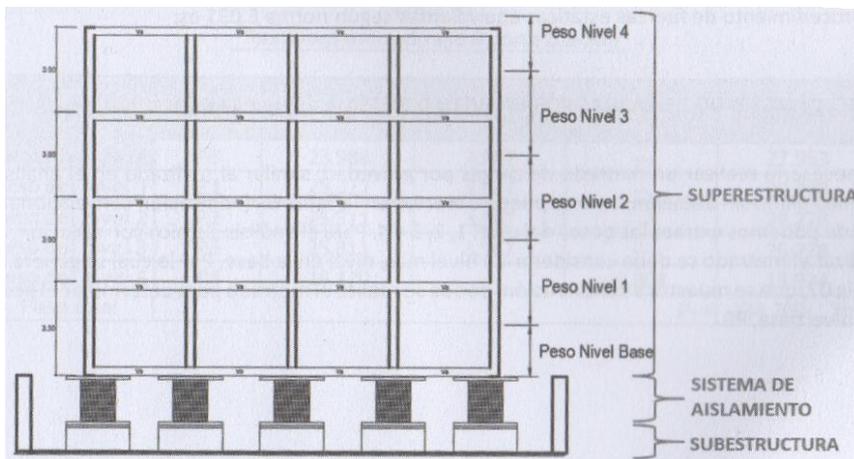
en mención tiene en su contenido una serie de parámetros para efectos de diseño.

Podemos mencionar que en la presente investigación no será diseñaran los aisladores, por el motivo que los que fabrican los aisladores tienen catálogos con los precios establecidos, para fines de estudio se analizara cual aislador sísmico es el más adecuado para la vivienda multifamiliar.

Las especificaciones del aislador sísmico que usaremos consideraremos $\beta_M=10\%$ de amortiguamiento.

Figura 12

Partes del sistema estructural



Fuente: Elaborado por (Mendoza Ramires, 2020)

ESPECTRO ELÁSTICO

las zonas sísmicas que se ubica los departamentos y provincias del peru del cual nos brinda periodo de estrato, las pseudo aceleraciones considerando el sismo (SMC) y su análisis se realizaría con la siguiente formula.

$$s_{aM} = 1,5 \cdot Z \cdot U \cdot C \cdot S \cdot g \tag{6}$$

Tabla

10

Parámetros para la evaluación de la edificación vivienda multifamiliar

| ÍTEM | DESCRIPCIÓN | PARÁMETROS |
|------|-------------|------------|
|------|-------------|------------|

| | | |
|----------|------------------------------------|---|
| Z | Factor de Zona | Z= 0.45 (Zona 4) |
| U | Factor de Categoría de Edificación | U=1.0 (Categoría "C", Edificaciones Comunes") |
| S | Parámetro de Suelo | S= 1.05 (Suelo tipo S2) Tp = 0.6 seg, TL = 2.0 |
| C | Factor de Amplificación Sísmica | $s_{aM} = 2.5 \left(\frac{T_p}{T} \right)$ |
| g | Aceleración de la gravedad | 981cm/seg ² |

Nota: Elaboración propia

Figura 13

Distribución de sismicidad de acuerdo a la zona.



Fuente: Elaboración propia

$$T_M = 2.5s$$

$$T_M = 2.5s > T_L = 2.0s$$

$$C = 2.5 \frac{T_P \cdot T_L}{T_M}$$

DESPLAZAMIENTOS MAXIMOS LATERALES PARA LA ESTRUCTURA

La edificación y su sistema estructural de aislamiento sísmico será construido para soportar los desplazamientos críticos D_M tanto los límites superiores y inferiores el análisis de cálculo se realizare con la siguiente ecuación.

$$D_M = \frac{s_{aM} \cdot T_M^2}{4\pi^2 B_M} \quad (7)$$

Dónde :

s_{aM} = Spectro de pseudo aceleracion

T_M = maximo periodo efectivo de la estructura sismica.

B_M = factor de amortiguamiento como se muestra en la tabla N° 5
de la norma E. 031

RIGIDEZ EFECTIVA DE AISLADOR

El cual será los desplazamientos traslacional del cual son los limites superior e inferior el cual se analizara con la siguiente ecuación.

$$T_M = 2\pi \sqrt{\frac{P}{k_M \cdot g}} \quad (8)$$

$$T_M = 2\pi \sqrt{\frac{P}{N \cdot K_{eff} \cdot g}} \quad (9)$$

Despejando la formulas mencionadas obtendremos

$$K_{eff} = \left(\frac{2\pi}{T_M}\right)^2 \left(\frac{P}{N \cdot g}\right) \quad (10)$$

Dónde :

s_{aM} = masa de la estrucutra total expresado en kN

k_M = rigidez efectiva del aislamiento en la direccion de analisis

espresado en kN/mm

g = Aceleracion de la gravedad $(9\ 810 \frac{\text{mm}}{\text{s}^2})$

K_{eff} = rigidez del aislador

RIGIDEZ TOTAL

$$K_M = \frac{\sum |F_M^+| + \sum |F_M^-|}{2D_M} \quad (11)$$

AMORTIGUAMIENTO EFECTIVO

$$\beta_M = \frac{\sum E_M}{2\pi * K_M * D_M^2} \quad (12)$$

Dónde :

$\sum |F_M^+|$ = sumatoria de todo el sistema positivos del los aisladores kN

$\sum |F_M^-|$ = sumatoria de todo el sistema negativos del los aisladores kN

$\sum E_M$ = Energia disipada del aislador sismico en kN. mm

FUERZAS MÍNIMAS LATERALES DE LAS ESTRUCTURAS

La subestructura como son los elementos de la base donde se asentara el aislador sísmico deberá de estar construido para absorber la energía lateral durante una excitación sísmica de las cuales se deberá de considerar las deriva superior e inferior de las propiedades del aislador para lo cual se analizara con la siguiente ecuación.

$$V_b = K_M * D_M \quad (13)$$

Dónde :

K_M = Rigidez efectiva en la dirección de análisis expresada en kN. mm

D_M = de flexión de centro de rigidez del aislador sísmico expresado mm

PARTES ESTRUCTURALES SOBRE LA BASE

La fuerza lateral no reducida actuante por encima de los niveles de base se determina utilizando el límite superior e inferior de la característica del sistema de aislamiento sísmico del cual tomaremos la ecuación siguiente.

$$V_{st} = V_b \left(\frac{P_S}{P} \right)^{(1-2.5\beta_M)} \quad (14)$$

Dónde :

P = peso de la estructura sobre el aislamiento según NTP E030 kN

P_S = peso sísmico efectivo sobre el aislamiento sísmico expresado kN

β_M = amortiguamiento efectivo, desplazamiento traslacional D_M

La edificación por encima del aislador sísmico debe de ser diseñada y construida para una estructura no aislada, para una fuerza lateral mínima, como se indica en la siguiente ecuación.

$$V_s = \frac{V_{st}}{R_a} \quad (15)$$

Dónde :

R_a = superestructura coeficiente de reducción será $1 \leq \frac{3}{8R_0} \leq 2$

R_0 = coeficiente de reducción se definirá usando la NTP E030

V_{st} = fuerza lateral no reducida actuante por encima de nivel de base

Para el análisis el coeficiente de reducción se tomara como valor 1

Como **enfoques conceptuales**, tenemos:

Aislador

Es parte del sistema estructural del cual sus propiedades que posee es una rigidez vertical y su lateral tiene desplazamientos controlados según sea el diámetro y espesor del instrumento lo cual nos permite deformaciones laterales de la estructura sean mayores.

Deflexión

El tema de deflexión parte cuando los entre pisos de estructura tienen una diferencias.

Amortiguador efectivo

Corresponde a la energía disipada a la respuesta de una excitación sísmica del cual al finalizar el evento la superestructura no tendrá daños o su inhabilitación.

Predimensionamiento de elementos

Se realiza de forma empírica el redimensionamiento de elementos estructurales como son las losas , vigas , columnas , albañilería y zapatas.

Sistema de aislamiento sísmico

es un conjunto de elementos que al unirlos forman un sistema al que se le denomina sistema de aislamiento sísmico y todo estos conformados por las losas, vigas columnas, pilotes, acápites y todos los elementos mencionados anteriormente deberán satisfacer las necesidades de diseño que la normativa establece actualmente.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Según (Ñaupas Paitan, Valdivia Dueñas, Palacios Vilela , & Romero Delgado , 2018) indica que la investigación tipo aplicada es aquella que se basa en resultados del cual resolverá los problemas de los gremios de comunidades la globalización y la crisis económica de las personas. Del cual se formula problemas como sus respectivas hipótesis con el fin de resolver el problema social.

Nuestro trabajo de investigación por lo mencionado anteriormente corresponde a una investigación de tipo aplicada.

Nivel de investigación

Los estudios descriptivos según (Hernández Sampieri, 2014) son útiles para especificar propiedades y características, se mostrará con precisión la recolección de información de manera conjunta con los variables en la presente investigación.

Nuestro trabajo de investigación por lo mencionado anteriormente corresponde a una investigación de nivel descriptivo.

Diseño de investigación

Se define que el diseño de investigación es no experimental, se define que se realizara sin manipular las variables. Es decir, nuestro análisis no se modificará las variables las variables. se analizará los fenómenos del sismo y como este afecta a la estructura con aislador sísmico.

Enfoque de investigación

En la presente investigación será de enfoque cuantitativo ya que se recolectará resultados de programas y entre otros métodos.

Según (Hernández Sampieri, 2014) el enfoque cuantitativo es un conjunto de datos y será se desarrollará de forma secuencial, todo lo mencionado parte de una idea o necesidad de la población de las cuales se revisará la literatura de diferentes autores. al finalizar todos los datos se realizará una comparación con la normativa vigente, al finalizar se realizará una serie de conclusiones.

Nuestro trabajo de investigación por lo mencionado anteriormente corresponde a una investigación de tipo aplicada.

3.2. Variables de operacionalización

Variables

Variable independiente

- Análisis con Aislador Sísmico

Definición conceptual

El proyecto de investigación será adecuado con el reglamento nacional de edificaciones de las cuales será considerando la normativa de diseño sismorresistente NTP E-030, aislamiento sísmico NTP E-031, concreto armado NTP E-060. la vivienda multifamiliar de cinco niveles su función en conjunto con el aislador sísmico deberá de salvaguarda vidas humanas, lograr un ahorro a largo plazo por que la estructura no estará inhabilitada después de una excitación sísmica.

Definición operacional

Todo el análisis que se realizará con el programa etabs por lo que la edificación lo someteremos a una excitación sísmica del cual nos dará una base

de datos de cálculos. los resultados serán analizados de forma minuciosa y todo esto será comparado con la normativa ya antes mencionada.

Variable dependiente

- Diseño Estructural

Definición conceptual

Se diseñará cuando todas estas viviendas multifamiliares se ubican en un terreno en común.

Definición operacional

El pre dimensionamiento de los elementos estructurales de la vivienda multifamiliar y las características de los elementos con cual será el análisis correspondiente.

Operacionalización de variables

Con el fin de la viabilidad del proyecto en investigación y su operacionalización de variables véase a continuación.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

(Ñaupas Paitan, Valdivia Dueñas, Palacios Vilela , & Romero Delgado , 2018) toma como definición que el total de la cantidad de análisis pueden ser personas, hechos o anomalías que presentan una determinada área de estudio y medir su atributo.

Todas las viviendas multifamiliares de concreto armado de la Av Arequipa en el distrito de Lince

Muestra

(Ñaupas Paitan, Valdivia Dueñas, Palacios Vilela , & Romero Delgado , 2018) toma como definición la selección de una parte de la población del cual la zona donde se ubica la población tiene la peculiaridad de investigación.

Vivienda de concreto armado multifamiliar de cinco niveles ubicado en la Av. Arequipa N° 2638 en Lince

Muestreo

El muestreo no es al azar y tomado por conveniencia.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

Nuestra técnica de trabajo de investigación es de observación indirecta, la recolección de datos será por el reglamento nacional de edificación.

Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos usados en el presente proyecto de investigación serán realizados en gabinete por motivos de emergencia sanitaria decretado en Perú COVID 19 y se utilizará el software ETABS será usado para el análisis y modelamiento de la vivienda multifamiliar.

Validez del instrumento

Según (Ñaupas Paitan, Valdivia Dueñas, Palacios Vilela , & Romero Delgado , 2018) es el recojo información sistemática mediante interrogaciones de la cuales tiene que tener una respuesta ordenada.

El proyecto de investigación se revisará libros y artículos, el dibujo arquitectónico será modelado en el programa ETABS y al obtener los resultados estos deberán cumplir con los requisitos mínimos de la norma vigente.

Confiabilidad del instrumento

Según (Hernández Sampieri, 2014) refiere que realizar un repetido estudio a una determinada muestra y se produce resultados equitativos.

El presente proyecto de investigación que se esta desarrollando su confiabilidad será por las diferentes normas que se tomaran en cuenta, con la

finalidad de asegurar o salvaguardar vidas humanas, ahorro del costo de la estructura a largo plazo.

3.5. Procedimientos

Para el presente estudio, la recolección de datos se realizó mediante la búsqueda de artículos académicos y libros relacionados con el diseño con aislamiento sísmico estructural y el sistema de concreto armado, así como la búsqueda de tesis relacionadas con el tema. Ya que estas son fuentes internacionales y nacionales, no solo esto, todos los datos ingresarlos al software de modelado estructural ETABS, donde se realiza el diseño sísmico. Se construyó un edificio pórtico de concreto armado de vivienda multifamiliares.

3.6. Método de análisis de datos

La presente investigación es de análisis expositivo. Por lo cual toda la información requerida se reunió a través de libros, revistas, investigaciones que se realizaron anteriormente. Una vez reunido toda la información se procedió a realizar las comparaciones de las estructuras del cual al finalizar tendremos apoyo de diagramas, cuadros de resumen de datos de fuerzas axiales, fuerzas laterales, diagramas de masas, el espectro sísmico para la base fija como para la base con aislamiento sísmica la presente tesis se realizó con indagación de diferentes trabajos de investigación como también el software para realizar el análisis de la estructura.

3.7. Aspectos éticos

El proyecto de tesis surgió a través de ideas y conocimientos de diferentes autores del cual cada uno de ellos tiene un aporte para la sociedad como también recomiendan diferentes tipos de investigación que surgieron al terminar su investigación es por ello que surge mi investigación. Todos los investigadores que se a tomado en cuenta en el presente trabajo se realizó su respectiva mención con citas textuales y colocando sus nombres a cada uno de ellos. El presente proyecto de tesis tiene veracidad de los resultados como de los estudios realizados.

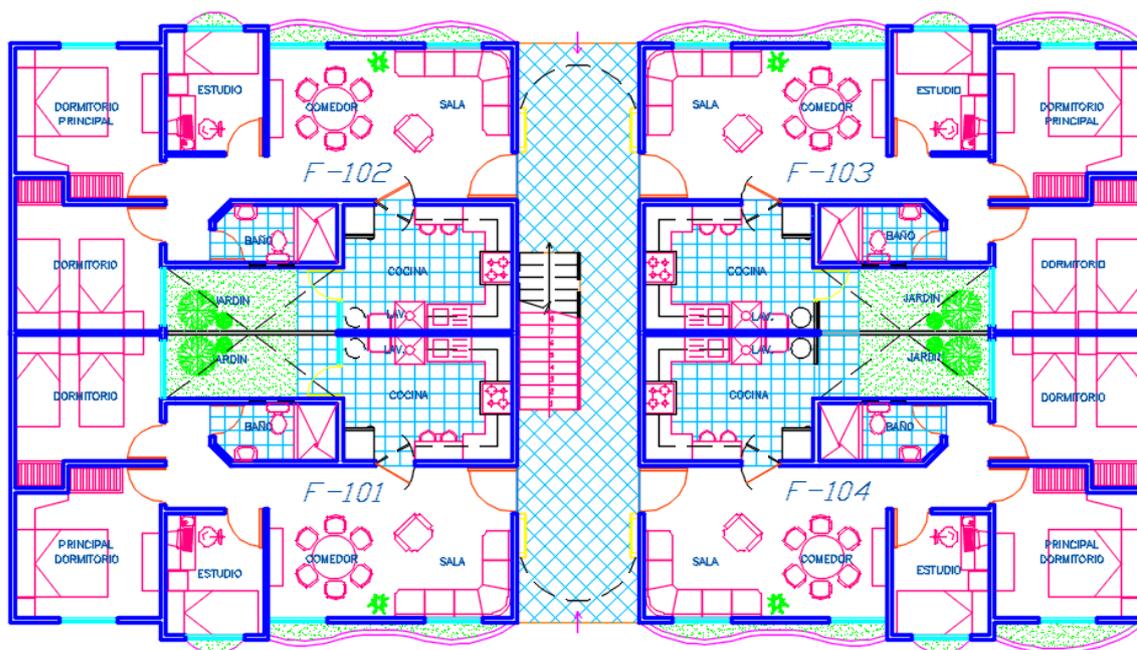
IV. RESULTADOS

Plano arquitectónico.

Del cual es esta diseñado para 4 viviendas unifamiliares, teniendo en cuenta el reglamento nacional de edificaciones con sus respectivas áreas mínimas con la finalidad de dar calidad de vida al conjunto de personas que lo habitaran.

Figura 14

Plano arquitectónico de vivienda multifamiliar.



Fuente: Elaboración propia

Diseño del proyecto.

El proyecto del cual se está realizando de viviendas multifamiliares de 5 niveles y su sistema estructural será de concreto armado pórtico y está constituido por las losas, vigas, columnas, vigas de cimentación, aislador sísmico, pilares para los aisladores sísmicos.

Parámetros sísmicos

Todos los coeficientes o parámetros sísmicos son los requisitos previos para el análisis del espectro sísmico.

Tabla

11

Parámetros sísmicos.

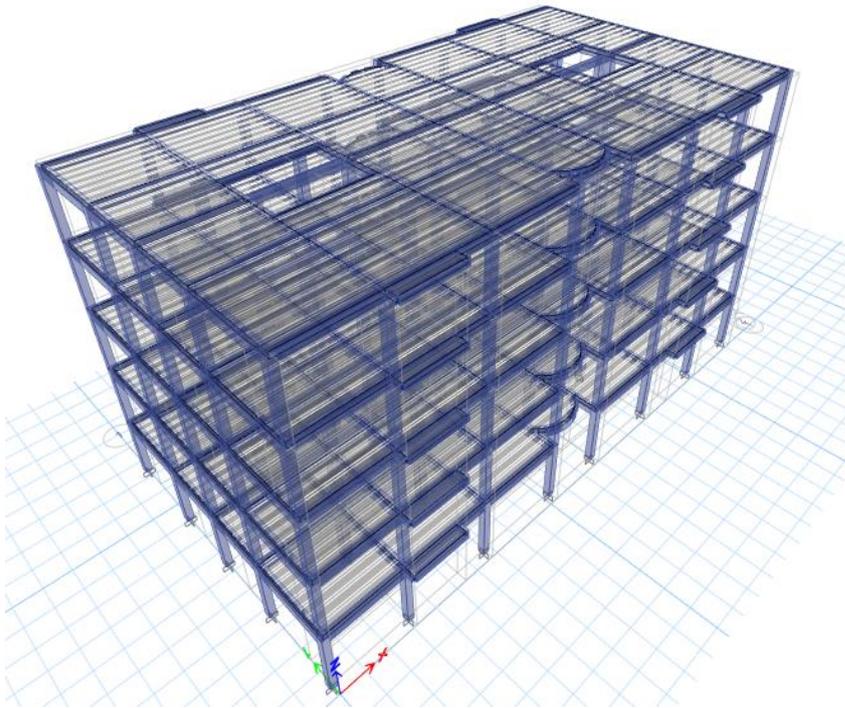
| PARÁMETROS SÍSMICOS | |
|---------------------|------|
| Z = | 0.45 |
| U = | 1.00 |
| C = | 1.67 |
| S = | 1.05 |
| R = | 8.00 |

Nota: elaboración propia

Modelamiento del pórtico sin aislador sísmico.

Figura 15

Modelamiento de vivienda unifamiliar utilizando el programa ETABS.



Fuente: Elaboración propia

Se analizará la cortante estático de la estructura acoplada al suelo

Tabla 12

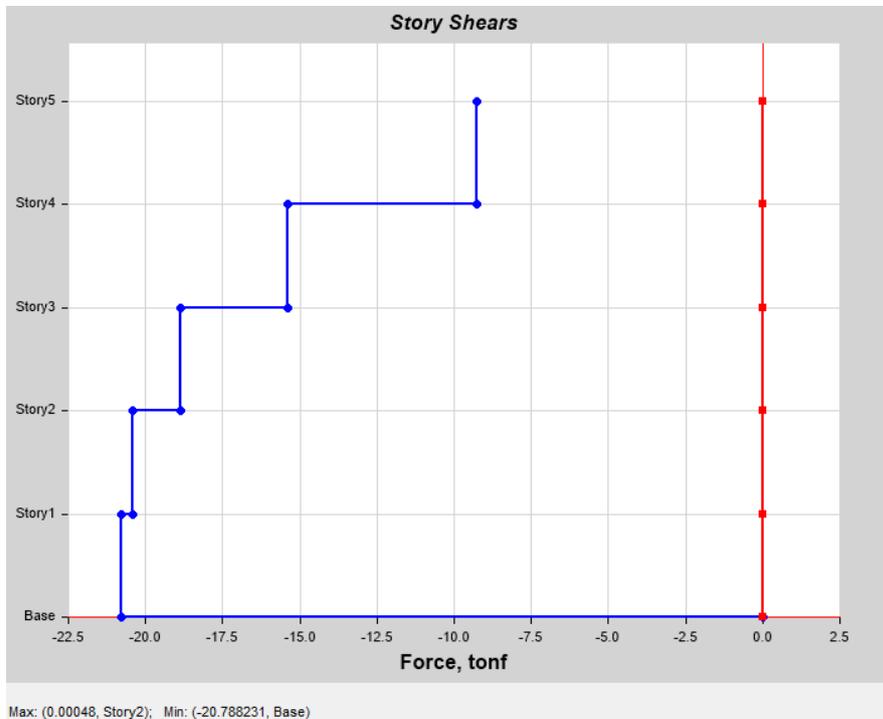
Cortante estático en x-x

| TABLE: Mass Summary by Story | | | | | | | | | | |
|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------|---------------------|---------------|-----------|------------------------|-------------|--------------|------------|
| Story | UX tonf-s ² /m | UY tonf-s ² /m | Peso tonf | Peso kgf | Altura (m) | | Pi x (Hi) ^k | ai | Fi tonf | Vi Tonf |
| | | | | | Entrepiso | Acumulada | | | | |
| Story5 | 26.951 | 26.951 | 264.30 | 264,302.53 | 2.70 | 13.50 | 48,169.14 | 0.44562 | 9.26 | 9.26 |
| Story4 | 27.941 | 27.941 | 274.01 | 274,006.36 | 2.70 | 10.80 | 31,960.10 | 0.29567 | 6.15 | 15.41 |
| Story3 | 27.941 | 27.941 | 274.01 | 274,006.36 | 2.70 | 8.10 | 17,977.56 | 0.16631 | 3.46 | 18.87 |
| Story2 | 27.941 | 27.941 | 274.01 | 274,006.36 | 2.70 | 5.40 | 7,990.03 | 0.07392 | 1.54 | 20.41 |
| Story1 | 27.941 | 27.941 | 274.01 | 274,006.36 | 2.70 | 2.70 | 1,997.51 | 0.01848 | 0.38 | 20.79 |
| | | | 1,360.33 | 1,360,327.96 | 13.50 | | 108,094.33 | 1.00 | 20.79 | OK |

Nota: elaboración propia

Figura 16

Cortante estático x-x



Fuente: Elaboración propia en el programa ETABS

Tabla 13

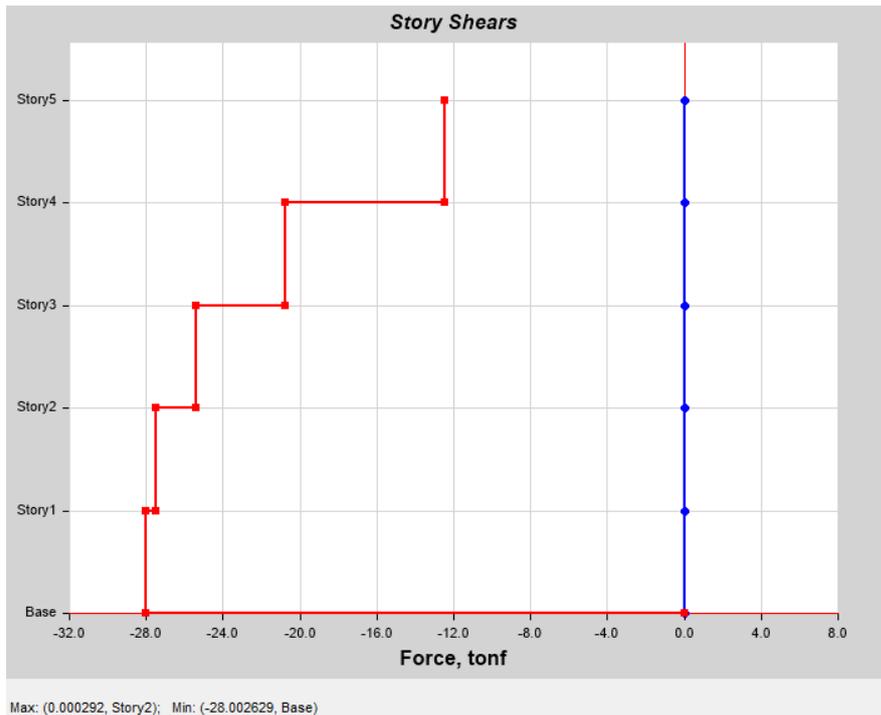
Cortante estático en y-y.

| TABLE: Mass Summary by Story | | | | | | | | | | |
|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------|---------------------|--------------|--------|------------------------|-------------|--------------|--------------|
| Story | UX tonf-s ² /m | UY tonf-s ² /m | Peso tonf | Peso kgf | Altura | Hi (m) | Pi x (Hi) ^k | ai | Fi | Vi |
| | | | | | (m) | | | | | |
| Story5 | 26.95122 | 26.95122 | 264.30 | 264,302.53 | 2.70 | 13.50 | 48,169.14 | 0.445621 | 12.48 | 12.48 |
| Story4 | 27.94073 | 27.94073 | 274.01 | 274,006.36 | 2.70 | 10.80 | 31,960.10 | 0.295669 | 8.28 | 20.76 |
| Story3 | 27.94073 | 27.94073 | 274.01 | 274,006.36 | 2.70 | 8.10 | 17,977.56 | 0.166314 | 4.66 | 25.41 |
| Story2 | 27.94073 | 27.94073 | 274.01 | 274,006.36 | 2.70 | 5.40 | 7,990.03 | 0.073917 | 2.07 | 27.48 |
| Story1 | 27.94073 | 27.94073 | 274.01 | 274,006.36 | 2.70 | 2.70 | 1,997.51 | 0.018479 | 0.52 | 28.00 |
| | | | 1,360.33 | 1,360,327.96 | 13.50 | | 108,094.33 | 1.00 | 28.00 | OK |

Nota: elaboración propia

Figura 17

Cortante estático y-y.



Fuente: Elaboración propia en el programa ETABS

Se revisará las derivas entre pisos del diseño estructura en la dirección x-x

Tabla 14

Verificación de las distorsiones máximas x-x

| TABLE: Story Max/Avg Displacements | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-----------------|-----|-----------|-------------------------|---------------|-------------------------|-----------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| Story | Load Case/Combo | Dir | Maximum m | Max.Despla Relativo (m) | REGULAR Rx= 8 | Max.Despla Elastico (m) | Altura Piso (m) | Distorsion Elastica | Distorsin Max-Norma | Verificar Distorsion |
| Piso-5 | S DIN X-X Max | X | 0.02029 | 0.003005 | 6.00 | 0.018030 | 2.70 | 0.0067 | 0.007 | OK |
| Piso-4 | S DIN X-X Max | X | 0.017285 | 0.004277 | 6.00 | 0.025662 | 2.70 | 0.0095 | 0.007 | MAL-!!! |
| Piso-3 | S DIN X-X Max | X | 0.013008 | 0.005231 | 6.00 | 0.031386 | 2.70 | 0.0116 | 0.007 | MAL-!!! |
| Piso-2 | S DIN X-X Max | X | 0.007777 | 0.005110 | 6.00 | 0.030660 | 2.70 | 0.0114 | 0.007 | MAL-!!! |
| Piso-1 | S DIN X-X Max | X | 0.002667 | 0.002667 | 6.00 | 0.016002 | 2.70 | 0.0059 | 0.007 | OK |

Nota: elaboración propia

Distorsión elástica en la dirección x-x

Tabla 15

Distorsión elástica x-x

| TABLE: Story Drifts | | | | | | | | | |
|---------------------|-----------------|-----------|-------|-------|---------|------------|------------|--------------|--|
| Story | Load Case/Combo | Direction | Drift | Label | REGULAR | Distorsion | Distorsion | Verificacion | |

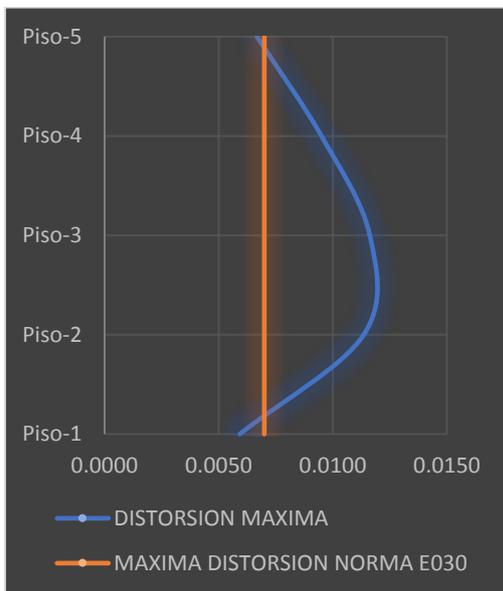
| | | | | | Rx= 8 | Elastica | Max-Nomra | Distorsion |
|--------|------------|---|----------|---|--------------|----------|-----------|----------------|
| Piso-5 | SPEC-X Max | X | 0.001151 | 1 | 6.00 | 0.00691 | 0.007 | OK |
| Piso-4 | SPEC-X Max | X | 0.001613 | 1 | 6.00 | 0.00968 | 0.007 | MAL-!!! |
| Piso-3 | SPEC-X Max | X | 0.00195 | 1 | 6.00 | 0.01170 | 0.007 | MAL-!!! |
| Piso-2 | SPEC-X Max | X | 0.001896 | 1 | 6.00 | 0.01138 | 0.007 | MAL-!!! |
| Piso-1 | SPEC-X Max | X | 0.000988 | 3 | 6.00 | 0.00593 | 0.007 | OK |

Nota: elaboración propia.

De la siguiente manera se puede apresar la imagen de las distorsiones entre piso de forma gráfica.

Figura 18

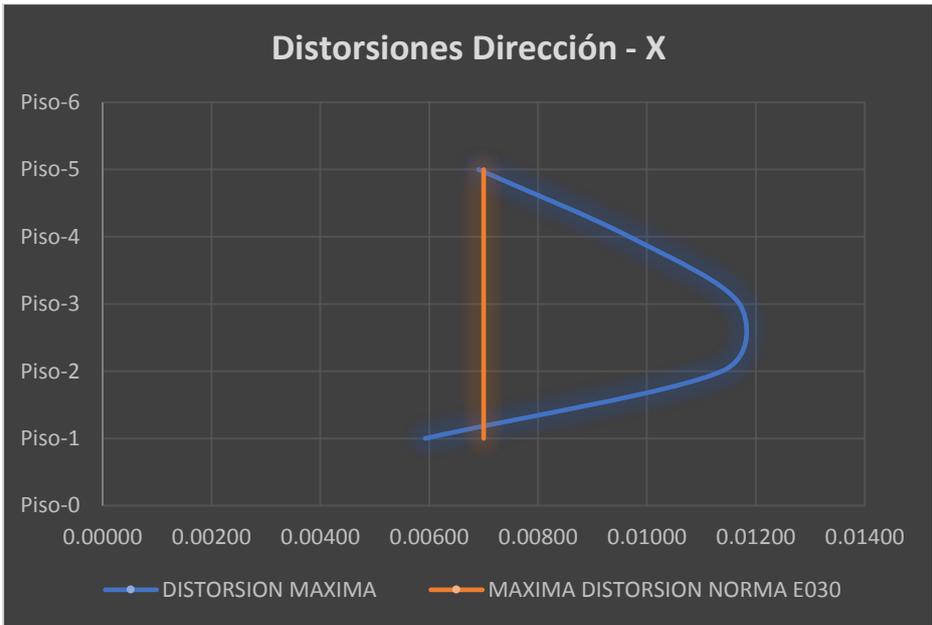
Control de la máxima distorsión x-x.



Fuente: Elaboración propia

Figura 19

Distorsión elástica x-x.



Fuente: elaboración propia.

Se revisará las derivas entre pisos del diseño estructura en la dirección y-y

Tabla 16

Verificación de las distorsiones máximas y-y

| TABLE: Story Max/Avg Displacements | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-----------------|-----|-----------|-------------------------|---------------|-------------------------|-----------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| Story | Load Case/Combo | Dir | Maximum m | Max.Despla Relativo (m) | REGULAR Ry= 8 | Max.Despla Elastico (m) | Altura Piso (m) | Distorsion Elastica | Distorsin Max-Norma | Verificar Distorsion |
| Piso-5 | S DIN Y-Y Max | Y | 0.022482 | 0.002462 | 6.00 | 0.014772 | 2.70 | 0.0055 | 0.007 | OK |
| Piso-4 | S DIN Y-Y Max | Y | 0.02002 | 0.004233 | 6.00 | 0.025398 | 2.70 | 0.0094 | 0.007 | MAL-!!! |
| Piso-3 | S DIN Y-Y Max | Y | 0.015787 | 0.005726 | 6.00 | 0.034356 | 2.70 | 0.0127 | 0.007 | MAL-!!! |
| Piso-2 | S DIN Y-Y Max | Y | 0.010061 | 0.006212 | 6.00 | 0.037272 | 2.70 | 0.0138 | 0.007 | MAL-!!! |
| Piso-1 | S DIN Y-Y Max | Y | 0.003849 | 0.003849 | 6.00 | 0.023094 | 2.70 | 0.0086 | 0.007 | MAL-!!! |

Nota: elaboración propia

Distorsión elástica en la dirección x-x

Tabla

17

Distorsión elástica y-y

| TABLE: Story Drifts | | | | | | | | | |
|---------------------|-----------------|-----------|----------|-------|---------------|---------------------|----------------------|--------------------------|--|
| Story | Load Case/Combo | Direction | Drift | Label | REGULAR Ry= 8 | Distorsion Elastica | Distorsion Max-Nomra | Verificcacion Distorsion | |
| Piso-5 | SPEC-Y Max | Y | 0.000952 | 48 | 6.00 | 0.00571 | 0.007 | OK | |
| Piso-4 | SPEC-Y Max | Y | 0.001602 | 48 | 6.00 | 0.00961 | 0.007 | MAL-!!! | |

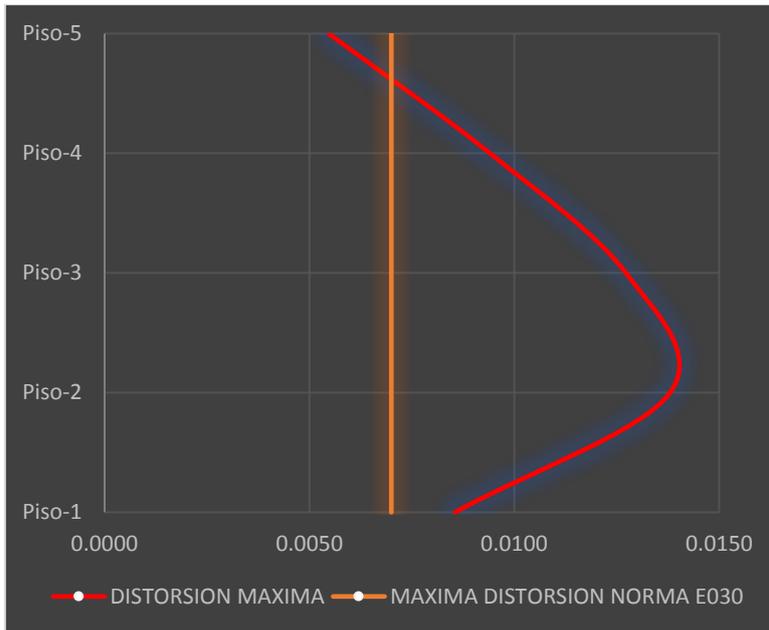
| | | | | | | | | |
|--------|------------|---|----------|----|------|---------|-------|----------------|
| Piso-3 | SPEC-Y Max | Y | 0.002136 | 48 | 6.00 | 0.01282 | 0.007 | MAL-!!! |
| Piso-2 | SPEC-Y Max | Y | 0.002305 | 48 | 6.00 | 0.01383 | 0.007 | MAL-!!! |
| Piso-1 | SPEC-Y Max | Y | 0.001426 | 41 | 6.00 | 0.00856 | 0.007 | MAL-!!! |

Nota: elaboración propia.

De la siguiente manera se puede apresar la imagen de las distorsiones entre piso de forma gráfica.

Figura 20

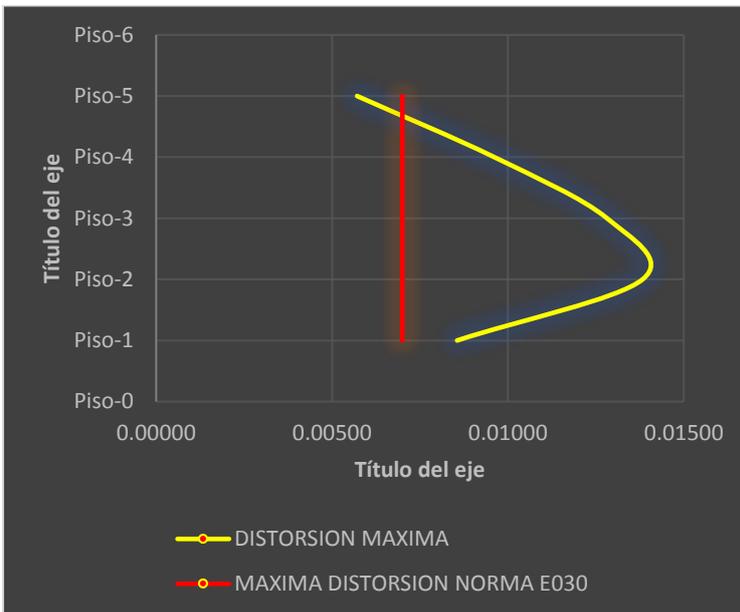
Control de la máxima distorsión y-y.



Fuente: Elaboración propia

Figura 21

Distorsión elástica y-y

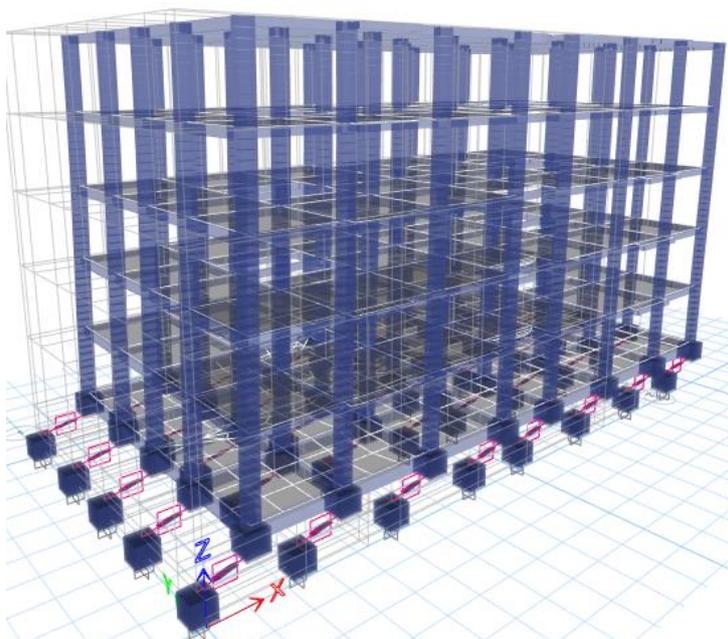


Fuente: elaboración propia.

Modelamiento del pórtico con aislador sísmico.

Figura 22

Modelo de ETABS con aislador sísmico.



Fuente: elaboración propia.

Espectro sísmico calculado para ETABS

Tabla 18

Espectro sísmico calculado para etabs.

| T | Sa | T | R=1 | T | SMC |
|------|--------|------|------------|-------------|-------------------|
| 0.00 | 0.1477 | 0.00 | 1.18125 | 0.00 | 1.771875 |
| 0.05 | 0.1477 | 0.05 | 1.18125 | 0.05 | 1.771875 |
| 0.10 | 0.1477 | 0.10 | 1.18125 | 0.10 | 1.771875 |
| 0.15 | 0.1477 | 0.15 | 1.18125 | 0.15 | 1.771875 |
| 0.20 | 0.1477 | 0.20 | 1.18125 | 0.20 | 1.771875 |
| 0.25 | 0.1477 | 0.25 | 1.18125 | 0.25 | 1.771875 |
| 0.30 | 0.1477 | 0.30 | 1.18125 | 0.30 | 1.771875 |
| 0.35 | 0.1477 | 0.35 | 1.18125 | 0.35 | 1.771875 |
| 0.40 | 0.1477 | 0.40 | 1.18125 | 0.40 | 1.771875 |
| 0.45 | 0.1477 | 0.45 | 1.18125 | 0.45 | 1.771875 |
| 0.50 | 0.1477 | 0.50 | 1.18125 | 0.50 | 1.771875 |
| 0.55 | 0.1477 | 0.55 | 1.18125 | 0.55 | 1.771875 |
| 0.60 | 0.1477 | 0.60 | 1.18125 | 0.60 | 1.771875 |
| 0.65 | 0.1363 | 0.65 | 1.09038462 | 0.65 | 1.63557692 |
| 0.70 | 0.1266 | 0.70 | 1.0125 | 0.70 | 1.51875 |
| 0.75 | 0.1181 | 0.75 | 0.945 | 0.75 | 1.4175 |
| 0.80 | 0.1107 | 0.80 | 0.8859375 | 0.80 | 1.32890625 |
| 0.85 | 0.1042 | 0.85 | 0.83382353 | 0.85 | 1.25073529 |
| 0.90 | 0.0984 | 0.90 | 0.7875 | 0.90 | 1.18125 |
| 0.95 | 0.0933 | 0.95 | 0.74605263 | 0.95 | 1.11907895 |
| 1.00 | 0.0886 | 1.00 | 0.70875 | 1.00 | 1.063125 |
| 1.05 | 0.0844 | 1.05 | 0.675 | 1.05 | 1.0125 |
| 1.10 | 0.0805 | 1.10 | 0.64431818 | 1.10 | 0.96647727 |
| 1.15 | 0.0770 | 1.15 | 0.61630435 | 1.15 | 0.92445652 |
| 1.20 | 0.0738 | 1.20 | 0.590625 | 1.20 | 0.8859375 |
| 1.25 | 0.0709 | 1.25 | 0.567 | 1.25 | 0.8505 |
| 1.30 | 0.0681 | 1.30 | 0.54519231 | 1.30 | 0.81778846 |
| 1.35 | 0.0656 | 1.35 | 0.525 | 1.35 | 0.7875 |
| 1.40 | 0.0633 | 1.40 | 0.50625 | 1.40 | 0.759375 |
| 1.45 | 0.0611 | 1.45 | 0.4887931 | 1.45 | 0.73318966 |
| 1.50 | 0.0591 | 1.50 | 0.4725 | 1.50 | 0.70875 |
| 1.55 | 0.0572 | 1.55 | 0.45725806 | 1.55 | 0.6858871 |
| 1.60 | 0.0554 | 1.60 | 0.44296875 | 1.60 | 0.66445313 |
| 1.65 | 0.0537 | 1.65 | 0.42954545 | 1.65 | 0.64431818 |
| 1.70 | 0.0521 | 1.70 | 0.41691176 | 1.70 | 0.62536765 |
| 1.75 | 0.0506 | 1.75 | 0.405 | 1.75 | 0.6075 |
| 1.80 | 0.0492 | 1.80 | 0.39375 | 1.80 | 0.590625 |

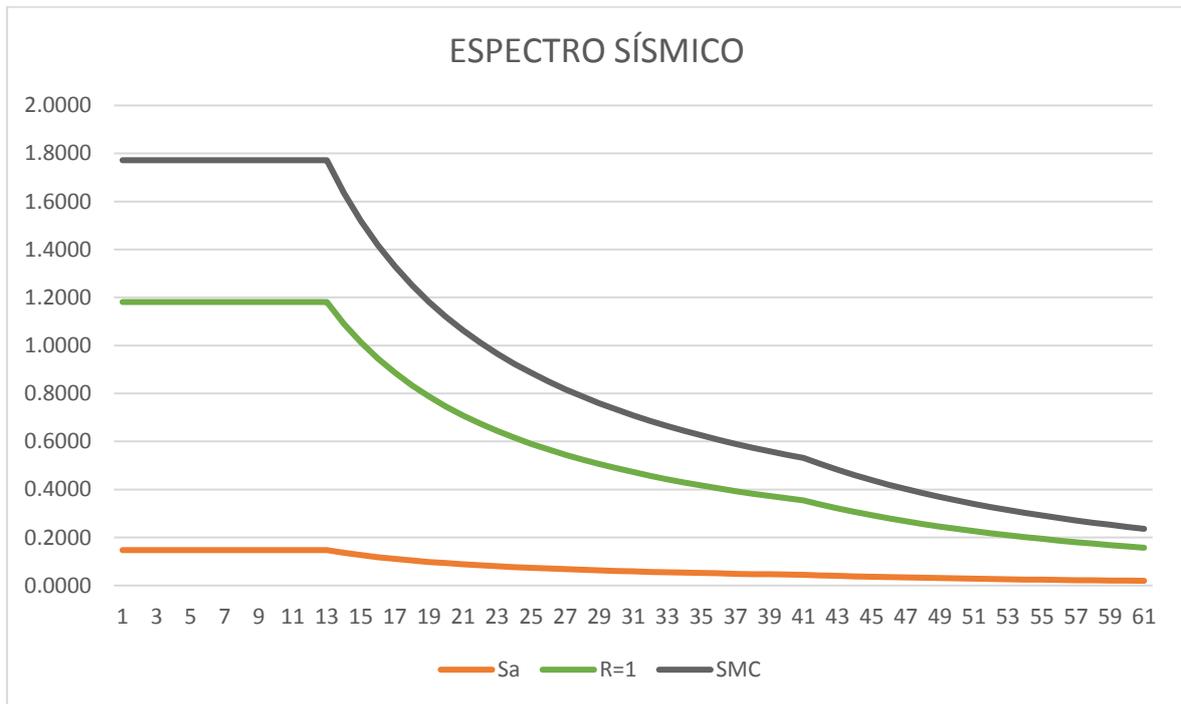
| | | | | | |
|------|--------|------|------------|-------------|-------------------|
| 1.85 | 0.0479 | 1.85 | 0.38310811 | 1.85 | 0.57466216 |
| 1.90 | 0.0466 | 1.90 | 0.37302632 | 1.90 | 0.55953947 |
| 1.95 | 0.0454 | 1.95 | 0.36346154 | 1.95 | 0.54519231 |
| 2.00 | 0.0443 | 2.00 | 0.354375 | 2.00 | 0.5315625 |
| 2.05 | 0.0422 | 2.05 | 0.33729923 | 2.05 | 0.50594884 |
| 2.10 | 0.0402 | 2.10 | 0.32142857 | 2.10 | 0.48214286 |
| 2.15 | 0.0383 | 2.15 | 0.30665224 | 2.15 | 0.45997837 |
| 2.20 | 0.0366 | 2.20 | 0.2928719 | 2.20 | 0.43930785 |
| 2.25 | 0.0350 | 2.25 | 0.28 | 2.25 | 0.42 |
| 2.30 | 0.0335 | 2.30 | 0.26795841 | 2.30 | 0.40193762 |
| 2.35 | 0.0321 | 2.35 | 0.25667723 | 2.35 | 0.38501584 |
| 2.40 | 0.0308 | 2.40 | 0.24609375 | 2.40 | 0.36914063 |
| 2.45 | 0.0295 | 2.45 | 0.2361516 | 2.45 | 0.35422741 |
| 2.50 | 0.0284 | 2.50 | 0.2268 | 2.50 | 0.3402 |
| 2.55 | 0.0272 | 2.55 | 0.21799308 | 2.55 | 0.32698962 |
| 2.60 | 0.0262 | 2.60 | 0.20968935 | 2.60 | 0.31453402 |
| 2.65 | 0.0252 | 2.65 | 0.20185119 | 2.65 | 0.30277679 |
| 2.70 | 0.0243 | 2.70 | 0.19444444 | 2.70 | 0.29166667 |
| 2.75 | 0.0234 | 2.75 | 0.18743802 | 2.75 | 0.28115702 |
| 2.80 | 0.0226 | 2.80 | 0.18080357 | 2.80 | 0.27120536 |
| 2.85 | 0.0218 | 2.85 | 0.17451524 | 2.85 | 0.26177285 |
| 2.90 | 0.0211 | 2.90 | 0.16854935 | 2.90 | 0.25282402 |
| 2.95 | 0.0204 | 2.95 | 0.16288423 | 2.95 | 0.24432634 |
| 3.00 | 0.0197 | 3.00 | 0.1575 | 3.00 | 0.23625 |

Nota: elaboración propia.

Se la siguiente manera presentaremos el espectro sísmico calculo para el análisis de la estructura de vivienda multifamiliar.

Figura 23

Espectro sísmico Sa-R=1-SMC.



Fuente: elaboración propia.

Propiedades geométricas del dispositivo LRB

Se determina la carga promedio de la edificación que esta en estudio del cual se presenta el siguiente tabla.

Se determinó según lo señalado en la norma E.031:

$$Carga\ promedio = 1.0CM + 0.5CV.$$

Por tanto, la carga promedio de la estructura se obtuvo con el software de análisis:

Tabla 19

Carga promedio de la edificación.

| Story | UX | UY |
|--------|--------|--------|
| | ton | ton |
| Story5 | 255.21 | 255.21 |
| Story4 | 333.85 | 333.85 |
| Story3 | 333.85 | 333.85 |
| Story2 | 333.85 | 333.85 |
| Story1 | 333.85 | 333.85 |

| | | |
|-------------------|---------|---------|
| Nivel Aislamiento | 417.22 | 417.22 |
| | 2007.84 | 2007.84 |

Carga por dispositivo 50.20 Ton

Nota: elaboración propia

Cálculo de Desplazamiento para un sismo máximo considerado SMC

En el artículo 20 “Desplazamientos laterales considerados para el diseño” de la norma E.031 se tiene la ecuación de desplazamiento:

$$D_M = \frac{S_{aM} \cdot T_M^2}{4\pi^2 B_M}$$

Dónde:

$S_{aM} = 1.5 * Z * C * S \cdot g$ (Pseudoaceleración)

$T_M = 3.0 s$ (Periodo objetivo de la estructura para un SMC)

$B_M = 1.35$ (factor de amortiguamiento para el 15% de amortiguamiento crítico del dispositivo LRB)

Para calcular la pseudoaceleración se usó los parámetros :

$Z = 0.45$ (Lima, Lince, Zona 4)

$C = 0.3333$ donde $T > T_L$, además $T_p = 0.6 s$ y $T_L = 2.0 s$

$T = 3.0 s$ (Periodo deseado)

$$C = 2.5 * \left(\frac{T_p * T_L}{T^2} \right) = 0.3333$$

$S = 1.05$ (Suelo S2 en Zona 4)

Reemplazando valores en la ecuación de desplazamiento se tiene:

$$D_M = \frac{(1.5 * 0.45 * 0.333 * 9.806 * 1.05) * (3.0)^2}{4\pi^2 * 1.35} = 0.3912 m.$$

Desplazamiento total para un sismo máximo considerado

Se calcula el desplazamiento total máximo, que añade desplazamientos torsionales (Artículo 20, Item 20.3 de la norma E031)

$$D_{TM} = D_M \left[1 + \left[\frac{y}{P_T^2} \right] \cdot \left(\frac{12e}{b^2 + d^2} \right) \right]$$

Buscando las dimensiones del proyecto arquitectónico, se obtuvo la siguiente información:

D_{TM} : Desplazamiento total máximo

D_M : 0.3912 m

y : 11.65 m Distancia del centro de rigidez al punto más alejado de la estructura

e : 1.17 m (Excentricidad, equivalente al 5% del lado mayor de la edificación).

b : 12.00 m Lado menor de la edificación

d : 23.30 m Lado mayor de la edificación

P_T^2 : Razón entre el periodo traslacional efectivo de la estructura y el periodo rotacional de la edificación. Debe ser igual o mayor a 1.15 (Norma E.031).

Por tanto, se tiene:

$$D_{TM} = D_M \left[1 + \left[\frac{y}{P_T^2} \right] \cdot \left(\frac{12e}{b^2 + d^2} \right) \right]$$

$$D_{TM} = 0.3912 \text{ m} \left[1 + \left[\frac{11.65}{1} \right] \cdot \left(\frac{12 (1.17)}{12.00^2 + 23.30^2} \right) \right]$$

$$D_{TM} = 0.3912 \text{ m} [1.2381]$$

$$D_{TM} = 0.4844$$

Mínimo Valor de desplazamiento máximo = $D_{TM} * 1.15 = 0.4499$

Rigidez horizontal del dispositivo

Se calcula considerando la carga promedio.

$$K_h = P_{prom} * \left(\frac{2\pi}{T_M} \right)^2$$

Dónde:

K_h : Rigidez del dispositivo en la dirección horizontal

P_{prom} : 50.20 Ton (Carga axial promedio sobre el dispositivo)

T_M : 3.0 s (Periodo objetivo de la estructura aislada)

Reemplazando valores y convirtiendo a kilonewtons:

$$K = 50.20 \text{ ton} * \left(\frac{2\pi}{3.0s} \right)^2$$

$$K = 50.20 \left(\frac{9.806}{9806} \right) kN/mm * \left(\frac{2\pi}{3.0s} \right)^2$$

$$K = 0.220 \text{ kN/mm}$$

Hallando la rigidez del sistema en kilonewtons:

$$K_H = (n)K_h$$

$$K_H = 40 * 0.220 \text{ kN/mm}$$

$$K_H = 8.808 \text{ kN/mm}$$

Altura total de las láminas de caucho

Se calcula mediante la ecuación de deformación de corte de la norma E.031 en el Anexo II:

$$\gamma_D = \frac{D_{TM}}{H_r} \leq 2.5$$

Dónde:

γ_D : 2 (Deformación de corte directa, además $\gamma_D \leq 2.5$)

H_r : Altura del caucho

D_{TM} : 0.484 m (Desplazamiento total máximo)

Despejando la H_r altura del caucho es:

$$H_r = \frac{D_{TM}}{Y_D} = \frac{D_{TM}}{H_r}$$
$$H_r = \frac{0.484 \text{ m}}{2} = 0.242 \text{ m}$$

Área y diámetro del dispositivo

Se propone un módulo de corte G estándar para el elastómero ($G = 0.4 \text{ N/mm}^2$) por tanto en la ecuación:

$$K = \frac{G * A}{H_r}$$

Dónde:

K : 0.220 kN/mm

G : 0.4 N/mm² (Elastómero estándar en TENSA y FIP)

A : Área del dispositivo sometida a compresión axial

H_r : 0.242 m

Reemplazando y despejando el área "A" se obtiene:

$$A = \frac{H_r * K_{eff}}{G}$$
$$A = \frac{242 \text{ mm} * 0.220 \text{ kN/mm}}{0.4 \text{ N/mm}^2}$$
$$A = 0.1331 \text{ m}^2$$

Determinando el diámetro del dispositivo, se obtiene:

$$A = \pi r^2$$
$$r = d/2$$

Reemplazando:

$$d = 2 \left\{ \sqrt{\frac{A}{\pi}} \right\} = 2 \left\{ \sqrt{\frac{0.1331}{\pi}} \right\}$$

De este resultado se obtiene el diámetro:

$$d = 0.4116 \text{ m} = 0.45 \text{ m}$$

Determinando la Fuerza característica Q del LRB

El esfuerzo de fluencia del plomo (tensión de fluencia) oscila entre 85 kg/cm² – 115 kg/cm². La fuerza característica Q se calcula mediante:

$$Q = A_{Lead} * G_{Lead}$$

Dónde:

Q : Fuerza característica

A_{Lead} : $\pi * (d^2)/4 \text{ m}^2$ (Área transversal del núcleo de plomo)

G_{Lead} : (85 – 115) kg/cm² (Tensión de fluencia del plomo)

Considerando un diámetro del núcleo del plomo de 12 cm. se obtiene el área de la sección transversal del núcleo de plomo:

$$A_{Lead} : \pi * (d^2)/4 \text{ m}^2$$

$$A_{Lead} : \pi * ((0.10\text{m})^2)/4 \text{ m}^2$$

$$A_{Lead} : 0.00785 \text{ m}^2$$

Por tanto hallando con la fuerza característica Q usando G_{Lead} : (85 – 115) kg/cm², se tiene:

$$Q = A_{Lead} * G_{Lead}$$

$$Q = 0.00785 \text{ m}^2 * 85 \text{ kg/cm}^2$$

$$Q = 0.00785 \text{ m}^2 * 85 (0.001)(9.8\text{kN})/(0.01\text{m})^2 = 65.42 \text{ kN}$$

Rigidez post fluencia $K_2=K_D$

Se determina en función a las características y área transversal del núcleo de plomo.

$$K_2 = \frac{G * A}{H_r}$$

Dónde:

K_2 : Rigidez post fluencia en kN/mm

G : 0.4 N/mm² (Módulo de corte para caucho blando)

A : Área del caucho menos el área del plomo

H_r : 0.242 m

Hallando el área "A" se obtiene:

$$A = \frac{((D_e)^2 - (D_e)^2) * \pi}{4}$$
$$A = \frac{((0.45m)^2 - (0.10m)^2) * \pi}{4}$$
$$A = 0.1511 \text{ m}^2$$

De dónde:

$$K_2 = \frac{0.4 \text{ N/mm}^2 * 0.1511 \text{ m}^2}{242 \text{ mm}}$$
$$K_2 = \frac{0.4 (0.001 \text{ kN})/\text{mm}^2 * 0.1511 (1000\text{mm})^2}{242 \text{ mm}}$$
$$K_2 = 0.24989 \text{ kN/mm}$$

Cálculo de la rigidez efectiva K_{eff}

La rigidez efectiva K_{eff} se calcula mediante la ecuación de Whittaker, Kalpakidis, Fenz y Warn (2007, p. 22)

$$K_{eff} = K_d + \frac{Q}{D_{MT}}$$

Dónde:

K_d : Rigidez post fluencia

Q : 65.42 kN (Fuerza característica Q)

D_{MT} : 0.484 m (Desplazamiento máximo total del dispositivo)

Calculando:

$$K_{eff} = 0.24989 \frac{\text{kN}}{\text{mm}} + \frac{65.42 \text{ kN}}{484 \text{ mm}}$$

$$K_{eff} = 0.3850 \text{ kN/mm}$$

Desplazamiento de fluencia D_y

El desplazamiento de fluencia $D_y = 0$ se obtiene mediante:

$$D_y = \frac{Q}{(K_1 - K_2)}$$

Dónde:

$Q = 65.42 \text{ kN}$ (Fuerza característica)

$K_2 = 0.24989 \text{ kN/mm}$

$$K_1 = 10 K_2 = 10 \left(0.24989 \frac{\text{kN}}{\text{mm}} \right) = 2.498 \frac{\text{kN}}{\text{mm}}$$

Reemplazando en la ecuación se obtiene:

$$D_y = \frac{65.42 \text{ kN}}{\left(2.498 \frac{\text{kN}}{\text{mm}} - 0.24989 \frac{\text{kN}}{\text{mm}} \right)}$$

$$D_y = 29.099 \text{ mm}$$

Energía disipada en un ciclo histeretico

La energía disipada por ciclo histérico se calcula mediante:

$$E_D = 4Q (D_{MT} - D_y)$$

Dónde:

E_D : Energía disipada en kN.m

Q : 65.42 kN (Fuerza característica Q)

D_{MT} : 0.484 m (Desplazamiento máximo total del dispositivo)

D_y : 0.029099 m (Desplazamiento de fluencia)

Reemplazando valores se obtiene:

$$E_D = 4(65.42 \text{ kN})(0.484 \text{ m} - 0.029099 \text{ m})$$

$$E_D = 119.038 \text{ kN.m}$$

Amortiguamiento efectivo del dispositivo

Artículo 13.5 de la norma E.031, se señala que el amortiguamiento efectivo de un dispositivo está definido por la siguiente ecuación:

$$\beta_{eff} = \frac{E_D}{2\pi K_{eff} D_{MT}^2}$$

Dónde:

β_{eff} : Amortiguamiento efectivo

E_D : 119.038 kN.m (Energía disipada por ciclo histéretico)

K_{eff} : 0.3850 kN/mm (Rigidez efectiva del dispositivo)

D_{MT}^2 : (0.484 m)² (Desplazamiento máximo elevado al cuadrado)

Reemplazando valores se obtiene:

$$\beta_{eff} = \frac{E_D}{2\pi K_{eff} D_{MT}^2}$$

$$\beta_{eff} = \frac{119.038 \text{ kN.m}}{2\pi(0.3850 \text{ kN/mm})(0.484 \text{ m})^2}$$

$$\beta_{eff} = \frac{119.038 \text{ kN.m}}{2\pi\left(\frac{0.3850}{0.001}\right) \text{ kN/m})(0.484 \text{ m})^2}$$

$$\beta_{eff} = 0.210065 (\%)$$

Rigidez elástica K_1

La rigidez inicial se determina mediante:

$$K_1 = \frac{Q}{D_y} + K_2$$

Por tanto:

$$K_1 = \frac{65.42 \text{ kN}}{29.099 \text{ mm}} + 0.24989 \text{ kN/mm}$$

$$K_1 = 2.4980 \text{ kN/mm}$$

Fuerza de fluencia F_y

La fuerza de fluencia F_y es igual a la fuerza característica Q más el producto de la rigidez post fluencia K_2 que multiplica al desplazamiento de fluencia D_y . Por tanto, se calcula con la siguiente ecuación:

$$F_y = Q + (K_2 * D_y)$$

Reemplazando valores se tiene:

$$F_y = 65.42 \text{ kN} + (0.24989 \text{ kN/mm} * 29.099 \text{ mm})$$

$$F_y = 72.691 \text{ kN}$$

Calculando el ratio de rigidez mediante:

$$\frac{K_2}{K_1} = \frac{0.24989 \text{ kN/mm}}{2.4980 \text{ kN/m}} = 0.10$$

Periodo T_m y frecuencia angular de la estructura aislada

Hallando periodo real y frecuencia del sistema:

$$T_R = 2\pi \sqrt{\frac{P}{K_M g}}$$

Dónde:

T_R : Periodo real del edificio con aislamiento

P : 2007.84 Ton (Peso o Carga promedio según la E.030 en kN)

K_M : 8.808 kN/mm (Rigidez efectiva del sistema en kN/mm)

g : 9806 mm/s² (Aceleración de la gravedad)

Reemplazando valores se tiene:

$$K_M = 8.808 \text{ kN/mm} / 9.8 \cong 0.8987 \text{ ton.mm}$$

$$T_M = 2\pi \sqrt{\frac{P}{K_M \cdot g}}$$

$$T_M = 2\pi \sqrt{\frac{2007.84 \text{ ton}/(9800 \text{ mm/s}^2)}{0.8987 \text{ ton.mm}}}$$

$$T_M = 3.000019 \text{ s}$$

Seguidamente se calculó la frecuencia angular:

$$\omega = \frac{2\pi}{T_M}$$
$$\omega = \frac{2\pi}{3.000019}$$
$$\omega = 2.0939 \text{ rad/seg}$$

Amortiguamiento efectivo del aislador

El amortiguamiento efectivo del sistema se calcula teniendo en cuenta la frecuencia angular de la estructura mediante la siguiente ecuación:

$$C = \frac{E_D}{2\pi * D_M^2 * \omega}$$

Dónde:

ζ_{eff} : Amortiguamiento efectivo del aislador

E_D : 119.038 *kN.m* (Energía disipada en un ciclo histéretico)

D_M : 0.391 *m* (Desplazamiento máximo sin torsión)

ω : 2.0939 *rad/seg* (frecuencia angular)

Reemplazando valores se tiene:

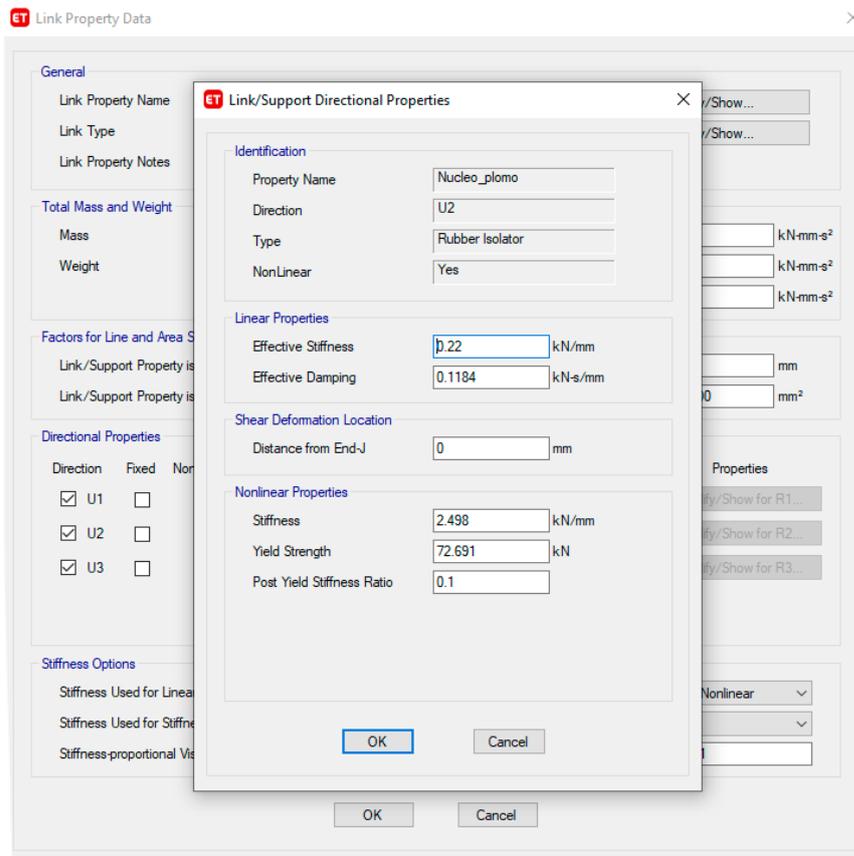
$$\zeta_{eff} = \frac{119.038 \text{ kN.m}}{\pi * (0.391\text{m})^2 * 2.0939 \text{ rad/seg}}$$
$$\zeta_{eff} = 118.37 \text{ kN} \cdot \frac{\text{seg}}{\text{m}}$$
$$\zeta_{eff} = 0.1184 \text{ kN} \cdot \frac{\text{seg}}{\text{mm}}$$

Las propiedades de los dispositivos con núcleo de plomo se ingresaron al modelo en las direcciones horizontales U2 y U3 Del dispositivo de núcleo de plomo.

Figura

24

Link / support núcleo de plomo.



Fuente: elaboración propia

Control de derivas entre piso de la estructura de vivienda multifamiliar.

Tabla

20

Desplazamiento SMC 1.77g dirección x-x.

| DESPLAZAMIENTOS EN EL CENTRO DE MASA - SMC 1.77g | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------------------|-----------------|----------|----------|-----------|-------|--------|--------|--------|--------------|----------------|--------------------------|--------------|----|
| Story | Diaphragm | Load Case/Combo | UX mm | UY mm | RZ rad | Point | X m | Y m | Z m | Altura mm | Desplazamiento | | Verificación | |
| | | | | | | | | | | | Relativo mm | Distorsión Norma E030 | | |
| Story5 | D5 | Sismo_Maximo_S | 304.8 | 89.3 | 0.0024 | 2 | 116 | 6418. | 154 | 270 | 4.355 | 0.0016 | 0.0035 | OK |
| | | MC_XX | 4 | 01 | 92 | | 52 | 1 | 00 | 0 | | | | |
| Story4 | D4 | Sismo_Maximo_S | 300.4 | 88.5 | 0.0024 | 3 | 116 | 6429. | 127 | 270 | 6.463 | 0.0024 | 0.0035 | OK |
| | | MC_XX | 85 | 37 | 66 | | 50 | 78 | 00 | 0 | | | | |
| Story3 | D3 | Sismo_Maximo_S | 294.0 | 87.1 | 0.0024 | 4 | 116 | 6429. | 100 | 270 | 8.542 | 0.0032 | 0.0035 | OK |
| | | MC_XX | 22 | 8 | 22 | | 50 | 78 | 00 | 0 | | | | |
| Story2 | D2 | Sismo_Maximo_S | 285.4 | 85.1 | 0.0023 | 5 | 116 | 6429. | 730 | 270 | 9.331 | 0.0035 | 0.0035 | OK |
| | | MC_XX | 8 | 96 | 59 | | 50 | 78 | 0 | 0 | | | | |
| Story1 | D1 | Sismo_Maximo_S | 276.1 | 82.7 | 0.0022 | 6 | 116 | 6429. | 460 | 270 | 6.483 | 0.0024 | 0.0035 | OK |
| | | MC_XX | 49 | 76 | 88 | | 50 | 78 | 0 | 0 | | | | |
| Nivel Aislamiento | Diaphragma aislamiento | Sismo_Maximo_S | 269.6 | 80.8 | 0.0022 | 7 | 116 | 6425 | 190 | 0 | | | | |
| | | MC_XX | 66 | 64 | 29 | | 50 | | | | | | | |

Nota: elaboración propia.

Figura 25

Distorsión SMC 1.77g dirección x-x.



Fuente: elaboración propia.

Tabla 21

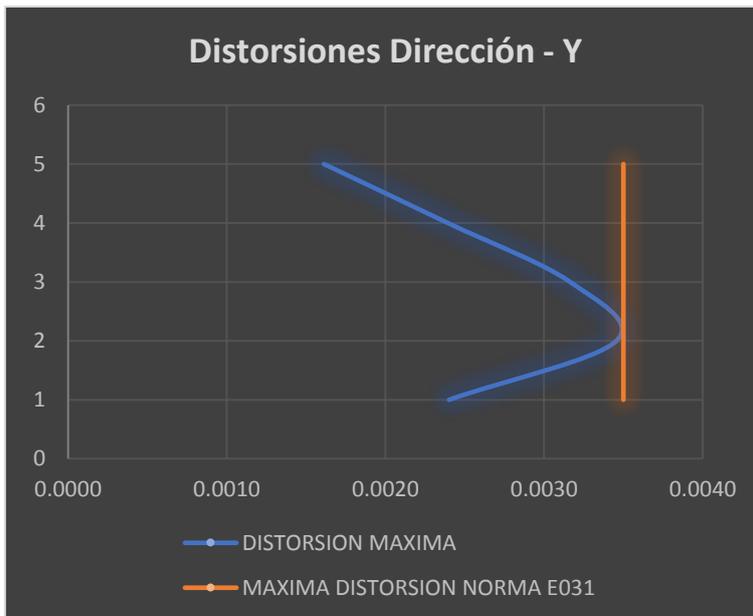
desplazamiento SMC 1.77g dirección y-y.

| DESPLAZAMIENTOS EN EL CENTRO DE MASA - SMC 1.77g | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------------------|-----------------|------|-------|-------|-------|------|-------|-----|--------|-------------------------|---------------|------------|--------------|
| Story | Diaphragm | Load Case/Combo | UX | UY | RZ | Point | X | Y | Z | Altura | Desplazamiento Relativo | Distorsion | Norma E030 | Verificación |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| Story5 | D5 | Sismo_Maximo_S | 91.4 | 297.6 | 0.004 | 2 | 1165 | 6418. | 154 | 2700 | 2.54 | 0.0009 | 0.0035 | OK |
| | | MC_YY | 83 | 62 | 548 | | 2.4 | 1 | 00 | | | | | |
| Story4 | D4 | Sismo_Maximo_S | 90.1 | 295.1 | 0.004 | 3 | 1165 | 6429. | 127 | 2700 | 4.524 | 0.0017 | 0.0035 | OK |
| | | MC_YY | 59 | 22 | 503 | | 0 | 78 | 00 | | | | | |
| Story3 | D3 | Sismo_Maximo_S | 88.2 | 290.5 | 0.004 | 4 | 1165 | 6429. | 100 | 2700 | 6.613 | 0.0024 | 0.0035 | OK |
| | | MC_YY | 21 | 98 | 425 | | 0 | 78 | 00 | | | | | |
| Story2 | D2 | Sismo_Maximo_S | 85.6 | 283.9 | 0.004 | 5 | 1165 | 6429. | 730 | 2700 | 8.071 | 0.0030 | 0.0035 | OK |
| | | MC_YY | 59 | 85 | 313 | | 0 | 78 | 0 | | | | | |
| Story1 | D1 | Sismo_Maximo_S | 82.8 | 275.9 | 0.004 | 6 | 1165 | 6429. | 460 | 2700 | 6.367 | 0.0024 | 0.0035 | OK |
| | | MC_YY | 61 | 14 | 187 | | 0 | 78 | 0 | | | | | |
| Nivel Aislamiento | Diaphragma aislamiento | Sismo_Maximo_S | 80.9 | 269.5 | 0.004 | 7 | 1165 | 6425 | 190 | | | | | |
| | | MC_YY | | 47 | 077 | | 0 | | | | | | | |

Nota: elaboración propia.

Figura 26

Distorsión SMC 1.77g dirección Y-Y.



Fuente: elaboración propia.

V. DISCUSIÓN

En el trabajo realizado por (Rivas Quispe, 2020) denominado “Comportamiento sismorresistente de viviendas informales con el programa Etabs, Villa el Salvador 2020” utiliza el software ETABS para el análisis de las viviendas informales de cual dicho programa determino los desplazamientos de cada piso por lo que todos los resultados fueron comparados con la norma actual y también recomienda el uso de programa ETABS para futuros diseños de diferentes tipos de estructuras ya sean duales, porticados y albañilería confina.

El trabajo de investigación realizado por (Churacutipa Mamani, 2016) denominado “Análisis comparativo del método matricial frente al software Etabs 2015 en el análisis estructural de edificaciones” realiza una comparación entre análisis matricial y ETABS del cual concluye que la diferencias entre los 2 tipos de análisis varia en un margen de error de 0.0001 la diferencia de cálculos concluye por lo que se recomienda usar el programa ETABS para realizar el cálculo estructural de las diferentes tipos de edificaciones.

VI. CONCLUSIONES

- Se realizó el Análisis Estructural y Diseño de Concreto Armado de una Vivienda Multifamiliar de Cinco Niveles con Aislamiento Sísmico En Lima- Lima- Lince, con la norma E 031 Aislamiento sísmico y E 030 Sismorresistente.
- Se determinó que existe una influencia significativa del aislador sísmico en la resistencia de una Vivienda Multifamiliar de Cinco Niveles de concreto armado en Lima- Lima- Lince.
- Se determinó el análisis sísmico sin aislar la base de una Vivienda Multifamiliar de concreto armado de Cinco Niveles con En Lima- Lima- Lince. Donde se obtuvo las siguientes derivas entre piso para la dirección en “X” fue de $P1=0.00067$, $P2=0.0095$, $P3=0.0116$, $P4=0.0114$, $P5=0.0059$ y en la dirección “Y” de $P1=0.0055$, $P2=0.0094$, $P3=0.0127$, $P4=0.0138$, $P5=0.0086$ siendo todos los resultados mayores a 0.007 exigido por la normativa E 030 lo cual nos lleva a realizar el siguiente proyecto de investigación
- Se determinó la influencia del aislamiento sísmico en el análisis sísmico de una Vivienda Multifamiliar de concreto armado de Cinco Niveles con En Lima- Lima- Lince. Donde se obtuvo una menor de rigidez; ya que, la derivas en “X” fue de $P1=0.00016$, $P2=0.0024$, $P3=0.0032$, $P4=0.0035$, $P5=0.0024$ y en la dirección “Y” de $P1=0.0009$, $P2=0.0017$, $P3=0.0024$, $P4=0.0030$, $P5=0.0024$ siendo ambas menores a 0.0035 exigido por la norma E 031.
- La reducción de fuerzas sísmicas es de un porcentaje $P1=76.11\%$, $P2=74.73\%$, $P3=72.41\%$, $P4=69.29\%$, $P5=59.32\%$ la promediar los resultados de la reducción de las distorsiones sísmicas este logra reducir su deriva del 70.37%.
- Se determinó la influencia significativa del aislamiento sísmico en el diseño de los elementos estructurales de la superestructura una Vivienda Multifamiliar de concreto armado de Cinco Niveles con En Lima- Lima- Lince, con ello se puede trabajar con columnas centrales de 45x40 cm,

columnas laterales 30x50, vigas principales de 25x30 cm, vigas secundarias 25x25, vigas chatas de 20x20 , V CP AI 40x40 sin necesidad de usar placas.

- Se determinó la influencia significativa del aislamiento sísmico en el diseño de los elementos estructurales de la subestructura una Vivienda Multifamiliar de concreto armado de Cinco Niveles En Lima- Lima- Lince. Donde solo se utilizaron zapatas aisladas.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que para realizar el Análisis Estructural y Diseño de Concreto Armado de una Vivienda Multifamiliar con Aislamiento Sísmico se deba de revisar la norma E 031 Aislamiento sísmico y E 030 Sismorresistente.
- Se recomienda el uso del aislador sísmico en Viviendas de concreto armado; ya que, existe una influencia significativa en función a su resistencia.
- Se recomienda que las derivas de entrepiso deban de ser menores al 0.0035 cuando se incorpore aislamiento sísmico en el análisis sísmico de una Vivienda de concreto armado que exigido por la norma E 031.
- Se recomienda que el uso del aislador sísmico permite en el diseño de los elementos estructurales de la superestructura utilizar vigas y columnas que no sean muy robustas, sin necesidad de usar placas.
- Se recomienda que el uso del aislador sísmico permite en el diseño de los elementos estructurales de la subestructura utilizar zapatas aisladas.

REFERENCIAS

- Abdel-Kareem Moustafa, M. (2009). *An innovative isolation device for aseismic design*. Retrieved from LA REFERENCIA:
https://www.lareferencia.info/vufind/Record/ES_fbe8521b6ab0fde3b5571b78685252aa
- Calderón Salazar, B. R. (2018). *Análisis y diseño estructural con aisladores sísmicos del pabellón de un hospital tipo II-1, Lima 2018*. Retrieved from ALICIA CONCYTEC:
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_b2715ea3499305fda76b6959e4578c4d
- Calderón Salazar, B. R. (2018). *Análisis y diseño estructural con aisladores sísmicos del pabellón de un hospital tipo II-1, Lima 2018*. Retrieved from ALICIA CONCYTEC:
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_b2715ea3499305fda76b6959e4578c4d
- Churacutipa Mamani, M. (2016). *Análisis comparativo del método matricial frente al software Etabs 2015 en el análisis estructural de edificaciones*. Retrieved from ALICIA CONCYTEC:
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UAPI_1479a9f0e0145b27d21b2f7019e3023d
- DAVILA DIAZ, E. D., & HINOJOSA OREJON, C. (2019). *Análisis de la vulnerabilidad sísmica para una edificación de 10 pisos utilizando aisladores o el sistema dual, Av. República de Panamá - Lima*. Retrieved from ALICIA CONCYTEC:
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/USMP_bfaf8c1c43e009a8ff1cc70efa1d96f7
- Descouvieres Vargas, C. (2016). *Registro del estudio pionero en Chile de aisladores sísmicos elastoméricos para aplicación en edificios de baja altura*. Retrieved from REPOSITORIO UCHILE CL:
<https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/143351>

- Flores Bruno, M. A., & Valdivia Cántaro, C. M. (2019). *Diseño estructural de un hotel de concreto armado*. Retrieved from ALICIA : https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RPUC_1bf127e83555e5a921d63b23b7b6dec2
- Hernández Sampieri, R. (2014). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION*. México: México.
- Mendoza Ramires, M. P. (2020). *ANALISIS SISMICO DE EDIFICACION*. TACNA: Imprenta Reynoso S.A.C.
- Milne , J. (1885). *HISTORIA Y DESARROLLO DE LOS AISLADORES*. Retrieved from LIBRARY: <https://1library.co/article/historia-desarrollo-aisladores-marco-te%C3%B3rico.zx9e43oz>
- Morales, M. (2020). Método directo de diseño basado en desplazamientos (DDBD) aplicado a sistemas mixtos de hormigón armado. *Obras y Proyectos*, 28, 45-57. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-28132020000200045>
- Norabuena Ramirez, E. C., & Rosario Bonifacio, T. R. (2019). *Diseño estructural con y sin aisladores sísmicos de un pabellón de tres pisos: Colegio Juan*. Retrieved from ALICIA CONCYTEC: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_ae8ff597a7f844350c9bb35b9e2aa33d
- Ñaupas Paitan, H., Valdivia Dueñas, M., Palacios Vilela , J., & Romero Delgado , H. (2018). *Metodología de la investigacion Cuantitativa - Cualitativa y Redaccion de la tesis*. Bogotá: Ediciones de la U.
- Oviedo Sarmiento, R. (2019). *Diseño Sismorresistente de Edificaciones de CONCRETO ARMADO*. LIMA: DAKINA.
- Reyes, O., Díaz, I., Ramos, A., & Martínez, J. O. (2021). Losa curva de hormigón armado para Centro de Convenciones. *Obras y Proyectos*, 29, 42-53. doi:<http://orcid.org/0000-0003-1969-1553>

- Rivas Quispe, J. S. (2020). *Comportamiento sismorresistente de viviendas informales con el programa Etabs, Villa el Salvador 2020*. Retrieved from ALICIA CONCYTEC:
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_609f2a91ef84b04a1c1c3ae5081ec40f
- Rodellar Benedé, J., & Barbat Barbat, H. A. (2009). *Hierarchical semiactive control of base-isolated structures*. Retrieved from LA REFERENCIA:
https://www.lareferencia.info/vufind/Record/ES_ec3c38c0a5c928663351f251925e529e
- Rosario Gamero, M. R. (2018). *Desempeño sísmico de aisladores: estudio de un hospital de concreto armado*. Retrieved from ALICIA CONCYTEC:
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RPUC_931caf9f911f71589b7d4c385ee47b9f
- Salazar Crispín, J. R., & Guillen Bernuy, G. E. (2020). *Diseño estructural de edificio multifamiliar de concreto armado*. Retrieved from ALICIA CONCYTEC:
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RPUC_13a6e4b1f61c964ace68eafc779ce561
- Toledo Espinoza, V. (2017). *Evaluación del Desempeño de un Edificio con Base Fija Convencional y con Aisladores Sísmicos en la Base*. Retrieved from LA REFERENCIA:
https://www.lareferencia.info/vufind/Record/ES_b442d34e5d0f358cb442c92e4c17687a
- Valerio Zacarias, J. (2015). *Análisis comparativo de un edificio fijo en la base vs un edificio aislado utilizando 4 tipos de aisladores sísmicos*. Retrieved from LA REFERENCIA: <http://hdl.handle.net/2117/80231>
- Vargas Cordero, Z. R. (2009). La investigación aplicada. *Educación*, 33, 155-165. Retrieved from <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44015082010>
- Zellat, K., & Kadri, T. (2015, Diciembre). *Influence of seismic isolation system on bridge responses*. Retrieved from SCIELO:

https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732015000300006&lang=es

ANEXOS

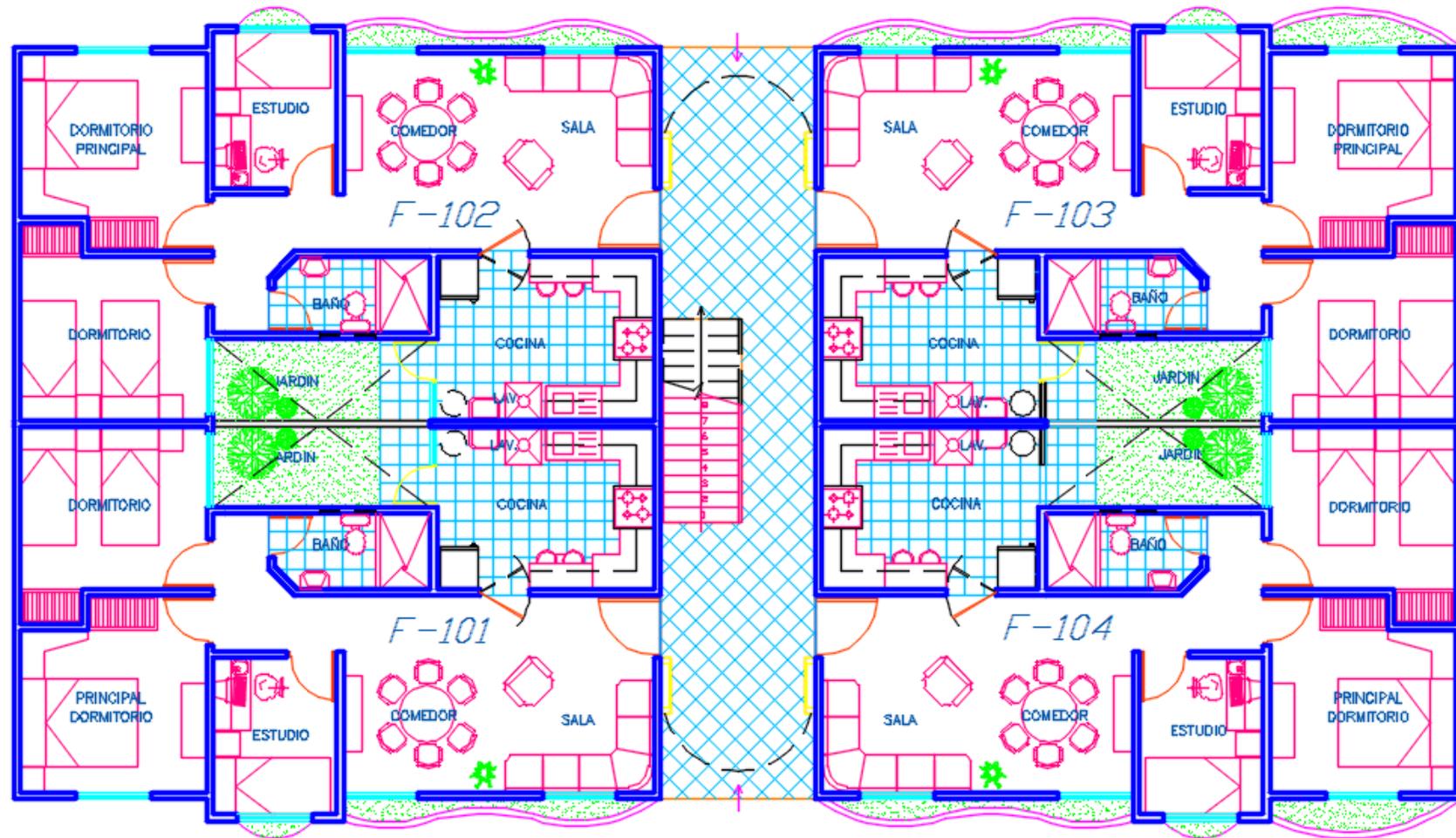
Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

| VARIABLE (S) | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES |
|---|---|---|------------------------------------|---|
| Variable Independiente: Análisis con Aislador Sísmico | Según (Jiménez, 2010), afirma que, gracias al análisis sísmico, es posible analizar el comportamiento de las estructuras y el grado de daño que pueden experimentar las estructuras como consecuencia de eventos sísmicos. Asimismo, el periodo de vibración de una estructura está determinado por las características del edificio, cuanto más alto es el edificio, mayor es el periodo de vibración, por lo que las estructuras de gran altura, aunque no están aisladas, solo pueden soportar una energía lateral mínima. | La variable Análisis con aisladores sísmicos es de naturaleza cuantitativa, que se operacionaliza en tres dimensiones: análisis dinámico modal, análisis tiempo historia y aisladores sísmicos. | Fuerzas laterales | Fuerzas cortantes y Desplazamientos |
| | | | Análisis Dinámica Modal | Fuerzas cortantes y Desplazamientos |
| | | | Análisis Tiempo Historia | Fuerzas cortantes y Desplazamientos |
| Variable dependiente: Diseño Estructural | El objetivo del diseño era reducir el riesgo de rotura por cortante de vigas y columnas durante los terremotos. (Blanco, 2012) | Se tendrá en cuenta los diagramas de fuerza cortante, axiales y flectores en los elementos verticales y cumplir con las exigencias de reglamento nacional de edificaciones. Todo ello basado en los resultados de los softwares computacionales actualizados. | Diseños de elementos estructurales | Vigas Columnas Placas Cimentación Losas |
| | | | Aisladores Sísmicos | Rigidez |
| | | | | Ductibilidad |
| | Resistencia | | | |

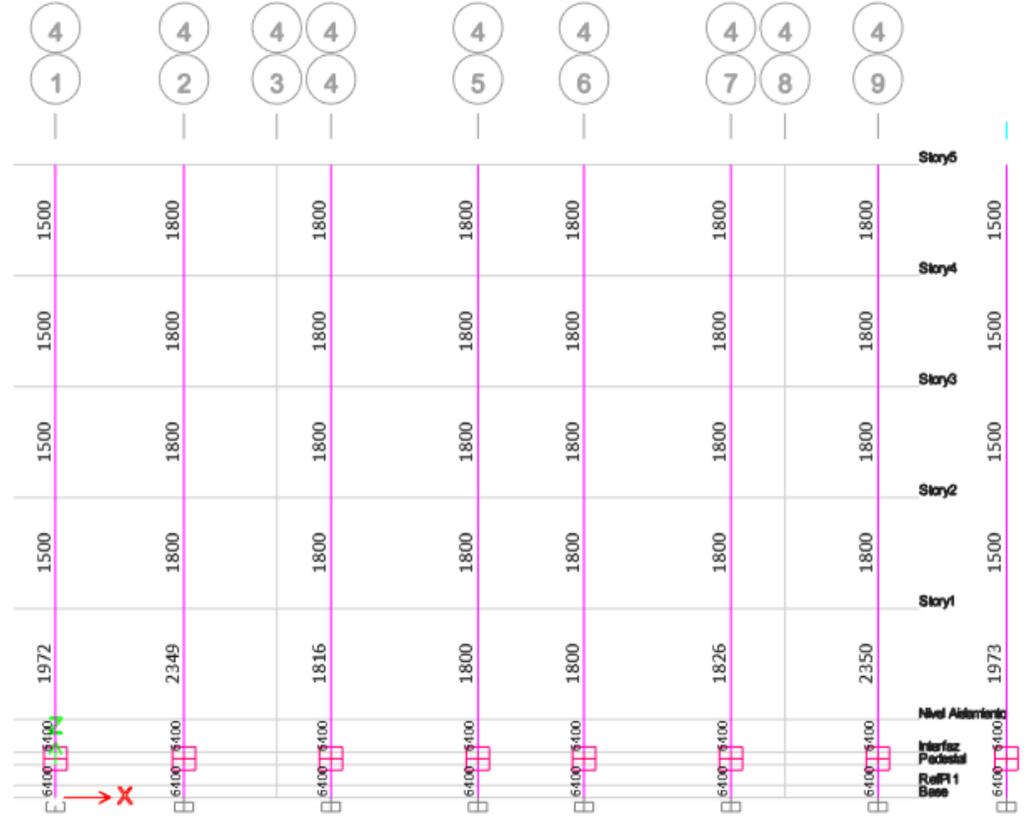
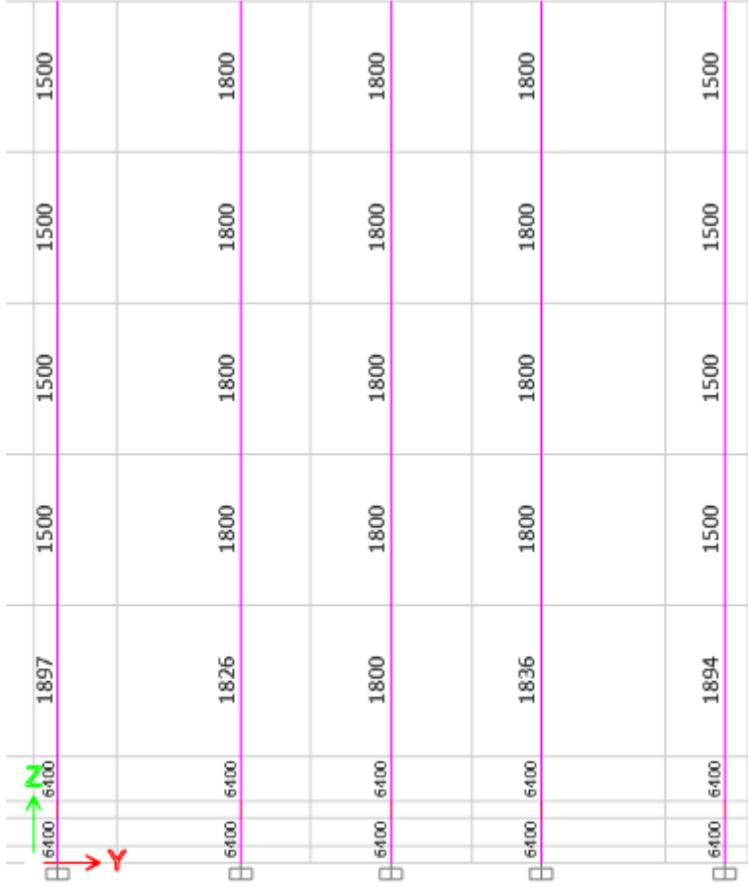
Anexo 2. Matriz de consistencia

| PROBLEMA | OBJETIVO | HIPÓTESIS | METODOLOGÍA | POBLACIÓN |
|---|---|--|--|--|
| <p>Problema general:</p> <p>¿Por qué es necesario realizar Análisis Estructural y Diseño de Concreto Armado de una Vivienda Multifamiliar de Cinco Niveles con Aislamiento Sísmico En Lima- Lima- Lince?</p> | <p>Objetivo general:</p> <p>Realizar Análisis Estructural y Diseño de Concreto Armado de una Vivienda Multifamiliar de Cinco Niveles con Aislamiento Sísmico En Lima- Lima- Lince</p> | <p>Hipótesis general:</p> <p>Existe una mejora significativa en el Análisis Estructural y Diseño de Concreto Armado de una Vivienda Multifamiliar de Cinco Niveles con Aislamiento Sísmico En Lima- Lima- Lince</p> | <p>Tipo:</p> <p>Aplicada</p> | <p>Población:</p> <p>Todas las viviendas multifamiliares de concreto armado de la Av Arequipa en el distrito de Lince</p> <p>Muestra: Vivienda de concreto armado multifamiliar de cinco niveles ubicado en la Av. Arequipa N° 2638 en Lince</p> |
| <p>Problemas específicos:</p> | <p>Objetivos específicos:</p> | <p>Hipótesis específicas:</p> | <p>Diseño:</p> <p>No experimental Descriptivo Correcional</p> | |
| <p>¿Cuál es la influencia del aislador sísmico en la resistencia de una Vivienda Multifamiliar de Cinco Niveles de concreto armado En Lima- Lima- Lince?</p> | <p>Determinar la influencia del aislador sísmico en la resistencia de una Vivienda Multifamiliar de Cinco Niveles de concreto armado En Lima- Lima- Lince</p> | <p>Existe una mejora significativa en el aislador sísmico en la resistencia de una Vivienda Multifamiliar de Cinco Niveles de concreto armado En Lima- Lima- Lince</p> | <p>Var. Dependiente:</p> <p>Diseño Estructural</p> | |
| <p>¿Cuál es la influencia del aislamiento sísmico en el análisis sísmico de una Vivienda Multifamiliar de concreto armado de Cinco Niveles con En Lima- Lima- Lince?</p> | <p>Determinar la influencia del aislamiento sísmico en el análisis sísmico de una Vivienda Multifamiliar de concreto armado de Cinco Niveles con En Lima- Lima- Lince</p> | <p>Existe una mejora significativa en el aislamiento sísmico en el análisis sísmico de una Vivienda Multifamiliar de concreto armado de Cinco Niveles con En Lima- Lima- Lince</p> | <p>Var. Independiente:</p> <p>Análisis con Aislador Sísmico</p> | |
| <p>¿Cuál es la influencia del aislamiento sísmico en el diseño de los elementos estructurales de la superestructura una Vivienda Multifamiliar de concreto armado de Cinco Niveles con En Lima- Lima- Lince?</p> | <p>Determinar la influencia del aislamiento sísmico en el diseño de los elementos estructurales de la superestructura una Vivienda Multifamiliar de concreto armado de Cinco Niveles con En Lima- Lima- Lince</p> | <p>Existe una mejora significativa en el aislamiento sísmico en el diseño de los elementos estructurales de la superestructura una Vivienda Multifamiliar de concreto armado de Cinco Niveles con En Lima- Lima- Lince</p> | | |
| <p>¿Cuál es la influencia del aislamiento sísmico en el diseño de los elementos estructurales de la subestructura una Vivienda Multifamiliar de concreto armado de Cinco Niveles con En Lima- Lima- Lince?</p> | <p>Determinar la influencia del aislamiento sísmico en el diseño de los elementos estructurales de la subestructura una Vivienda Multifamiliar de concreto armado de Cinco Niveles con En Lima- Lima- Lince</p> | <p>Existe una mejora significativa en el aislamiento sísmico en el diseño de los elementos estructurales de la subestructura una Vivienda Multifamiliar de concreto armado de Cinco Niveles con En Lima- Lima- Lince</p> | | |

Anexo 3. Planos de distribución- arquitectónico.



Anexo 4. La cuantía de acero columnas



Anexo 5. La cuantía de acero de vigas piso 1 a 5

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|
| 568 | 180 | 461 | 106 | 184 | 76 | 57 | 106 | 504 | 184 | 547 | 546 | 184 | 504 | 606 | 361 | 406 | 57 | 77 | 184 | 11 | 10 | 568 |
| 396 | 187 | 445 | 352 | 225 | 216 | 218 | 307 | 365 | 401 | 217 | 392 | 392 | 216 | 400 | 65 | 307 | 218 | 216 | 225 | 352 | 10 | 396 |
| 558 | 167 | 461 | 838 | 226 | 226 | 218 | 334 | 500 | 505 | 184 | 528 | 529 | 184 | 504 | 504 | 334 | 123 | 155 | 184 | 518 | 8 | 559 |
| 383 | 188 | 443 | 375 | 217 | 184 | 184 | 311 | 388 | 389 | 209 | 373 | 373 | 210 | 389 | 82 | 311 | 184 | 184 | 217 | 375 | 8 | 383 |
| 533 | 162 | 461 | 138 | 114 | 114 | 114 | 116 | 136 | 508 | 184 | 509 | 508 | 184 | 508 | 36 | 116 | 114 | 114 | 114 | 297 | 7 | 532 |
| 380 | 184 | 424 | 360 | 209 | 184 | 184 | 301 | 366 | 374 | 201 | 371 | 371 | 201 | 373 | 68 | 300 | 184 | 184 | 209 | 360 | 6 | 379 |
| 559 | 167 | 461 | 138 | 114 | 114 | 114 | 116 | 136 | 506 | 184 | 528 | 528 | 184 | 506 | 36 | 115 | 114 | 114 | 114 | 297 | 5 | 559 |
| 383 | 188 | 443 | 375 | 217 | 184 | 184 | 311 | 388 | 389 | 209 | 373 | 373 | 209 | 389 | 82 | 311 | 184 | 184 | 217 | 375 | 4 | 383 |
| 568 | 180 | 464 | 106 | 184 | 165 | 62 | 366 | 60 | 504 | 184 | 547 | 547 | 184 | 504 | 603 | 366 | 62 | 165 | 184 | 543 | 3 | 568 |
| 397 | 188 | 446 | 352 | 225 | 216 | 218 | 307 | 365 | 401 | 217 | 392 | 392 | 217 | 401 | 65 | 308 | 226 | 216 | 225 | 352 | 2 | 397 |
| 114 | 114 | 88 | 114 | 114 | 88 | 114 | 114 | 114 | 88 | 114 | 114 | 114 | 114 | 114 | 114 | 114 | 114 | 88 | 114 | 114 | 1 | 114 |



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, SAMIR AUGUSTO AREVALO VIDAL, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Análisis Estructural y Diseño de Concreto Armado de una Vivienda Multifamiliar de Cinco Niveles con Aislamiento Sísmico En Lima Lima- Lince"

", cuyos autores son DEUDOR RIVAS MIGUEL ALEX, ACERO TELLERIA HENRY BALDOMERO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 06 de Agosto del 2022

| Apellidos y Nombres del Asesor: | Firma |
|--|--|
| SAMIR AUGUSTO AREVALO VIDAL DNI: 46000342 ORCID: 0000-0002-6559-0334 | Firmado electrónicamente por: SAAREVALOV el 25- 08-2022 08:48:11 |

Código documento Trilce: TRI - 0395746