



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Comportamiento sísmico de una edificación multifamiliar en los niveles de entepiso de losa convencional y losa colaborante – San Isidro 2019”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Vásquez Bravo de Rueda, Favio Andre (ORCID: [0000-0001-8626-5947](https://orcid.org/0000-0001-8626-5947))

ASESOR:

Dr. Tello Malpartida, Omart Demetrio (ORCID: [0000-0002-5043-6510](https://orcid.org/0000-0002-5043-6510))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA - PERÚ

2019

Dedicatoria

A mis padres por haberme apoyado en todo momento, por sus valores inculcados y por ser quienes me motivan a ser mejor día a día.

A mi hermana por confiar en mí, a mi tía por ser como una segunda madre y mis primas por hacerme pasar buenos momentos.

Agradecimiento

Agradezco a todas las personas que me apoyaron en esta etapa de mi vida, aconsejándome con valiosas sugerencias y críticas constructivas para poder terminar este trabajo de investigación.

Al fundador de la Universidad “CÉSAR VALLEJO”, por brindarme la oportunidad de realizar mis estudios universitarios y terminar la carrera.

A mi asesor de tesis Dr. Ing. Omart Demetrio Tello Malpartida, por su experiencia como asesor de proyectos de tesis en la rama de estructuras.

A toda mi familia por demostrarme su apoyo incondicional el cual me permitió lograr este objetivo.

A todos ellos muchas gracias.

Índice

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice	iv
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCION	10
II. MÉTODO.....	35
2.1. Tipo y Diseño de Investigación	36
2.2. Operacionalización de Variables	38
2.3. Población, Muestra y Muestreo	40
2.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos, valides y confiabilidad.....	41
2.5. Procedimiento	43
2.6. Métodos de Análisis de Datos	45
2.7. Aspectos Éticos.....	45
III. RESULTADOS	46
IV. DISCUSIÓN	87
V. CONCLUSIONES	90
VI. RECOMENDACIONES	92
REFERENCIAS	94
ANEXOS	100

Índice de tablas

Tabla 1. Operacionalización de las variables	39
Tabla 2. Rango y magnitud.....	42
Tabla 3. Características mecánicas de los materiales	50
Tabla 4. Cargas mínimas permisibles por piso de losa convencional y colaborante.....	51
Tabla 5. Cargas equivalentes según norma E.020	52
Tabla 6. Parámetros sísmicos	61
Tabla 7. Periodos de vibración	61
Tabla 8. Valores de ZUCS/R en eje "X"	62
Tabla 9. Valores de ZUCS/R en eje "Y"	62
Tabla 10. Desplazamientos en ambas direcciones.....	63
Tabla 11. Desplazamientos de masa.....	64
Tabla 12. Periodos de vibración	66
Tabla 13. Valores de ZUCS/R en eje "X"	67
Tabla 14. Valores de ZUCS/R en eje "Y"	67
Tabla 15. Desplazamientos en ambas direcciones.....	68
Tabla 16. Desplazamientos de masa.....	69
Tabla 17. Cortante dinámico en ambas direcciones "X", "Y"	72
Tabla 18. Cortante estático en los ejes "X" y "Y"	72
Tabla 19. Cortante dinámico en ambas direcciones "X", "Y"	75
Tabla 20. Cortante estático en los ejes "X" y "Y"	75
Tabla 21. Desplazamientos y % de reducción en dirección "X"	80
Tabla 22. Desplazamientos y % de reducción en dirección "Y"	80
Tabla 23. Comparación del periodo de vibración y % de reducción.....	83
Tabla 24. Cortantes en eje "X" y "Y"	83
Tabla 25. Cortantes en eje "X" y "Y"	84
Tabla 26. <i>Fuerza cortante y % de reducción en ambas direcciones</i>	84
Tabla 27. Momentos en eje "X" e "Y".....	85
Tabla 28. Momentos en eje "X" e "Y"	85
Tabla 29. Momento flector y % de reducción en ambas direcciones	86
Tabla 30. Matriz de consistencia.	101

Índice de figuras

Figura 1. Detalle de losa aligerada.	21
Figura 2. Detalle de losa colaborante.	23
Figura 3. Grabado de relieves para fijación de concreto.	24
Figura 4. Malla de Temperatura.	25
Figura 5. Esfuerzo de corte horizontal originado en losa.	26
Figura 6. Conector de corte en entrepiso metálico.	26
Figura 7. Diagrama del procedimiento de la investigación.	44
Figura 8. Planta 1° piso y del 2° al 7° piso típico de la edificación multifamiliar.	48
Figura 9. Planta 8° piso de la edificación multifamiliar.	48
Figura 10. Corte A-A de la edificación multifamiliar.	49
Figura 11. Corte B-B de la edificación multifamiliar.	49
Figura 12. Elevación cerco fachada y elevación principal de la edificación multifamiliar.	50
Figura 13. Grids en planta del modelamiento en ETABS 2016.	53
Figura 14. Altura de entrepisos por cada nivel.	53
Figura 15. Propiedades mecánicas de los materiales.	54
Figura 16. Definición de Losa Convencional.	54
Figura 17. Definición de Losa Colaborante.	55
Figura 18. Vista en planta del modelamiento de la edificación con losa convencional.	56
Figura 19. Vista en planta del modelamiento de la edificación con losa colaborante.	57
Figura 20. Vista en 3D del modelamiento de la edificación.	58
Figura 21. Distribución de carga viva y carga muerta por piso.	59
Figura 22. Distribución de carga viva de techo y carga muerta del último piso.	59
Figura 23. Peso sísmico efectivo.	60
<i>Figura 24.</i> Peso por cada nivel de la estructura de losa convencional.	62
Figura 25. Desplazamientos máximos en "X".	64
Figura 26. Desplazamientos máximos en "Y".	65
Figura 27. Momento máximo en "X".	65
Figura 28. Momento máximo en "Y".	66
Figura 29. Peso por cada nivel de la estructura de losa colaborante.	67
Figura 30. Desplazamientos máximos en "X".	69
Figura 31. Desplazamientos máximos en "Y".	70
Figura 32. Momento máximo en "X".	70

Figura 33. Momento máximo en "Y".	71
Figura 34. Espectro de diseño en el eje "X" y el eje "Y".	72
Figura 35. Factor de escala para el eje "X" y el eje "Y"	73
Figura 36. Cortante máxima en "X".	74
Figura 37. Cortante máxima en "Y".	74
Figura 38. Factor de escala para el eje "X" y el eje "Y"	76
Figura 39. Cortante máxima en "X".	76
Figura 40. Cortante máxima en "Y".	77
Figura 41. Desplazamientos máximos en el eje "X".	78
Figura 42. Desplazamientos máximos en el eje "Y".	79
Figura 43. Desplazamientos máximos en el eje "X".	79
Figura 44. Desplazamientos máximos en el eje "Y".	80
Figura 45. Máximas distorsiones de la losa convencional.	81
Figura 46. Drift máximos de losa convencional.	81
Figura 47. Máximas distorsiones en la losa colaborante.	82
Figura 48. Drift máximos de losa colaborante.	82
Figura 49. Grafica de los cortante de L. convencional.	83
Figura 50. Grafica de los cortantes de L. colaborante.	84
Figura 51. Grafica de los momentos de L. convencional.	85
Figura 52. Grafica de los momentos de L. colaborante.	86
Figura 53. Licencia de software.	102

RESUMEN

El trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar de qué manera afecta el comportamiento sísmico de una edificación multifamiliar en los niveles de entrepiso de losa convencional y losa colaborante en el distrito - San Isidro. La investigación fue de tipo aplicada, el nivel explicativo causal-correlacional y el diseño experimental. Se procedió a modelar dos estructuras, una con sistema de losa convencional y otra con sistema de losa colaborante para poder observar el comportamiento de las losas ante las cargas aplicadas realizando un análisis lineal estático y dinámico y de esta manera hallar los desplazamientos laterales, periodos de vibración, fuerza cortante y momento flector. Se concluye que el sistema de losa colaborante presentó un mejor comportamiento sísmico disminuyendo el desplazamiento lateral en 98.15% en el eje "X" y para el eje "Y" en 84.85%, de igual forma los periodos de vibración en el sistema de losa colaborante son menores que el sistema de losa convencional disminuyendo en 1.50%, del mismo modo pasó con la fuerza cortante reduciendo en 75.45% y 75.35% en las direcciones "x" e "y", y momento flector disminuyendo en 75.17% y 76.71% en dirección "x" e "y".

Palabras claves: Comportamiento sísmico, losas aligeradas, losas colaborantes, láminas de acero, análisis sísmico.

ABSTRACT

The research work aimed to determine how the seismic behavior of a multi-family building affects the levels of the conventional mezzanine slab and collaborating slab in the district - San Isidro. The research was applied, the causal-correlational explanatory level and the experimental design. Two structures were modeled, one with a conventional slab system and the other with a collaborating slab system to be able to observe the behavior of the slabs before the loads applied by performing a static and dynamic linear analysis and thus finding the lateral displacements, periods of vibration, shear force and bending moment. It is concluded that the collaborating slab system exhibited a better seismic behavior reducing lateral displacement by 98.15% on the "X" axis and for the "Y" axis by 84.85%, in the same way the periods of vibration in the collaborating slab system they are smaller than the conventional slab system decreasing by 1.50%, in the same way it happened with the constant force reducing by 75.45% and 75.35% in the "x" and "y" directions, and bending moment decreasing by 75.17% and 76.71% in address "x" and "y".

Keywords: Seismic behavior, lightened slabs, collaborating slabs, steel sheets, seismic analysis.

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años se han registrado numerosos eventos sísmicos a nivel mundial, mismos que han demostrado un poder destructivo tremendo en las sociedades, ya sean estas desarrolladas o no. La ocurrencia de un evento sísmico distorsiona las diversas estructuras diseñadas por el hombre y como consecuencia logra incrementar el riesgo la integridad física de sus habitantes, pudiendo generar grandes cantidades de muerte y pérdidas materiales.

Los eventos sísmicos ocurridos en diversos países del continente americano en estas últimas décadas, nos recuerda que pertenecemos al cinturón de fuego y por ende tenemos una gran influencia de las placas tectónicas en las actividades sísmicas aumentando la posibilidad de que las edificaciones tiendan a sufrir daños estructurales, y en consecuencia pérdidas de vidas humanas. El cinturón de fuego genera el 79.9% de los sismos a nivel mundial. Entre los territorios pertenecientes al cinturón de fuego se encuentra el continente americano, que está compuesta por todo el país de ese continente con excepción de Brasil y Paraguay. En la zona de subducción interactúan 2 placas, la Oceánica y Continental; los movimientos de estas placas logran generar los sismos en el Perú.

El territorio peruano se ubica sobre el Cinturón de Fuego Circumpacífico, en donde los sismos generados son mayores del 80% a nivel mundial. La mayoría de eventos sísmicos se relacionan a la subducción de la placa Oceánica de Nazca, que se genera por debajo a la placa Continental Sudamericana, a razón de 9 cm/año. (INDECI – PNUD, 2002).

La orilla occidental de América del Sur pertenece a las zonas más sísmicamente mundialmente. El Perú pertenece al borde occidental de América del Sur y tener la influencia, por el proceso de subducción, de esta manera se ocasionan grandes magnitudes en los terremotos con relativa frecuencia. No obstante, se puede producir por las distorsiones corticales presentes en lo extenso de la Cordillera Andina, ocasionando terremotos menores en magnitud y frecuencia (Tavera y Buforn, 1998).

Desde su fundación el 18 de enero de 1535, Lima ha experimentado y sufrido un sinnúmero de sismos con numerosos muertos y cuantiosos daños materiales. Lo único que cabe frente a estos caprichos de la naturaleza es estar preparados ante la eventualidad de enfrentar un terremoto de 8.8 grados de magnitud, como ha advertido el Instituto Geofísico del Perú (IGP).

Debido a la elevada sismicidad se fue generando diversas normas cuya principal función eran la de evitar los daños irremediables y las pérdidas humanas. En 1970, se logró publicar

las primeras normas nacionales en construcción, pero en 1977 se logró difundir las normas de diseño sismorresistente, donde se puede observar por primera vez, el mapa de zonificación sísmica del Perú, el cual sirvió de apoyo para la norma NTE-E030 y con el pasar del tiempo se fue actualizando, (MTC, 2003).

Sin embargo, a pesar de que se fue mejorando la tecnología y los nuevos criterios formados en la normativa, todavía presentan errores en distintos elementos, que aumentan la vulnerabilidad de las edificaciones, esto se genera porque existen zonas que no se aplica de manera adecuada las normas en edificaciones importantes de gran concentración de personas como colegios, bibliotecas y otras.

Los errores mencionados anteriormente trajeron daño en diferentes tipos de edificaciones, pues los últimos movimientos telúricos del Perú entre 1971 y 1980, el 47 % de las edificaciones tuvieron que ser restauradas y reforzadas correspondiente a centros educativos. (Kuroiwa, Pacheco, Pando 2010, & Mosqueira 2012).

En los últimos años nuestra sociedad ha tenido grandes cambios esto es el resultado de constantes innovaciones tecnológicas y ha mostrado bastante la utilización de varias técnicas de desarrollo aplicadas a varios componentes subyacentes, alterando el punto de vista del área de desarrollo hacia el avance.

Las nuevas técnicas de desarrollo tienden a la construcción de varios componentes, la losa es uno de los componentes subyacentes donde ha habido un desarrollo creativo más destacado, nuevos tipos de piezas como nervaduras que van al mercado, con paneles de poliestireno y las placas colaborantes. Lo que requiere nuevos criterios de diseño y construcción, porque se denota limitaciones en los sistemas convencionales que se han mantenido en el sector constructivo.

Comúnmente en el proceso constructivo de edificaciones se distribuyen las cargas en las losas de entrepiso, teniendo como la más común de estas la losa aligerada. Actualmente, se ha ido implementando la utilización de sistemas mixtos, conformado por el acero y concreto, como sucede con losas colaborantes, que muestran ciertas ventajas al momento de realizar las tareas de una manera más rápida, eficaz.

Antamba, T. y Cuaical, J. (2018), la presente investigación se titula “Análisis comparativo del comportamiento estructural de una edificación de 6 y 16 pisos implementando losas con paneles de tecnología M2 frente a losas con placa cooperante”. Esta investigación tiene el

objetivo de observar las reacciones primarias más extremas de las estructuras al consolidar estos componentes con el marco habitual (vigas, columnas y muros de hormigón armado). La metodología gestiona la correlación de la conducción primaria de dos estructuras de 6 y 16 pisos realizada con tramos de innovación M2 frente al trabajo conjunto de trozos de plancha. Como indican los resultados, se presume que los marcos del piso; Trozo de placa colaboradora y pieza de innovación M2 ejecutados en las estructuras de 6 y 16 pisos mantenidos con una ejecución agradable dentro de los límites del plan seguro para temblores sísmicos establecido por NEC-SE-DS. El aporte de esta investigación ayudo a tener un previo conocimiento de cómo es el comportamiento de estos elementos a diferentes alturas y también a tener nuestros indicadores.

Rodríguez, A. (2015), la investigación se titula “Comparación del comportamiento estructural y económico de losas colaborantes unidireccionales con losas aligeradas”. Esta investigación tiene el objetivo de analizar y comparar la losa aligerada y la colaborante en función a su comportamiento estructural y lo económico, para posteriormente considerar el efecto logrando así un diseño y modelamiento en lámina de acero. Para lograr de esta manera tener una mejor comprensión de cómo se comportan las losas aligeradas y colaborantes. Mientras que los resultados lograron concluir que, mediante los criterios convencionales de losas y vigas, las losas colaborantes tienen menores desplazamientos con respecto a las losas aligeradas. El aporte de esta investigación sirvió para tener en cuenta el comportamiento de una losa colaborante.

Ascencio, J. (2006), la presente investigación se titula “Diseño de losas colaborantes unidireccionales de hormigón usando planchas de zincalum y sus analogías con el uso de placas de acero galvanizado instapanel pv6-r”. El objetivo fue examinar el comportamiento de una losa compuesta con planchas de zincalum, estudiado en 2 losas de dimensiones reales con un análisis teórico experimental. De los resultados se concluye comportamiento entre losas colaborantes con zincalum para secciones con sobrecarga baja presenta una conducta agradable y para sobrecarga alta el sistema pv6-r presenta un buen comportamiento. El aporte de esta investigación sirvió para saber cómo reacciona las losas colaborantes dependiendo a la sobrecarga expuesta.

Gallegos, C. Y Morales, M. (2014), la presente investigación se titula “Análisis estructural y económico de losas con luces de 6, 10 y 12 metros utilizando dos sistemas constructivos”. La presente investigación se orienta en las losas de hormigón armado y las losas con placa

colaborante (Deck), para posteriormente analizar y diseñar losas con luces de 6, 10, y 12 metros, la metodología que se empleo fue con ayuda de softwares, y teniendo como guía las normas y códigos actualizados, logrando la modelación y posteriormente el diseño de cada alternativa planteada. Se concluye que en secciones compuestas se diseña dependiendo de la deflexión, resulta ser más óptimo tener continuidad en las viguetas debido a que el desplazamiento es menor comparando con que si fueran simplemente apoyadas, por tanto, las viguetas continuas presentan una depreciación en las secciones de acero logrando conseguir un menor peso y menor costo. Este antecedente sirvió para seguir obteniendo nuestras dimensiones.

Luis, K.; Marrero, S. y Díaz, I. (2016), la presente investigación se titula como “Diseño de sistema para viviendas con lámina colaborante metálica”. El objetivo de este trabajo es observar cómo reacciona la placa colaborante ante distintas cargas midiendo los espesores de la lámina. De los resultados se concluye que el sistema de placas colaborantes es capaz de soportar grandes cargas entorno a los 6400kg/m² pudiendo ser utilizado en diversas edificaciones como son los centros comerciales, estacionamientos y plataformas para muelles. Este antecedente sirvió para tener una noción de cuál es la capacidad de carga de la placa dependiendo sus espesores.

Garino, P. (2012), la investigación tiene como título “Estructuras mixtas de acero y hormigón, losas mixtas conformadas por placas de acero colaborante con vigas compuestas”. El objetivo de este trabajo es percibir la conducta de las mezclas de acero y construcciones sustanciales, vislumbrar el marco y su diligencia en casos explícitos en el clima vecinal. La técnica para este trabajo es cuantitativa y se completarán 4 etapas: la primera para la representación del marco, la segunda aludiendo a la investigación de los lineamientos, la tercera comprenderá las utilizaciones considerando características y detrimentos, por último, se evaluará la aplicación en casos particulares. De los resultados se obtuvo que las estructuras mixtas de cemento y acero ofrecen muchos beneficios de acuerdo con la perspectiva subyacente, pero además de acuerdo con la perspectiva útil, vemos que se logra una extraordinaria legitimación y ordenación de los ciclos. La disposición de la reunión del tipo de diseño metálico mecano funciona con la reunión. El uso de la placa que forma el trozo comunitario como encofrado y su propia construcción durante el llenado admite disminuir los tiempos de cumplimiento y economizar costos de armazón. Este antecedente sirvió para adquirir más conocimiento sobre el comportamiento estructural mixto.

Díaz, M. (2009), la presente investigación tiene como título “Estudio experimental de la resistencia de adherencia al corte en losas con placa colaborante”. La presente investigación pretende conocer los límites de unión entre la placa que trabaja en conjunto y lo sustancial en los trozos compuestos. Para ello, se han contemplado las partes globales de este tipo de losas; como el marco subyacente, los componentes que lo componen y su interacción de desarrollo. Asimismo, se ha considerado la mecánica segura de las secciones con una placa que trabaja en conjunto y una parte de sus técnicas de estimación. La metodología de este estudio es experimental y de los resultados se razona que se vio una conducta normal a pesar de una expansión continua en el montón; Fomentar un modelo matemático que descubra cómo reproducir con una estimación decente la conducta de las secciones hasta el segundo en que dejan de formarse, siendo una valiosa propuesta de instrumento para confirmaciones y planificaciones de este tipo de fragmentos. El antecedente de esta investigación ayudo a tener un conocimiento previo de cómo es el comportamiento de una losa colaborante sometida a distintas cargas.

Abadal, I. y Abadal, S. (2003), la presente investigación tiene como título “Análisis del comportamiento de las chapas nervadas de acero para losas mixtas”. Su objetivo principal del trabajo fue analizar la manera de comportarse las chapas nervadas de acero para losas mixtas, con un enfoque principal en el movimiento que surge entre la tabla y el hormigón. Este estudio se fragmenta en tres partes, análisis de ensayos de flexión de losas mixtas, fallo por deslizamiento longitudinal de losas mixtas y estimación de la curva que muestra la losa mixta en los ensayos de flexión. De los resultados se concluye que en los ensayos de flexión que la zona entre embuticiones de la chapa metálica apenas trabaja, tal y como supone el Eurocódigo. Resulta importante distinguir el deslizamiento en directo o inverso según la orientación de las embuticiones, ya que cada uno incluye de manera distinta a la chapa. El antecedes sirvo para saber cómo trabaja la losa colaborante dependiente de los sentidos de las embuticiones.

Ramirez, C. (2018), la investigación se titula “Análisis comparativo del comportamiento estructural de una losa en una dirección y una losa con placa colaborante”. Este trabajo tiene como objetivo decidir la conducción primaria de un trozo en un sentido y una sección con una placa de unión, y las variedades de esta reacción, en cuanto a remociones horizontales, minutos de torsión, poderes de corte. La metodología de este trabajo fue modelar la losa unidireccional y la losa con placa colaborante utilizando el software ETABS 2016 y analizar

los tipos de conducta subyacente de la pieza en un sentido y la sección con una placa de trabajo en conjunto. De los resultados se infiere que la sección unidireccional, por ejemplo, el trozo con una placa trabajando juntos eran los normales según los establecidos por los principios NEC-SE-DS, se logró una exhibición decente y consintiendo los arreglos de cizallamiento basal, los valores de flotación del piso por debajo del 2% están dentro del rango de configuración. Este antecedente sirvió para tener más conocimiento acerca del comportamiento estructural de una losa colaborante.

Garzón, A. (2015), la investigación se titula “Análisis de la unión a corte y a momento de la placa colaborante en una estructura metálica y su incidencia en la estabilidad ante un sismo”. El objetivo de esta investigación es decretar la dependencia que existen entre las dos variables. La metodología del presente proyecto de investigación tiene un enfoque cuanti – cualitativo. Se realizará un análisis adecuado de la unión a corte y a momento de la placa colaborante en un edificio de estructura metálica, para garantizar su estabilidad ante un sismo. De los resultados de los ensayos de tracción con las muestras conectadas a corte y a momento entre la placa y la estructura metálica se concluye que en el ensayo a tracción de la conexión a momento (soldada), la conexión falla ya que la placa deck se desgarró por la fuerza, es decir primero cede el material más débil. Este antecedente ayudó a saber el comportamiento de la losa colaborante unida a una estructura metálica.

Nitin, G.; Rathi, V. y Kolase, P. (2018), el presente artículo se titula “Experimental Investigation of Composite action of Steel Concrete slabs”. El objetivo de esta investigación es analizar y diseñar una losa compuesta que se une por medio de conectores de corte. La metodología aplicada en esta investigación fue experimental donde se realizan distintos ensayos para observar cómo se comporta la losa a flexión pura, al comparar la desviación del hormigón y el acero, el deslizamiento se vio en una porción de la esquina de la losa, en donde también se observó una separación vertical entre ambos materiales. De los resultados se concluye que la deflexión de la losa compuesta es mucho menor a comparación de una losa convencional y que el acero de esfuerzo requerido también es menor. El antecedente de esta investigación ayudó a saber cómo es el comportamiento de la losa colaborante sometido a ensayos de flexión.

Namdeo, H.; Namdeo, R. y Gupta, L. (2015), el artículo tiene como título “Composite Concrete Slabs with Profiled Steel Decking: Comparison Between Experimental and Simulation Study”. Este trabajo consiste en estudiar el comportamiento de las losas de

concreto compuestas con perfiles de acero de tipo CRIL DECKSPAN. La metodología de este estudio es experimental y de simulación, por lo tanto, se harán ensayos para estudiar la resistencia de la unión al corte bajo la prueba de flexión, mediante el cual se evaluarán 18 muestras divididas en 6 conjuntos de 3 ejemplares cada uno con diferentes longitudes y será sometidos a carga estática y cíclica. Se procede con el modelado y análisis de elementos finitos (FE) simulando la interacción de unión a corte. Del cual se obtienen resultados y se concluye que los datos obtenidos de los ensayos concuerdan con el Fe, siendo capaz de predecir el comportamiento y la capacidad de carga de las losas. Este antecedente ayudo a saber que para los tramos de cortante ya sean largos o cortos el comportamiento de la losa se registrará por el corte a flexión siendo esta una de las fallas de este elemento estructural.

Al-Deen, S.; Ranzi, G. y Uy, B. (2015), el presente artículo tiene como título “Non-uniform shrinkage in simply-supported composite steel-concrete slabs”. Esta investigación tiene como objetivo investigar el comportamiento de la contracción no uniforme de la losa compuesta debido a la existencia de la placa de acero que evita la salida de humedad por la parte inferior de la losa. La metodología que se utilizó fue experimental usándose 4 especímenes de 3.3m de largo, siendo estas dos losas compuestas de plataforma Stramit Condeck HP (R) y dos losas con concreto reforzado siendo sometidas a su mismo peso, deformaciones y contracciones, se utilizaron muestras de concreto por separado para medir la contracción a través del espesor en diferentes condiciones de secado. De los resultados se concluye que es de vital importancia tener en consideración el gradiente de contracción para pronosticar las deformaciones en losas compuestas.

Johnson, E.; Meissner, J. y Fahnestock, L. (2016). El artículo se titula “Experimental Behavior of a Half-Scale Steel Concrete Composite Floor System Subjected To Column Removal Scenarios”. El objetivo del estudio fue evaluar el comportamiento de un piso colaborante determinando como se desempeña en 4 escenarios de eliminación de columnas, de esquina, dos de borde y una interior. La metodología de este estudio es experimental, los ensayos de extracción de esquina y de borde dieron 2.9 kPa (60 psf) y 4.0 kPa (83 psf) proporcionalmente, esto representa un 50 a 75% de la carga deseada. Mientras que en el ensayo de extracción de columna interior sorprendentemente tuvo un resultado bajo de 3.2 kPa (67 psf). Se concluye que las distribuciones de cargas observadas están por debajo de la combinación de carga ante eventos extremos, cuando se diseña para evitar un colapso

progresivo, por lo que actualmente el diseño de estructuras de acero por gravedad no pueda cumplir con este criterio.

Hadjioannou, M. et al. (2018). El presente artículo tiene como título “Large-Scale Experimental Tests of Composite Steel Floor Systems Subjected to Column Loss Scenarios”. El objetivo es estudiar el comportamiento de losas colaborantes en circunstancias de pérdida de columna, ya que estos sistemas de piso tienen un papel importante en la redistribución de cargas durante un evento de colapso progresivo y se tienen pocos estudios que respalden estos resultados. La metodología fue experimental ensayando dos especímenes a gran escala, la primera con una sección interior de 2x2 bahías y la segunda con sección exterior de 2x1 bahía, ambas muestras fueron analizadas en extracción de pérdida de columna hasta el colapso completo. Se concluye que debido a que ambos modelos sobrevivieron a la eliminación de columna, la losa se encargó de distribuir la carga uniformemente hasta llegar al colapso total, observándose el potencial de capacidad significativa del sistema de pisos compuestos.

Karthick, R.; Krishaveni, K. y Amrin, I. (2018). El artículo se titula “An Experimental Investigation of steel concrete composite deck slab”. La investigación tiene como objetivo emplear la placa más el refuerzo nominal para mejorar la resistencia, de este modo para la unión de la placa y el concreto se utilizarán conectores de corte. La metodología fue de carácter experimental utilizando 3 modelos de placas trapezoidales, el primero con valle superior de 25mm y valle inferior de 75mm, el segundo con valle superior de 30mm y valle inferior de 80mm y el tercero con valle superior de 35mm y valle inferior de 85mm, estos 3 modelos serán evaluados mediante la prueba de flexión. Se concluye que dependiendo de las dimensiones del perfil de la hoja los valores de deflexión que se obtienen en la losa compuesta son diferentes, tal como se muestra, la deflexión en la losa 1 fue de menor valor mientras que en la losa 3 la deflexión fue mayor, por lo que se entiende que la losa 3 tiene más resistencia que la losa 1 y 2, se dice también que los conectores de corte aumentaron notablemente la capacidad de resistencia entre las uniones de la losa.

Thirugnanam, G. y DhivyaBharathi, S. (2017). El artículo tiene como título “Experimental Investigation on Steel Concrete Composite Floor Slab”. El objetivo de este estudio es evaluar el sistema de losa de piso compuesto. La metodología del estudio fue experimental, llegando a la conclusión que la capacidad de carga de la losa compuesta es mayor en comparación a la losa tradicional de concreto nominal.

Bhagat, R. y Shende, T. (2019). El artículo se titula “Composite Floors Using Profiled Deck Sheet in Steel Structure”. La investigación tiene como objetivo estudiar el perfil de la placa como refuerzo y encofrado en pisos compuestos. Se concluye que este tipo de losa tiene una excelente capacidad de carga, el volumen de hormigón se reduce hasta un 30%, se usa hasta un 50% menos de refuerzo, se puede decir que este piso mejor sistema de capacidad y beneficio en el ahorro de materiales.

Losas de entrepiso

Se utilizan para como una superficie de apoyo horizontal. Una losa es una placa de grandes dimensiones, por lo cual las superficie inferiores y superiores son equidistantes. Las losas tienen como función soportar las cargas perpendiculares y repartir fuerzas laterales. La capacidad de tolerar cargas perpendiculares es equivalente la carga de servicio y la muerta según la función que se establezca a la estructura. (Ramos, 2002 pág. 12).

Para Gómez (2002), las losas de entrepiso son los componentes rígidos que distancian los pisos, entre sus características su construcción es monolítica o en forma de vigas continuamente apoyadas sobre los muros portantes.

Gómez (2002), dice que las losas cumplen dos funciones:

Función arquitectónica: Separa los espacios verticales de manera que se pueda generar diferentes niveles en una misma estructura; sin embargo, estas funciones en las losas deben tener las siguientes características, aislamiento del ruido, del calor y de visión directa.

Función estructural: Deben soportar las cargas de servicio, además de la carga muerta. Además, deben formar un diafragma de rigidez intermedia, para atender la función sísmica del conjunto.

Las losas aligeradas unidireccional son económicas en luces intermedias, mientras que las losas aligeradas bidireccionales resultan ser más económicas para luces grandes.

Las losas tienen dos funciones principales, en lo estructural, la primera consiste en las cargas gravitatoria que se transfirieren a las vigas, y la segunda consiste en las cargas de sismo, que es adquirir la solidaridad de la construcción para que tenga una conducta uniforme en cada piso, provocando que los segmentos falseen una medida similar de cada altura. (Blanco Blasco, 1994).

Losa Aligerada Convencional

Es de las que más se utilizan en la construcción se le denominan losa de entrepiso aligerada. Estas tienen como objetivo lograr una estructura ligera y económica. No obstante, existen distintos tipos: losas macizas están compuestas de acero y concreto, y losas aligeradas que tienen la ventaja de reducir los daños provocados por las potencias sísmicas, otro punto a favor es que si son menos pesadas reducen las dimensiones de los elementos estructurales verticales como lo es la columna, cimentaciones y otros elementos portantes de las edificaciones (SENCICO, 2014).

También Ruiz y Vega (2014), nos da a conocer que la losa aligerada es la que en su proceso constructivo utiliza de los nervios estructurales en las viguetas, bloques o ladrillos, la madera o el metal (encofrado) con el objetivo de minimizar el peso de este elemento estructural. Las losas es un sistema de 2 dimensiones, esto se debe a que la tercera dimensión es pequeña respecto a las otras 2. Las cargas que ejercen sobre estas son rectos al plano al plano conformado por las 2 dimensiones mayores, es por ello que el comportamiento que va a dominar este plano va hacer la flexión.

Las losas aligeradas convencionales, que se les conoce como techos, deben tener en cuenta los criterios establecidos en la norma peruana y una buena supervisión al momento de construir, ya que la losa aligerada es un elemento estructural importante. Los elementos que la conforman también deben estar supervisados para verificar que tenga una buena calidad.

Se puede apreciar que la losa aligerada está conformada por viguetas de concreto armado en una dirección perpendicular al acero de temperatura y también que esta tiene una distancia de 40cm; por otro lado, en la imagen se observa los ladrillos de techo que tienen diferentes dimensiones y en el mercado se pueden encontrar desde el 30x30cm de ancho hasta el 12 x 12 cm con una altura de 20cm. Encima del ladrillo se coloca una losa de concreto de 5 cm. de espesor.

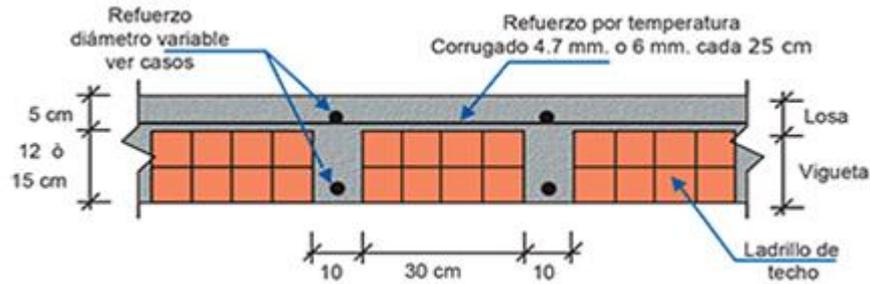


Figura 1. Detalle de losa aligerada.

Las losas aligeradas convencionales cumplen las siguientes funciones:

- Se encargan de transmitir sus cargas a los elementos estructurales.
- Al funcionar como un elemento rígido logra uniformizar las cargas sísmicas y así transmitir las fuerzas del evento sísmico a los muros.
- Logra unir los elementos estructurales aumentando la rigidez (columnas, vigas y muros) y esto genera la unificación de los elementos estructurales.

- **Comportamiento de Losa Aligerada**

Son diseñadas para soportar la flexión las losas aligeradas, en consecuencia, la zona en tracción es inactiva estáticamente para el concreto por el cual se puede anular y dejar esa zona vacía, o sino bien puede ser sustituida alivianando, en estas opciones se contempla poder disminuir térmicamente o acústicamente, por el cual solo se contemplaría a las viguetas con la función estructural.

Los componentes de la losa aligerada son las viguetas de 10 cm de ancho, distanciadas 40 cm entre sus ejes y también se contempla una losa delgada de 5 cm. Por otro lado, el Perú tiene variedad de espesores. (Abanto, 2012, pág. 242).

- **Refuerzo Máximo y Mínimo**

Cuando el acero se distribuya en momentos negativos tendrán una ubicación en el esfuerzo máximo y el ancho efectivo del ala. Se debe tener en cuenta que el acero para momentos negativos se reparta en parte superior y que el total superior es forma parte de la zona efectiva.

$$\rho_{\min} = \frac{0.7\sqrt{f_{rc}}}{f_y} \quad (1.1)$$

$$\rho_{\text{máx}} = 0.75\rho_b \quad (1.2)$$

- **Espaciamiento Máximo de Varillas**

Los momentos negativos en la parte superior, genera una distribución máxima en varillas (NTE-E.060-9.7; Abanto, 2012, pág. 251):

$S = \frac{Ab \times 1.00m}{A_s}$, donde AB es el área calculada por la varilla que se eligió y AS es el área que se necesita de acero.

$S = \leq 5h_f$, donde h_f es la altura de la losa unidireccional.

$S = \leq 3h_f$, donde h_f es la altura de losa.

$S = \leq 40\text{cm}$.

De lo anterior mencionado se debe considerar el valor menor en "S".

Losa Colaborante

Este entramado de piso comenzó decidido a suplantar el encofrado y el apuntalamiento, utilizando láminas de acero ligero, aptas para soportar cargas de recolección y concreto nuevo, que quedarán como un encofrado perdido. Se amplió su utilización aprovechando sus propiedades de instalación simple y disminución del tiempo de ejecución en las cercanías.

Para decirlo claramente, es un marco primario de trozos unidireccionales, también llamado Steel Deck que tiene una hoja de acero subyacente en su parte, marcada en uno de sus cojinetes y estriada, logrando una conducta aceptable como una unidad entre lo sustancial y la hoja de acero. El mismo que es responsable de retener las ansiedades maleables en la parte inferior, a pesar de una red de acero excitada fundamental para tratar de no romperse por los impactos de temperatura y la retracción que soporta el sustancial y los conectores que son responsables de juntar este marco con la pieza.

"En una primera etapa se puede determinar la sección del elemento estructural de manera que tenga lo necesario para resistir a las flexiones. En una segunda etapa se debe determinar el diseño necesario para los conectores a corte garantizando el buen comportamiento como uno solo, esto son las 2 etapas involucradas en el diseño de vigas compuestas de acero y hormigón." (Harmsen, 2002, pp. 482).

Para garantizar una buena resistencia del conjunto se debe tomar las siguientes consideraciones:

- Propiedades mecánicas y espesor de la placa de acero
- Tipo de fijación, espaciamiento de conectores
- Longitud de la placa y espesor del recubrimiento de hormigón
- Tipo de hormigón
- Resistencia a la compresión

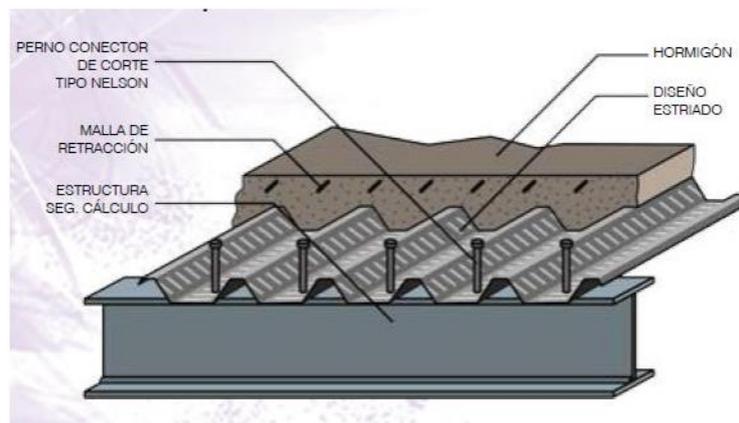


Figura 2. Detalle de losa colaborante.

Placa o Lamina Colaborante

Las 2 funciones principales de la lámina de acero son (Ascencio, 2006, pág. 21, Llopiz, 2012, pág. 23-24):

La primera función, sirve como encofrado y se puede utilizar como una plataforma segura al momento de trabajar en el proceso constructivo lo cual elimina la necesidad de que los paneles temporalmente se desarmen y armen continuamente.

La segunda función, es la que hace de refuerzo positivo. También otra ventaja sería que al endurecer el concreto se logra adherir para lograr resistir las diferentes cargas. Esta adherencia se logra obtener gracias a que la lámina tiene una forma de restricción en su superficie de manera resaltes o hendiduras, o también diferentes dispositivos tales como pernos o vástagos uniformemente espaciados

Por otro lado, los conectores de corte pueden lograr que una losa compuesta y las vigas de acero o concreto armado se conecten de manera que se logre el objetivo de una sola unidad estructural a flexión, de esta manera se aumenta la resistencia y rigidez.

Un proceso importante durante la fabricación de las placas colaborantes es el grabado de relieves y/o hendiduras sobre los valles, denominados muescas. Estas muescas son el principal mecanismo que proporciona la adherencia mecánica para la fijación del concreto a la placa colaborante sobre toda la superficie de contacto.



Figura 3. Grabado de relieves para fijación de concreto.

Longitudes de apoyo

Una recomendación es la de utilizar una longitud de apoyo como máxima de 4 cm y mínima de 2.50 cm, esto será siempre y cuando la lámina este ubicada encima de la viga, esto impide que la placa resbale de su apoyo. Por otro lado, se debe verificar el alma de la lámina y el esfuerzo, si no se cumple lo mencionado al comienzo del párrafo. Pero si en caso sea considerado como critica se debe apoyar de todas las formas posibles convenientemente a la lámina, viga o elemento de apoyo para evitar que resbale (Ascencio, 2006, pág. 42; Ramos, 2002, pág. 38).

Concreto

El agregado en el proceso constructivo de este tipo de elemento estructural cumplirá con el ASTM C33 "Especificación Normalizada para Agregados del Concreto". Si se utiliza concreto con menor peso específico, se debe cumplir la norma ASTM C330 "Especificación Normalizada para Agregados Livianos para la Elaboración de Concreto Estructural.

Se recomienda que para el concreto a usar en este tipo de losas son las siguientes:

- La resistencia a la compresión mínima es de 210kg/cm² y como máximo será para los de 580kg/cm².

- El vibrado de concreto es obligatorio asegurando la adherencia entre el acero y el concreto, también mediante esta se logra repartir de manera equitativa el concreto.
- Prohibido utilizar aditivos que tengan sales clorhídricas para evitar efectos en la cubierta de acero como lo es el corrosivo.

Malla de temperatura

El objetivo es dispersar la contracción creada por la configuración de lo sustancial, al igual que los canjes de calentura que ocurren debido al entorno que está en trato con el marco de la sección. Las barras que lo componen están hechas de red electrosoldada, tienen en algún lugar una obstrucción descendente de 4200 kg / cm^2 , esta parte aumenta alrededor del 10% en el límite de pila que el trozo puede mantener.

Esta temperatura de soporte y contracción no debe ser inferior a $59,3 \text{ mm}^2$ por cada metro de ancho de la sección, una opción a diferencia de la red de temperatura es la utilización de filamentos de acero en lo sustancial, la norma ASTM A820 determina su utilización.

El recubrimiento mínimo es de 2cm, permaneciendo sumiso al juicio de diseño. El acero de refuerzo es delineado para resistir los instantes dañinos pasa por debajo de la malla de temperatura y se sujeta a éste. El diseño de la malla de temperatura tiene criterio de las normas del ACI3 o a la Norma E.060.

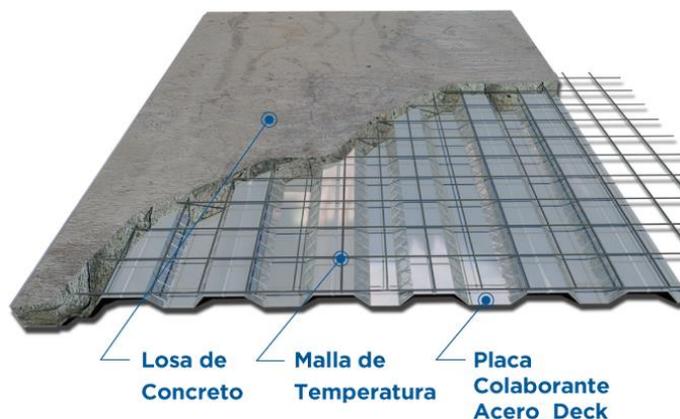


Figura 4. Malla de Temperatura.

Conectores de corte

Están hechas de acero, que tienen su importancia en soportar los esfuerzos de corte generados en la sección compuesta, controlar y disminuir las deformaciones.

Se procura obtener una sección monolítica entre los materiales, además de eliminar la posibilidad de separación vertical entre la losa y la viga de apoyo.

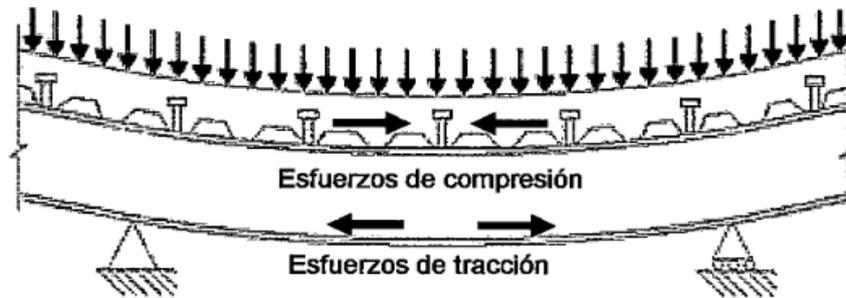


Figura 5. Esfuerzo de corte horizontal originado en losa.

El conector de corte tipo Nelson Stud tiene la forma de un perno con cabeza cilíndrica, no posee hilos (roscas) y es soldado en la parte superior de la viga cada cierto intervalo, quedando introducidos dentro de la losa.

Algunas consideraciones más relevantes en la utilización son:

- No debe ser mayor a 3 el número de conectores por valle en el sentido transversal.
- Debe estar entre 3" a 7" la altura del conector de corte.
- Los conectores de corte son una pieza con protección galvánica electroquímica de zinc según ASTM B633.
- La longitud mínima entre conectores de corte es 4 veces su diámetro.
- El diámetro del conector de corte máximo será $\frac{3}{4}$ ".

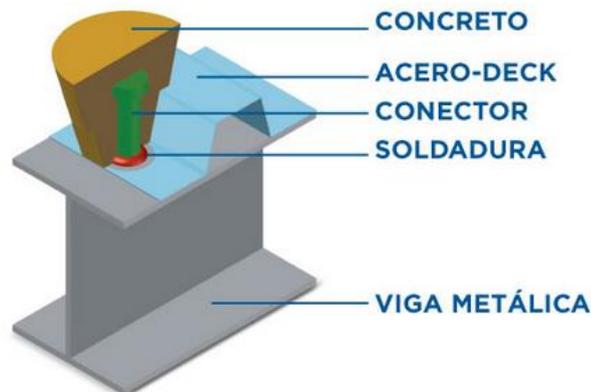


Figura 6. Conector de corte en entrepiso metálico.

Proceso Constructivo

a. Ingeniería de Detalles

Son los trabajos previos que se comprometen realizar en gabinete, para optimizar las tareas que se realizarán, generando así una mejor funcionalidad en la obra. En esta fase se encuentran la modulación de placas y el metrado de los elementos de este sistema estructural.

Para la distancia de las placas, se debe pensar en la entrada de los pozos indicados en los planos, al menos 0.04 metros, las juntas deben estar a tope, en caso de que se anticipe un cruce, un límite de 0.10. Se sugiere metros. Se deben tomar medidas equivalentes en el equilibrio de las placas para trabajar con el proceso de montaje y establecimiento.

b. Transporte

Involucra el traslado de las placas colaborantes al lugar de la obra. Estas son embaladas por grupos de acuerdo al tipo y longitud, por lo general cada paquete contiene un máximo de 25 planchas.

c. Almacenamiento

El almacenamiento de las láminas se hará dependiendo el tiempo al que se le de uso en la obra antes de ser utilizados, con la intención conservar su calidad y seguridad. De tal manera que son tomadas en cuenta a las condiciones que son expuestas, salvaguardándolas de la intemperie. Las láminas serán apoyadas en superficies planas para evitar su deformación, no se apoyará los paquetes sobre el terreno natural.

d. Izaje

Es el proceso donde las hojas de acero son llevadas desde el almacenamiento hasta la zona donde serán colocadas. El izaje puede ser manual y/o con maquinaria, en cualquier de los casos se debe evitar dañar y deformar la placa.

e. Colocación

Esta etapa corresponde a la posición de las láminas sobre las vigas de apoyo, que quedarán para trabajar en su vida útil. Se comienza ubicando la hebra mayor de la inicial hoja en el intonso de la viga, esto permite que las pestañas mayores que siguen aseguren sobre las menores. Como mínimo debe ser 4 cm el apoyo sobre vigas transversales, estas quedan totalmente incrustados en la losa, los cortes longitudinales se pueden hacer con cualquier

método que no deteriore la geometría de las hojas, en algunos casos se debe colocar el apuntalamiento temporal, pero eso va a depender de si el diseño lo amerite.

f. Fijación

Esta función consiste en asegurar que se quede en su posición final de trabajo, con esto se logra evitar los accidentes ocurridos. En este proceso se fijan con ayuda de tornillos autoperforantes, soldadura de arco eléctrico, clavos de disparo y clavos. La placa se fija en sus extremos poseyendo un punto de fijación cada 3 valles, considerando que todos los valles de las planchas estén descansados sobre las vigas de apoyo y las vigas principales.

g. Instalación de Conectores de Corte

Se utilizan en sistemas compuestos de losas y vigas, el conector se une a la viga metálica mediante soldadura y a la losa por el concreto. Se debe perforar la placa para implantar los conectores. Este proceso se realiza mediante punzonado o algún marco de corte mecánico. La abertura debe ser como máximo el ancho del valle de apoyo de la placa y debe hacerse en la parte posterior de esta para no dañar la viga metálica de soporte. Cuando la placa ha sido perforada e instalada el conector de corte se introduce legítimamente en el eje metálico, mediante soldadura que debe cubrir todo el borde del territorio del conector.

La elección del espesor y tipo de soldadura se especifican en los planos o en todo caso la elección de la soldadura será como mínimo electrodo tipo 60/11.

h. Colocación del Acero de Refuerzo

El tipo de refuerzo más frecuente en estos sistemas son cuando se toman los esfuerzos de en los apoyos. Otro refuerzo, es el diseño que se genera en los bordes de la losa con sus anclajes, que consiste en bastones y se anclan en la viga.

- Malla de Temperatura: Este refuerzo es importante en cualquier tipo de losa estructural porque ayuda a soportar los efectos de la temperatura y contracción de fragua que sufre el concreto. Se ubica en la tercera parte superior de la losa. Una opción a utilizar sería la malla de temperatura electrosaldadas o varillas de acero enroscadas con alambre.

i. Vaciado del Concreto

Posterior a que la malla de temperatura sea colocada se prepara la ruta de tránsito para el vaciado. Este proceso se puede realizar mediante bombas, latas o carretillas. En el caso de utilizar carretillas para el vaciado, no deben circular en las láminas, sino se debe tener una ruta hecha de tablones de 8"; los cual ayuda a distribuir en un área mucho mayor. Antes de esta actividad, las láminas serán limpiadas con la finalidad de que tengan una mejor adherencia el concreto y la placa colaborante.

La plancha de acero puede resistir cargas en condiciones normales en el vaciado. No obstante, se debe considerar evitar acumular grandes volúmenes de material, maquinas o personas en una misma ubicación porque se deformaría la plancha de acero.

j. Curado del Concreto

Se realiza para evitar que el concreto pierda su humedad después del vaciado, en la primera semana. La ventaja que tiene la lámina colaborante en el curado es que generan superficies impermeables, lo cual mantiene la humedad de la mitad inferior del concreto, depende de la pérdida del agua generada por la evaporación según sea la condición ambiental. Se debe realizar con agua libre de impurezas, de forma permanente durante el periodo de curado que se especifique.

k. Apuntalamiento

En el caso que se utilicen apuntalamientos en las losas, el desapuntalamiento se realiza 7 días posterior al vaciado, asegurando que el concreto tenga el 75% de su capacidad máxima.

l. Protección

El galvanizado y los procesos de pintura, logran proteger adecuadamente el acero ante agentes agresivos del ambiente.

- Galvanizado: Los rollos de acero utilizados cumplen las normas ASTM A-653/A653M y lineamientos A-611 grado C, que muestran que hay un revestimiento revuelto en los dos lados de la lámina, pensando en varios espesores de zinc a nivel superficial.

Las planchas de galvanizado más utilizadas son G30, G60 y G90 (baja, media y alta resistencia a la corrosión).

- **Pinturas Anticorrosivas:** sus principales tipos son: resinas Vinílicas o Imprimantes Vinílicos, Resinas Epóxicas Poliamidas, Resinas epóxicas con Brea, etc. Estas deben escogerse según su, son altamente resistentes a la intemperie

m. Acabados

- Acabado Natural: Se realiza cuando el acero está expuesto.
- Acabado Pintado: Esto va a depender según el uso.
- Acabado Cielo Raso: Las placas de yeso u otro material se fijan legítimamente a la pieza orientada a la comunidad utilizando pernos, soportes o canales para ser utilizados como un techo. (Manual Acero Deck, 2014, pág., 27).

Comportamiento sísmico

El comportamiento de la estructura a un evento sísmico en relación a las características propias y la del movimiento. Por eso, se necesita los registros de los eventos sísmicos de la zona y los parámetros de la estructura. Una estructura bien diseñada para soportar eventos sísmicos tendrá un comportamiento elástico en su vida útil. No obstante, si su diseño no fue el adecuado, pero tiene una ductilidad capaz de desarrollar desplazamientos considerables, la estructura podrá soportar el evento sísmico disipando la energía que se generó por el efecto del movimiento oscilatorio y de las deformaciones plásticas que presenta la estructura. (HARMSEN,2005, p. 449).

Comportamiento estructural

Crainic y Munteanu conceptualiza en “Seismic Performance of Concrete Building” como: “Respuesta de toda estructura en función al desplazamiento y deformación, después de aplicar una fuerza externa”.

Rigidez

En ingeniería, es una variable cualitativa de cada material que se define básicamente en la manera resistir a deformaciones elásticas, también esto se presenta en cada elemento estructural para soportar esfuerzos sin deformarse mucho. Los coeficientes de rigidez cuantifican la rigidez del elemento la cual es la de resistir bajo diversas cargas. Por lo general, la relación entre la fuerza y el desplazamiento que se obtuvo por la fuerza se conoce como

rigidez. Para elementos estructurales existe diferentes tipos de rigidez como la axial, flexional, torsional o frente a esfuerzos cortantes, etc. (Merino, 2012)

Cálculo de Rigidez por el Método de Wilbur. La rigidez entre piso se obtiene cuando determinas la relación de las fuerzas cortantes absorbida en un entre piso de un marco, muro o contraviento y el desplazamiento relativo entre los dos niveles que lo limitan.

Estos métodos se aplican a marcos regulares cuyos momentos de inercia son uniforme y son casi nulas sus deformaciones axiales, las columnas tiene inflexión. Esta versión se base en las siguientes hipótesis:

- los giros en todos los nudos tres niveles adyacentes son iguales, excepto en el nivel de desplazamiento, en donde puede suponerse empotramiento o articulación según el caso.
- las cortantes en los dos entrepisos adyacentes al de interés son iguales a la de este.

Siguientes expresiones:

Para el primer entrepiso, teniendo empotramiento en la cimentación

$$R1 = \frac{48E}{h1 \left[\frac{4h1}{\sum kc1} + \frac{h1 + h2}{\sum kc1 + \frac{\sum kc1}{12}} \right]} \quad (1.3)$$

Para el segundo entrepiso, teniendo en cuenta las columnas empotradas en la cimentación

$$R2 = \frac{48E}{h2 \left[\frac{4h2}{\sum kc2} + \frac{h2 + h3}{\sum kt2} + \frac{2h1 + h2}{\sum kt1} \right]} \quad (1.4)$$

Para entrepisos intermedios:

$$Rn = \frac{48E}{hn \left[\frac{4hn}{\sum kcn} + \frac{hm + hn}{\sum ktm} + \frac{hn + h0}{\sum ktm} \right]} \quad (1.5)$$

Para entrepisos superior:

$$Rn = \frac{48E}{hn \left[\frac{4hn}{\sum kcn} + \frac{hm + hn}{\sum ktm} + \frac{hn + h0}{\sum ktm} \right]} \quad (1.6)$$

En las formulas precedentes hemos definido:

E = Módulo de elasticidad.

R_n = Rigidez de entrepiso en cuestión.

K_{tn} = Rigidez (I/L) de las vigas del nivel sobre el entrepiso n .

K_{cn} = Rigidez (I/L) de las columnas del entrepiso n .

m, n, o = Índices que indican tres niveles consecutivos de trabajo hacia arriba.

h_n = Altura del entrepiso n .

Problema General

- ¿De qué manera afecta el comportamiento sísmico de una edificación multifamiliar en los niveles de entrepiso de losa convencional y losa colaborante en el distrito - San Isidro 2019?

Problemas Específicos

- ¿De qué manera afecta el comportamiento sísmico de una edificación multifamiliar en relación a la rigidez en los niveles de entrepiso de losa convencional y losa colaborante en el distrito - San Isidro 2019?
- ¿De qué manera afecta el comportamiento sísmico de una edificación multifamiliar en relación a los parámetros dinámicos en los niveles de entrepiso de losa convencional y losa colaborante en el distrito - San Isidro 2019?
- ¿De qué manera afecta el comportamiento sísmico de una edificación multifamiliar en relación a las fuerzas de diseño en los niveles de entrepiso de losa convencional y losa colaborante en el distrito - San Isidro 2019?

Justificación del Estudio

Entonces para esta investigación se plantea la siguiente justificación.

La presente investigación surge con la necesidad de saber cómo será el comportamiento estructural de una edificación de losas aligerada convencional y losa colaborante durante el acontecimiento de un evento sísmico. Esto se da debido al gran uso que tienen estos tipos de losas en las edificaciones actualmente. Por otro lado, determinará cuál de estas dos losas tendrá un mejor comportamiento sísmico. El resultado de esta investigación determinará que

losa tiene un mejor comportamiento sísmico por lo cual dicha losa no tendrá grandes fallas y por ellos, los habitantes que tengan este tipo de losa se sientan más seguros debido a que tendrán un mayor tiempo para evacuar a un lugar más seguro. Por otra parte, esta investigación servirá como guía para futuros ingenieros que quieran tomar en cuenta estos tipos de losa en su diseño estructural de una edificación. Debido que tiene una mejor resistencia y mejor comportamiento sísmico se evitaran grandes daños estructurales lo cual ayudara económicamente. Desde otra perspectiva, no se necesitará tanto mantenimiento como la otra losa. La investigación realizada en este trabajo ayudara a futuros ingenieros civiles y ministerio de vivienda, ellos se encargarán de tomar los arbitrajes adecuados de valorar y considerar el tipo de losa más óptima de tal manera que persistan un extenso ciclo y que asuman una buena conducta sismoresistente. Por lo tanto, el aporte de esta tesis determinara que losa tiene un mejor comportamiento sísmico, teniendo en cuenta las normas peruanas y criterios al momento de diseñar el tipo de losa.

Hipótesis General

- El comportamiento sísmico de una edificación multifamiliar afecta de manera positiva en los niveles de entrepiso de losa convencional y losa colaborante en el distrito - San Isidro 2019.

Hipótesis Especificas

- El comportamiento sísmico de una edificación multifamiliar afecta de manera positiva en relación a la rigidez en los niveles de entrepiso de losa convencional y losa colaborante en el distrito - San Isidro 2019.
- El comportamiento sísmico de una edificación multifamiliar afecta de manera positiva en relación a los parámetros dinámicos en los niveles de entrepiso de losa convencional y losa colaborante en el distrito - San Isidro 2019.
- El comportamiento sísmico de una edificación multifamiliar afecta de manera positiva en relación a las fuerzas de diseño en los niveles de entrepiso de losa convencional y losa colaborante en el distrito - San Isidro 2019.

Objetivo General

- Determinar de qué manera afecta el comportamiento sísmico de una edificación multifamiliar en los niveles de entrepiso de losa convencional y losa colaborante en el distrito - San Isidro 2019.

Objetivos Específicos

- Determinar de qué manera afecta el comportamiento sísmico de una edificación multifamiliar en relación a la rigidez en los niveles de entrepiso de losa convencional y losa colaborante en el distrito - San Isidro 2019.
- Determinar de qué manera afecta el comportamiento sísmico de una edificación multifamiliar en relación a los parámetros dinámicos en los niveles de entrepiso de losa convencional y losa colaborante en el distrito - San Isidro 2019.
- Determinar de qué manera afecta el comportamiento sísmico de una edificación multifamiliar en relación a las fuerzas de diseño en los niveles de entrepiso de losa convencional y losa colaborante en el distrito - San Isidro 2019.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y Diseño de Investigación

Tipo de investigación

Será aplicada la investigación, debido a que se pretende solucionar problemas de manera práctica y contestar la hipótesis planteada. Por consiguiente, dependiendo de aportes teóricos.

Behar (2008), dice “La investigación aplicada tiene un vínculo con la básica, pues necesitamos sus resultados y avances. [...] es la investigación y el uso de la investigación a problemas, condiciones y atributos explícitos” (p. 20).

“La investigación aplicada proceso por el cual transformar el conocimiento teórico (investigación básica) en conceptos, prototipos y productos, sucesivamente” (Lozada 2014, p.38).

Baena (2017), Menciona “La investigación aplicada tiene la intención de leer un tema desinado a la actividad. [...] se centra en las diferentes técnicas de incorporación de hipótesis generales, comprometiendo sus esfuerzos en esclarecer las necesidades que presentan la sociedad y los hombres” (p.18).

Nivel de investigación

La tesis tiene una investigación de nivel explicativo causal-correlacional, explicativo causal porque se explica la causa y el efecto que tendrá comportamiento sísmico en una edificación de losa convencional y losa colaborante, correlacional porque están presentes la variable independiente y variable dependiente.

Hernández, Fernández y Batista (2014), define “el estudio explicativo como investigación no solo describen conceptos o fenómenos, también logran reconocer las raíces de los sucesos físicos o sociales. Tiene como finalidad explicar la causa del fenómeno y en qué contextos se presenta o por qué se concierne dos o más variables” (p.95).

Arias (2012) menciona “La investigación explicativa busca las causas que producen las ocasiones a través de la relación razón-impacto. [...] pueden decidir las circunstancias y los resultados finales mediante pruebas de especulación” (p. 26).

“la investigación explicativa está orientada a manifestar las razones de las reuniones físicos o sociales. Como su nombre lo demuestra, su finalidad es la razón por la que ocurre una maravilla y bajo qué condiciones esta, [...]”. (Valarino, et al, 2015, p.33).

Diseño de la investigación

Pino (2017), Indica “el diseño experimental, es dado cuando uno de los factores es atendido, los cuales actúan como factores libres para decidir sus consecuencias sobre los factores dependientes dentro del control del científico” (p.187).

Ávila (2006), menciona “la investigación experimental [...] ajusta o investiga los efectos que suceden sobre los elementos dependientes cuando la variable libre está disponible, intentar exhibir una relación causal” (p. 60).

Gómez (2012), dice “la investigación de prueba es el control de una variable dudosa. Intenta retratar cómo o por qué ocurre la peculiaridad u propósito de análisis” (p. 84).

El diseño de esta investigación es experimental, se utilizará el software Etabs 2016, por tanto, será una recreación a través de la cual obtendremos resultados, ya que controlaremos el factor libre para notar los impactos reales que produce sobre la variable dependiente, se puede hacer esta manipulación de variables cuando no es posible realizar experimentos puros.

Enfoque de la investigación

Se tendrá un enfoque cuantitativo en la investigación, porque tiene una secuencia y demostrando paso a paso pretende descubrir resultados numéricos. De igual modo no especifica números estables de antecedentes numéricos o valores.

Valderrama (2007), señala “el examen cuantitativo sigue una agrupación y se centra en la ilustración, su motivación es producir cualidades matemáticas al evaluar la dificultad” (p.109).

2.2.Operacionalización de Variables

Variables

- Variable Independiente: Niveles de entepiso de losa convencional y losa colaborante.
- Variable Dependiente: Comportamiento sísmico.

Operacionalización de variables

El gráfico adjunto muestra la operacionalización de las variables independiente como dependiente. De manera, poder caracterizar las variables y la escala de estimación.

Tabla 1. Operacionalización de las variables

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
V. INDEPENDIENTE: NIVELES DE ENTREPISO DE LOSA CONVENCIONAL Y LOSA COLABORANTE	Las losas de entrepiso son superficies horizontales que se encargan de soportar las cargas verticales y distribuir las fuerzas horizontales.	Las losas varían en diferentes espesores y sirven de unión con los elementos estructurales para que la estructura trabaje en conjunto.	LOSA CONVENCIONAL	F'C 210	
				ESPESOR DE LOSA 20CM	
				VARILLA DE ACERO CORRUGADO 1/2"	
			LOSA COLABORANTE	F'C 210	
				ESPESOR DE LOSA 15CM	
				VARILLA DE ACERO CORRUGADO 1/2"	
V. DEPENDIENTE: COMPORTAMIENTO SISMICO	Es la forma como una estructura se comporta frente a la acción de un sismo. Determina el estado de daño que muestra una estructura frente a un nivel determinado de cargas laterales.	El comportamiento sísmico se caracteriza por los valores de rigidez, parámetros dinámicos y fuerzas de diseño que una estructura soporta frente a la acción de un sismo.	RIGIDEZ	DESPLAZAMIENTO LATERAL (CM)	Ficha técnica de medición
			PARAMETROS DINAMICOS	PERIODOS DE VIBRACION (SEG)	Ficha técnica de medición
			FUERZAS DE DISEÑO	FUERZA CORTANTE (TN)	Ficha técnica de medición
				MOMENTO FLECTOR (TN-M)	

Fuente. Elaboración propia.

2.3.Población, Muestra y Muestreo

Población

La población para esta investigación estuvo conformada por todas las edificaciones construidas con sistema estructural dual, con losas aligeradas para edificio multifamiliar en la Ciudad de Lima, que se representan a continuación son:

- ❖ Edificio Acacias (7pisos).
- ❖ Edificio Limited (20pisos).
- ❖ Edificio View (10pisos).
- ❖ Edificio Green Tower (19pisos).
- ❖ Edificio Vento (19pisos).
- ❖ Edificio Ventura (14pisos).
- ❖ Edificio Veramar (17pisos).
- ❖ Edificio Cibeles (7pisos).

Weiers (2006), especifica “la disposición de cada componente concebible que hipotéticamente se puede observar o estimar; de vez en cuando se le conoce como el universo” (p. 139).

Muestra

La muestra estuvo conformada por el edificio multifamiliar “The Corner”, debido a que es una edificación de 8 pisos con sistema estructural y losa aligera convencional. Este edificio se eligió debido a que se cuenta con acceso a la información y requerimiento de planos, así como su ubicación (san isidro).

Tamayo (2003), dice “el ejemplo [...] refleja las cualidades que caracterizan a la población de la que se liberó, lo que demuestra que es delegado” (p. 176).

Ñaupas et al. (2014) menciona “La muestra es el subconjunto, o parte de la localidad seleccionada, esta representa al universo” (p.246).

Muestreo

La estrategia o técnica de prueba que se utilizó no fue probabilística por motivos de comodidad. Dado que la estructura fue elegida de manera directa y deliberada según el juicio del delegado y la apertura de los datos de la propuesta, para la unidad de investigación del trabajo de exploración.

Cortes e Iglesias (2014), mencionan “el muestreo intencional, depende del criterio del investigador, el cual dispone parcial o conscientemente los elementos que va incluir en la muestra. [...] el investigador selecciona la cantidad de elementos que a su criterio son representativos, por ello se debe tener conocimiento previo de la población” (p. 98).

2.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos, valides y confiabilidad

Técnicas

- Observacional.
- Ficha técnica de medición para cada dimensión de la V. dependiente.

Instrumento de recolección de datos

Para la tesis, el instrumento de medición que se llevó a cabo para recolectar la información de los resultados fue la siguiente.

❖ Ficha Técnica de medición

Para la recolección de datos se utilizará el software Etabs 2016, mediante el cual conseguiremos nuestros resultados de acuerdo a los indicadores planteados en la investigación.

Validez

Según, Valderrama (2007), dice “se refiere al grado de apreciación o efecto causado cuando se aplica un instrumento” (p.193).

Yuni y Urbano (2014), mencionan “la validez [...] la participación del utensilio para medir lo que se espera que se note” (p. 135).

El instrumento que se utilizó para la investigación es legal, puesto que se obtuvo respuestas confiables. En vista que, el software Etabs 2016, es un conjunto inigualable de herramientas con un sistema totalmente integrado y es empleado por ingenieros en las diversas ramas de la ingeniería. Además, el instrumento usado, ficha técnica de medición se validó a través del criterio de juicio de expertos. Para una mejor interpretación se planteó lo siguiente.

Tabla 2. Rango y magnitud

Rango	Magnitud
0.81 a 1.00	Muy Alta
0.61 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a 0.20	Muy Baja

Fuente: Ruiz Bolívar, 2002.

Confiabilidad

La tesis presenta resultados confiables dado que la programación de Etabs 2016 16.2.0 resulta 100% excelente y no limita los dispositivos para el creador, ya que está autorizado. En esta línea, los resultados adquiridos son sustanciales a la luz de que la organización CSI (Computers and Structures, Inc) que elaboró el producto cuenta con la confirmación ISO-9001, lo que demuestra su obligación de calidad para el plan, avance y difusión de programación en cada una de las naciones. Dado que tiene un lugar con ISO-9001, desarrolla aún más la lealtad del consumidor, asegura la inteligencia y trabaja en los ciclos internos.

Leigh (2008), manifestó “El cumplimiento de la norma ISO-9001 refleja nuestro proceso de esfuerzos para lograr la calidad y confiabilidad de los artículos predominantes para nuestros clientes en todo el planeta” (p. 56).

Del mismo modo el presidente de CSI Ashraf (2008), declaro “Nuestros programas han sido elegidos durante largo tiempo los dispositivos de decisión por miles de ingenieros en todo planeta. Esta confinación aprueba su familiaridad en nosotros” (p. 58).

Por lo tanto, Valderrama (2007), indica “es el nivel en el que un instrumento produce resultados honestos y razonables para un tema u objeto de examen similar, es decir, los resultados obtenidos aplicados a un ejemplo similar son comparables” (p. 193).

2.5.Procedimiento

Esta investigación iniciará con la lectura de planos (arquitectura y Estructura) de la edificación multifamiliar, en la estructuración se dará ubicación a los elementos estructurales, con esto nos aseguramos que la estructura del edificio pueda resistir las cargas de demanda, la economía, la estética, su función y seguridad estructural son puntos importantes también. Se realiza el metrado de cargas para losas, vigas, columnas, etc. Se modelarán dos estructuras una con losa aligerada convencional y otra con losa colaborante, terminada la modelación estas dos estructuras, serán sometidas a cargas sísmicas entre otras herramientas que contiene el software como: análisis lineal estático que calcula las características que pueden presentar la estructura a esa carga como el desplazamiento y otros. Análisis lineal dinámico mediante un espectro de diseño hallaremos cortante basal, derivas de entrepiso entre otros. Los resultados obtenidos serán representados en gráficos y tablas mediante Microsoft Excel, analizando los datos que obtendremos nos daremos cuenta que tipo de losa vendría a ser la más óptima.

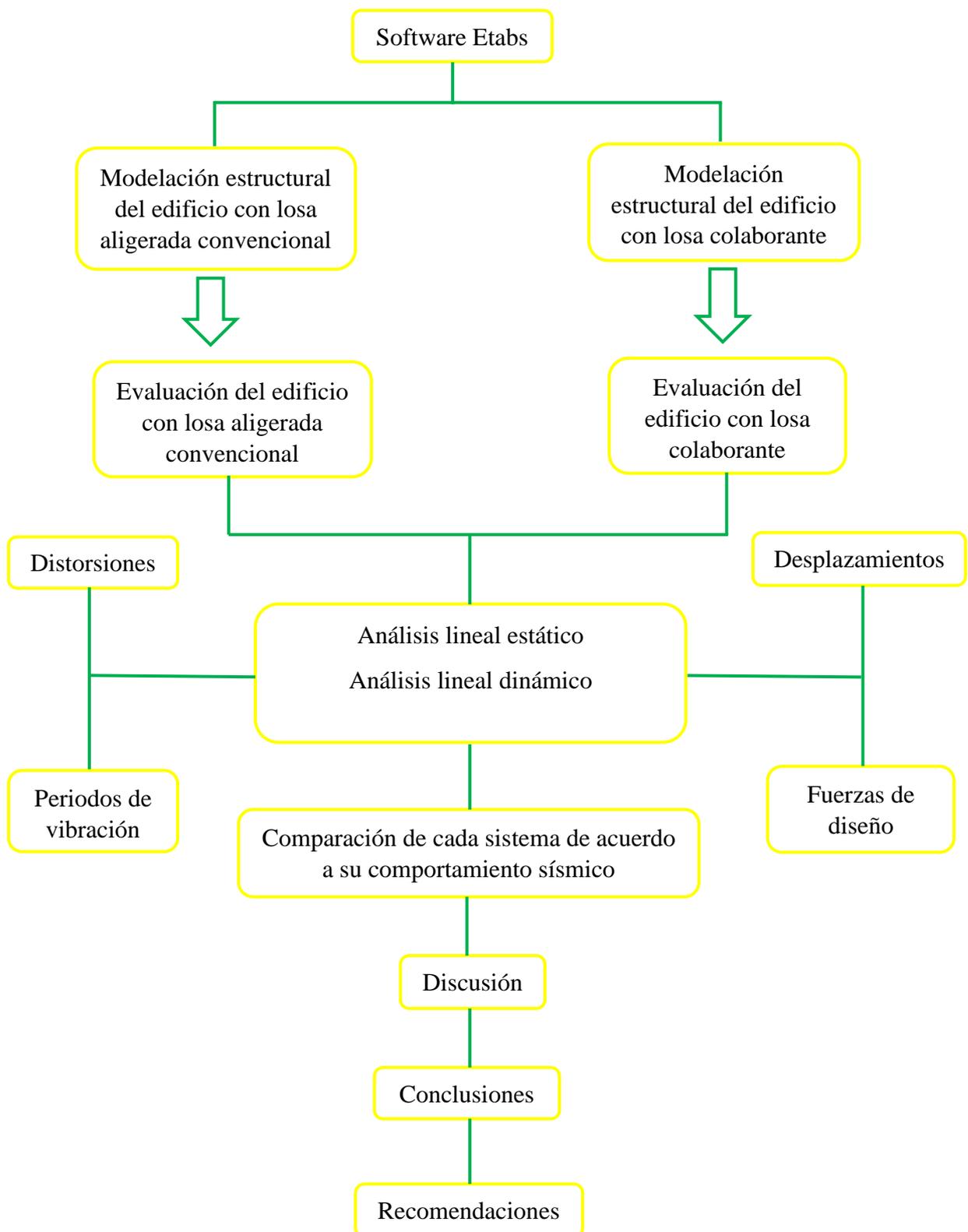


Figura 7. Diagrama del procedimiento de la investigación.

2.6.Métodos de Análisis de Datos

Será a través de un plan inconfundible, a través del cual se descifrarán los resultados, utilizando tablas similares e ilustraciones medibles en cuanto a la variable dependiente y sus aspectos.

2.7.Aspectos Éticos

Este emprendimiento recogió datos de diversas postulaciones, libros, revistas y diferentes manantiales de datos, para los cuales las referencias vendrán dadas por la norma ISO 690, garantizando la inquebrantable calidad, asegurando la protección del autor de los distintos manantiales de datos en el avance de esta revisión. Asimismo, el relevamiento de este trabajo de exploración se realizó a través del Programa Turnitin, programación escolar, que identifica posibles hurtos literarios y casualidades con otros contemplados de examen. Posteriormente, todo el contenido de este examen estuvo destinado a ser lícito y honesto.

III. RESULTADOS

3.1. Desarrollo del procedimiento

3.1.1. Ubicación

La edificación multifamiliar para la investigación se ubica en la av. Guardia civil 0815, San Isidro, Lima.

3.1.2. Descripción del proyecto

La distribución arquitectónica de la edificación está compuesta por 14 departamentos, distribuidos a razón de 2 departamentos por piso, una azotea y 4 unidades de estacionamientos en el frente del edificio en un terreno de 152 m² de área.

En cuanto a la distribución de los pisos se tiene:

Planta 1° piso:

Comprende los siguientes ambientes:

- Estacionamientos para 4, acceso de ingreso al primer piso, ingreso principal, hall de ingreso, ascensor, escalera principal que da acceso al segundo piso.
- Dpto. 101: Ingreso, Comedor, Sala, S.H., Cocina-Lavandería, Patio, Dormitorio Principal Con S.H. y Terraza, Dormitorio, Terraza, Estudio.

Planta Típica del 2° al 7° piso:

Cuenta con los siguientes ambientes:

- Escalera principal que viene del 1° piso y da acceso al 2° piso y a pisos superiores, Hall de distribución que acceso a los departamentos.
- Dpto. Típico 201 al 701: Ingreso, Comedor, Sala, S.H., Cocina-Lavandería, Dormitorio Principal Con S.H., Dormitorio, Terraza, Hall, Estudio.

Planta 8° piso:

Abarca los siguientes ambientes:

- Escalera principal que viene del 7° piso y da acceso a la azotea, Hall de distribución.
- Dpto. 801: Ingreso, Comedor, Sala, S.H., Cocina-Lavandería, Dormitorio Principal Con S.H., Dormitorio, Terraza, Hall, Estudio.
- Terraza: Zona de esparcimiento, S.H.

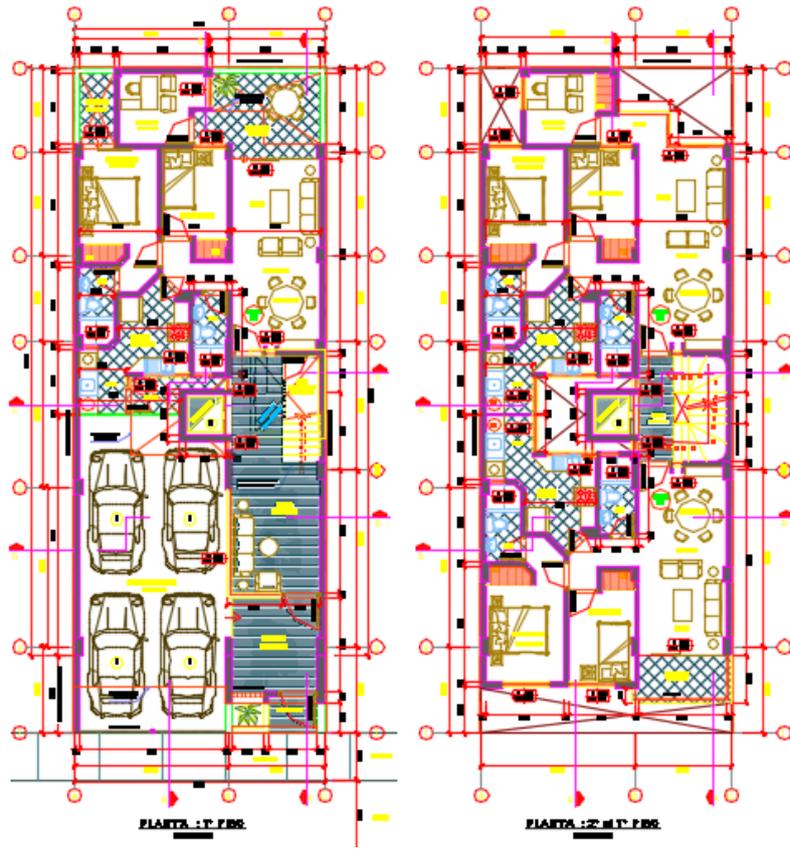


Figura 8. Planta 1º piso y del 2º al 7º piso típico de la edificación multifamiliar.

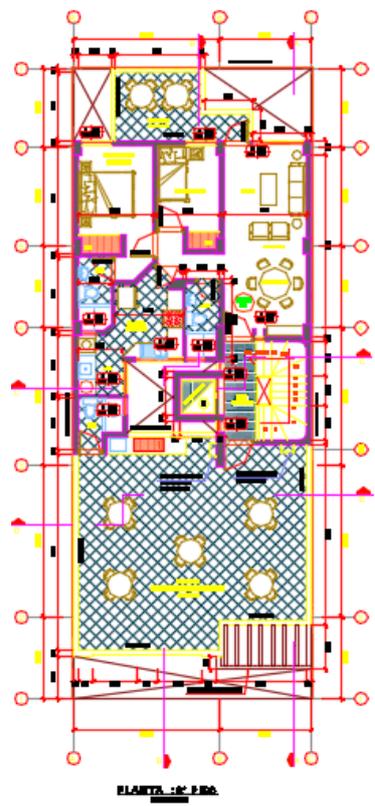


Figura 9. Planta 8º piso de la edificación multifamiliar.



Figura 10. Corte A-A de la edificación multifamiliar.



Figura 11. Corte B-B de la edificación multifamiliar.

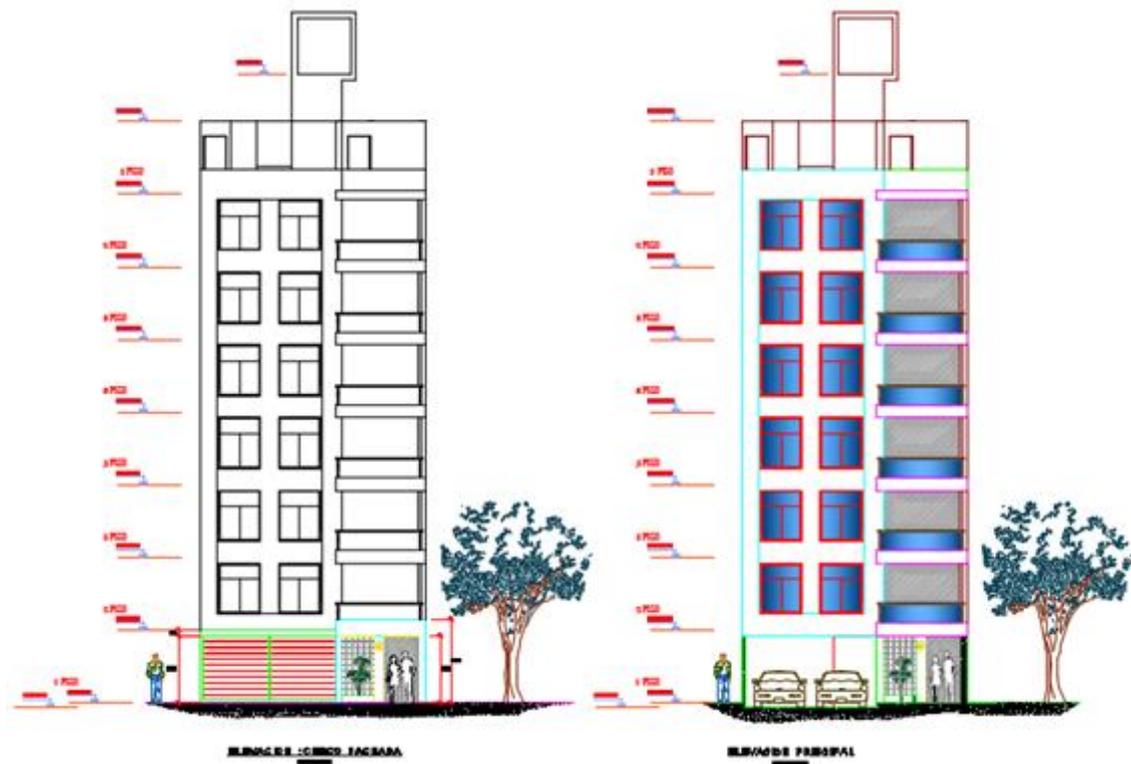


Figura 12. Elevación cerco fachada y elevación principal de la edificación multifamiliar.

3.1.3. Estructuración

La estructura está conformada por un sistema estructural dual en el eje Y-Y y un sistema de pórticos en el eje X-X, esta edificación multifamiliar es exclusivamente de concreto armado, cuya resistencia a los 28 días ($f'c$) es de 210 kg/cm². Es una edificación de 8 pisos con losas aligeradas de 20cm, donde el primer nivel tiene una altura de 3.20 metros y los demás niveles de 2.6 metros.

Tabla 3. Características mecánicas de los materiales

Resistencia a la compresión	$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
Peso específico	$\gamma_c = 24000 \text{ kg/cm}^3$
Módulo de elasticidad	$E_c = 2173706512 \text{ kg/cm}^2$
Módulo de corte	$G_c = 905711046.64 \text{ kg/cm}^2$
Módulo de poisson	0.2
Acero	$F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
Módulo de elasticidad del acero	$E_s = 2 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$

Fuente: Elaboración propia.

El módulo de elasticidad del concreto E_c , se calcula usando la siguiente expresión, cuyas unidades en kg/cm² se muestran a continuación.

$$E_c = 15000\sqrt{f'_c} \left(\frac{kg}{cm^2} \right) \quad (1.7)$$

El módulo de corte G_c se calcula mediante la siguiente relación y se determina automáticamente por el programa Etabs.

$$G_c = \frac{E_c}{2(1 + \mu)} \left(\frac{kg}{cm^2} \right) \quad (1.8)$$

3.1.3.1. Cargas

Para el análisis de la edificación multifamiliar, se usó el Reglamento Nacional de Edificaciones E.020 (norma de cargas). Donde se indica que, para el uso de inmuebles con existencia de departamentos por piso, la carga viva será de 200 kg/cm² y en cuanto a la carga muerta solo se tomó los acabados más tabiquería, el cual tuvo un valor de 310kg/cm² tal como se observa en la tabla 4:

Tabla 4. Cargas mínimas permisibles por piso de losa convencional y colaborante

Nº Pisos	Carga viva (kg/cm ²)	Carga viva de techo (kg/m ²)	Carga muerta (kg/m ²)
			acabados + tabiquería
Piso 8		100	100
Piso 7	200		310
Piso 6	200		310
Piso 5	200		310
Piso 4	200		310
Piso 3	200		310
Piso 2	200		310
Piso 1	200		310

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, el valor de carga muerta es de 310 kg/cm², ya que la norma de cargas E.020 resalta que para muros de tabiquería o muros de sub-división con espesores de 15cm, se trabaja con ladrillo pandereta cuyo peso es de 14kg/m².

La carga equivalente será $W = 14(\text{peso lad.}) \times 15(\text{esp.}) \times 2.4(\text{altura}) = 504 \text{ kg/m}$ lo cual en la tabla nos indica que el valor de carga será de 210 kg/m² y le sumaremos el peso por piso terminado que es de 100kg/m².

Tabla 5. Cargas equivalentes según norma E.020

Peso del tabique (kg/cm)	Cargas equivalentes (kg/cm ²)
74 o menos	30
75 a 149	60
150 a 249	90
250 a 399	150
400 a 549	210
550 a 699	270
700 a 849	330
850 a 1000	390

Fuente: Norma Técnica E.020.

3.1.4. Tipo de Suelo

El distrito de San Isidro donde se encuentra ubicado la edificación multifamiliar presenta un suelo gravoso. Por consiguiente, la norma E.030 indica que para la evaluación sísmica se tendrá un perfil de suelo S2.

3.1.5. Procedimiento del análisis

De acuerdo a los indicadores planteados (losa convencional y losa colaborante) el desarrollo se llevó de la siguiente manera:

- **Modelamiento:** Se modeló la edificación multifamiliar como se indica en el plano arquitectónico y se le estableció las características mecánicas de sus materiales.
- **Análisis lineal estático:** Se realiza para calcular los desplazamientos y los poderes de respuesta en la base bajo el impacto de cargas aplicadas y de esta manera verificar si las derivas de entrepiso cumplen con la normativa sísmo resistente E.030.
- **Análisis lineal dinámico:** Se desarrolla por medio de la incorporación de un espectro de diseño y se aplicó sismos en las direcciones (x,y) para descubrir la cortante basal dinámica, los desplazamientos que aparecen en la parte superior de la estructura ante el uso de poderes bajo el impacto de aceleraciones espectrales con el fin de confirmar los resultados con la norma E.030.

3.1.6. Desarrollo de modelamiento estructural

a) Definición de los grids con sus respectivas medidas.

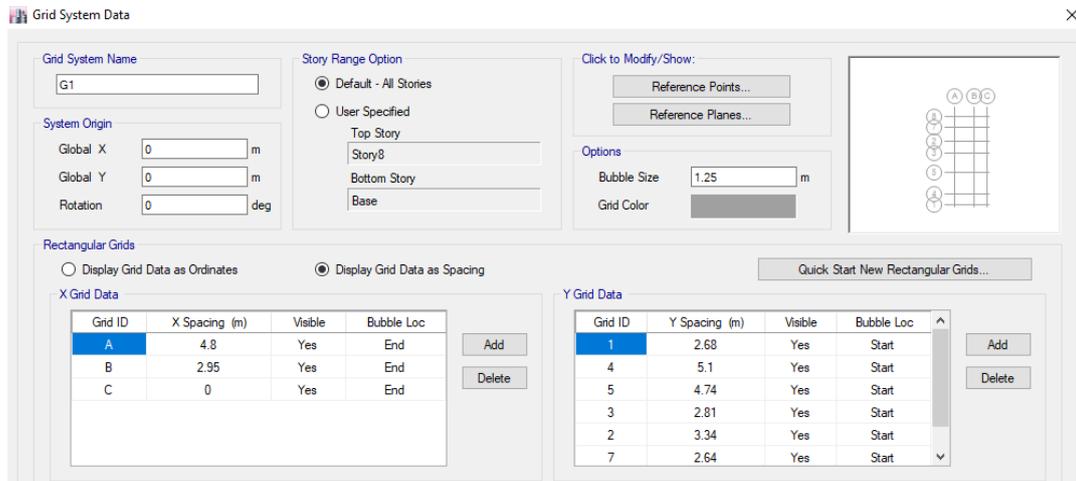


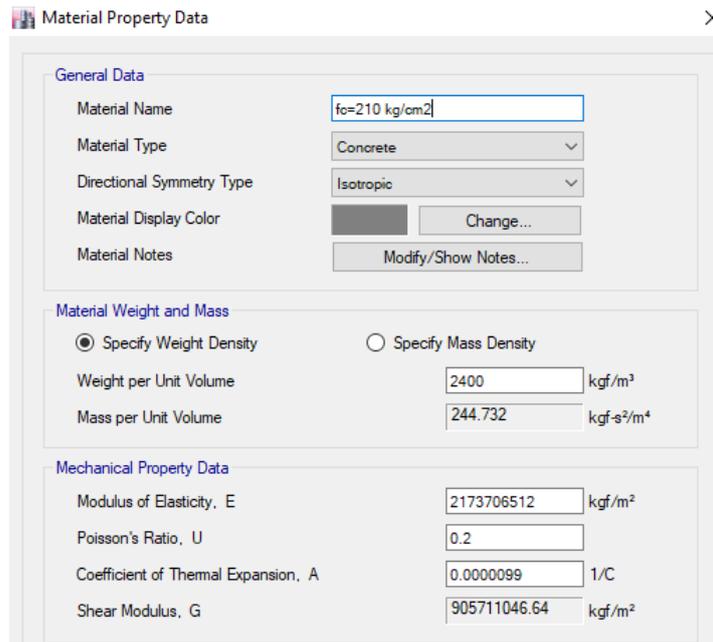
Figura 13. Grids en planta del modelamiento en ETABS 2016.

b) Definición de las alturas por piso.

	Story	Height m	Elevation m	Master Story	Similar To	Splice Story	Splice Height m	Story Color
▶	Story9	2.6	24	Yes	None	No	0	Blue
	Story8	2.6	21.4	Yes	None	No	0	Blue
	Story7	2.6	18.8	No	Story8	No	0	Green
	Story6	2.6	16.2	No	Story8	No	0	Cyan
	Story5	2.6	13.6	No	Story8	No	0	Red
	Story4	2.6	11	No	Story8	No	0	Magenta
	Story3	2.6	8.4	No	Story8	No	0	Yellow
	Story2	2.6	5.8	No	Story8	No	0	Grey
	Story1	3.2	3.2	No	Story8	No	0	Blue
	Base		0					Grey

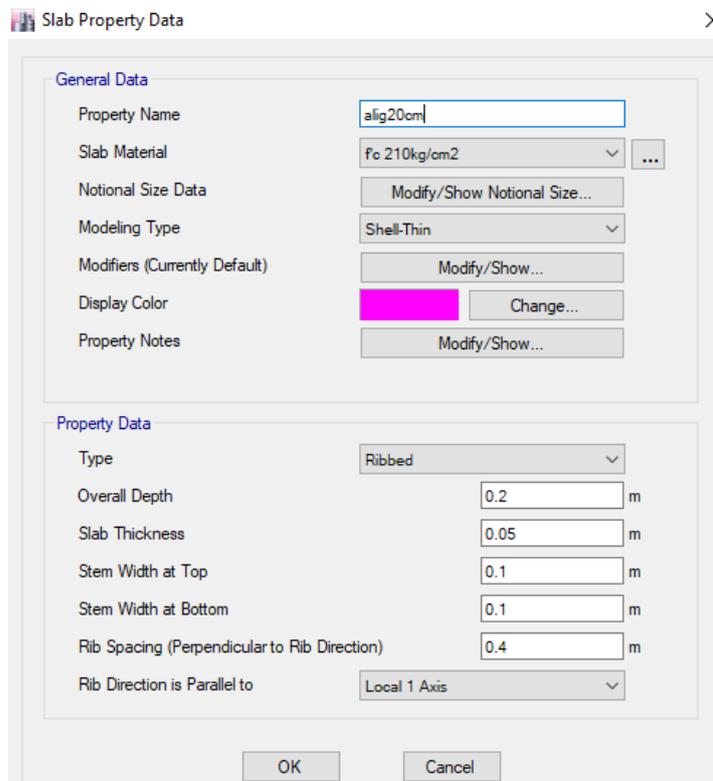
Figura 14. Altura de entresijos por cada nivel.

c) Asignación de las propiedades de los materiales.



The dialog box 'Material Property Data' is divided into three sections: General Data, Material Weight and Mass, and Mechanical Property Data. The General Data section includes fields for Material Name (fc=210 kg/cm2), Material Type (Concrete), Directional Symmetry Type (Isotropic), Material Display Color, and Material Notes. The Material Weight and Mass section has radio buttons for 'Specify Weight Density' (selected) and 'Specify Mass Density', with input fields for Weight per Unit Volume (2400 kgf/m³) and Mass per Unit Volume (244.732 kgf-s²/m⁴). The Mechanical Property Data section includes fields for Modulus of Elasticity, E (2173706512 kgf/m²), Poisson's Ratio, U (0.2), Coefficient of Thermal Expansion, A (0.0000099 1/C), and Shear Modulus, G (905711046.64 kgf/m²).

Figura 15. Propiedades mecánicas de los materiales.



The dialog box 'Slab Property Data' is divided into two sections: General Data and Property Data. The General Data section includes fields for Property Name (a1g20cm), Slab Material (Fc 210kg/cm2), Notional Size Data, Modeling Type (Shell-Thin), Modifiers (Currently Default), Display Color, and Property Notes. The Property Data section includes a dropdown for Type (Ribbed), and input fields for Overall Depth (0.2 m), Slab Thickness (0.05 m), Stem Width at Top (0.1 m), Stem Width at Bottom (0.1 m), Rib Spacing (Perpendicular to Rib Direction) (0.4 m), and Rib Direction is Parallel to (Local 1 Axis). The dialog box has OK and Cancel buttons at the bottom.

Figura 16. Definición de Losa Convencional.

Deck Property Data

General Data

Property Name: AD 730

Type: Filled

Slab Material: f_c 210kg/cm²

Deck Material: A36

Modeling Type: Membrane

Modifiers (Currently Default): Modify/Show...

Display Color: Change...

Property Notes: Modify/Show...

Property Data

Slab Depth, t_c : 0.075 m

Rib Depth, h_r : 0.075 m

Rib Width Top, w_{rt} : 0.199 m

Rib Width Bottom, w_{rb} : 0.117 m

Rib Spacing, s_r : 0.316 m

Deck Shear Thickness: 0.00075 m

Deck Unit Weight: 0.001 tonf/m²

Shear Stud Diameter: 0.019 m

Shear Stud Height, h_s : 0.15 m

Shear Stud Tensile Strength, F_u : 40788.65 tonf/m²

OK Cancel

Figura 17. Definición de Losa Colaborante.

3.1.7. Vista en planta

a) Losa convencional

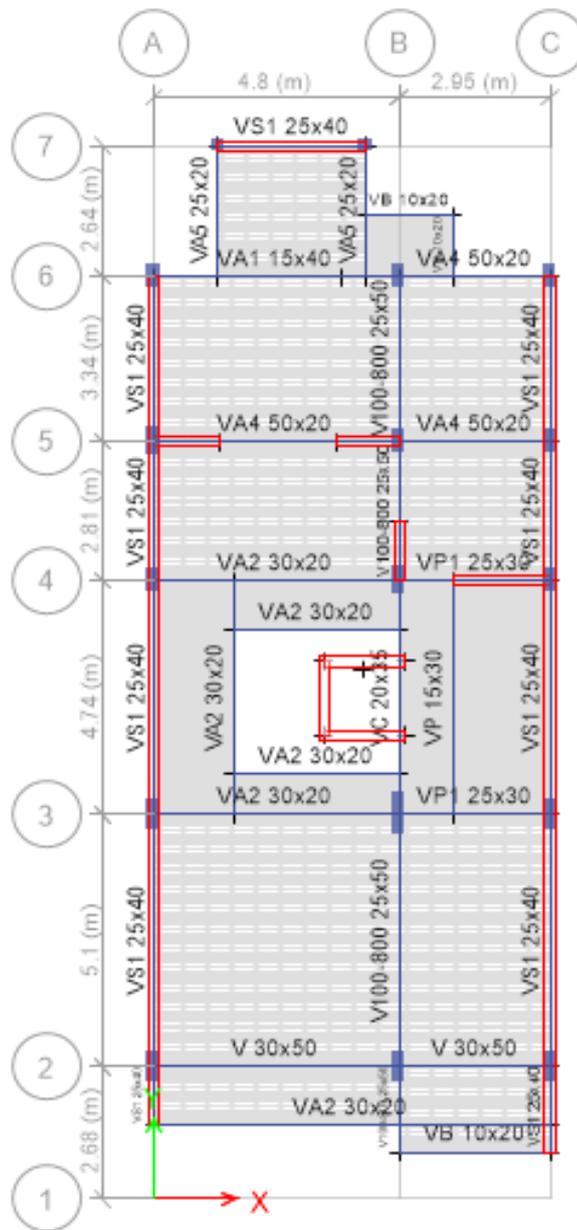


Figura 18. Vista en planta del modelamiento de la edificación con losa convencional.

b) Losa colaborante

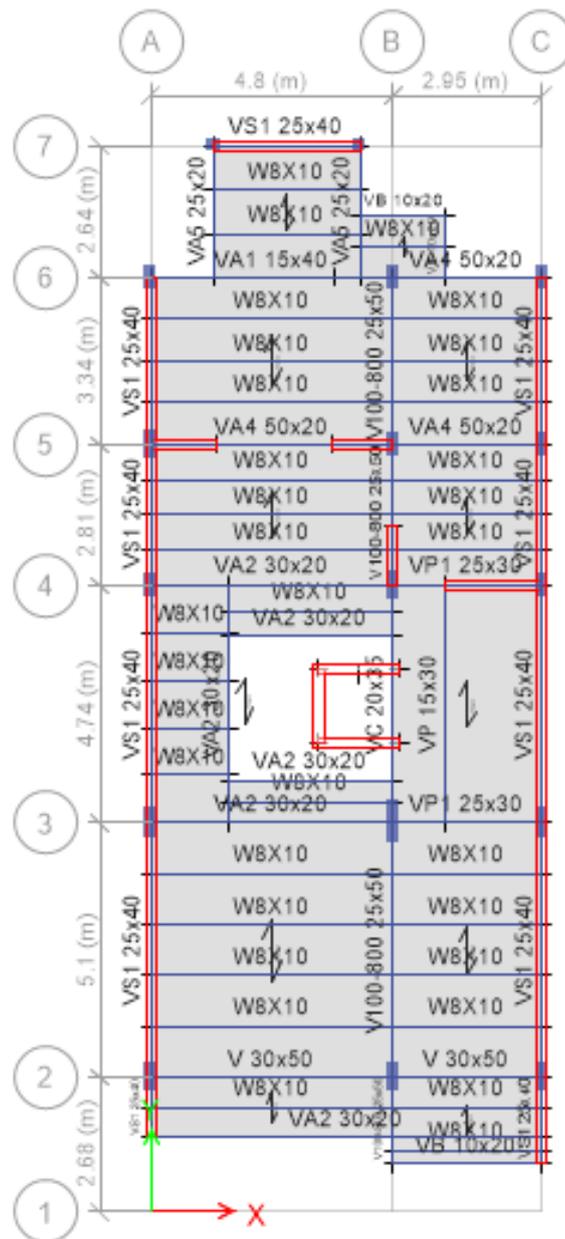


Figura 19. Vista en planta del modelamiento de la edificación con losa colaborante.

c) Vista en 3D

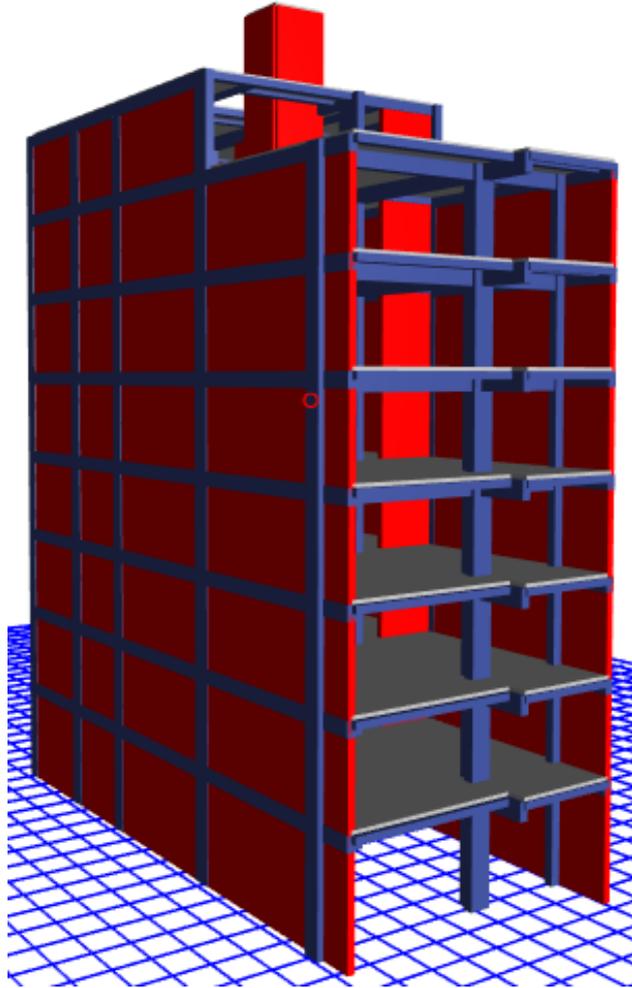


Figura 20. Vista en 3D del modelamiento de la edificación.

3.1.8. Distribución de cargas uniforme

D	=	Peso propio	=	Determinado por el programa
SD	=	Acabados + tabiquería	=	310 kg/cm ²
L	=	Departamento	=	200 kg/cm ²
LU	=	Ultimo piso	=	100 kg/cm ²

a) Losa convencional y Losa colaborante

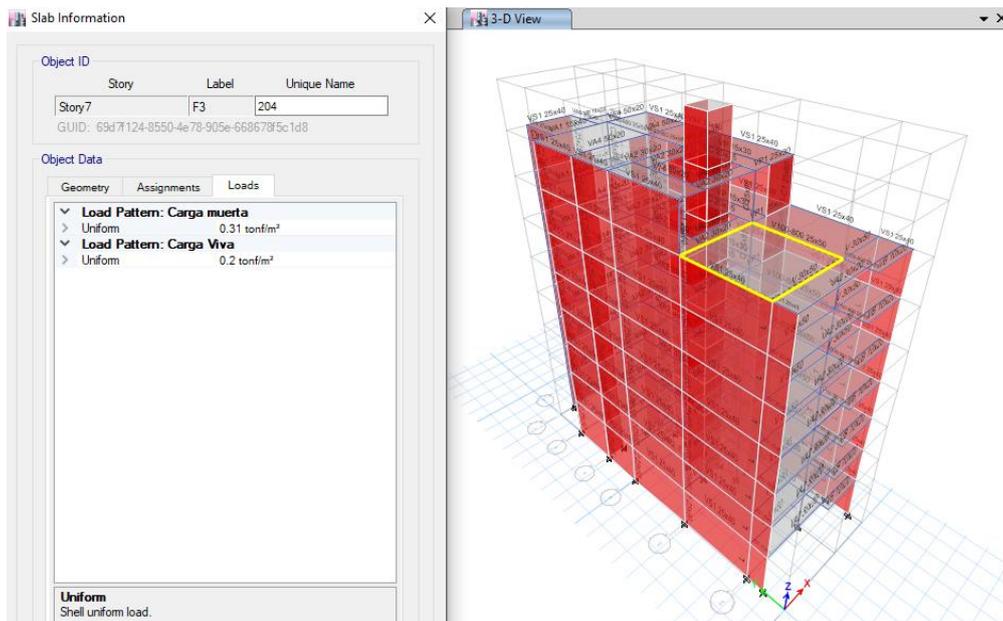


Figura 21. Distribución de carga viva y carga muerta por piso.

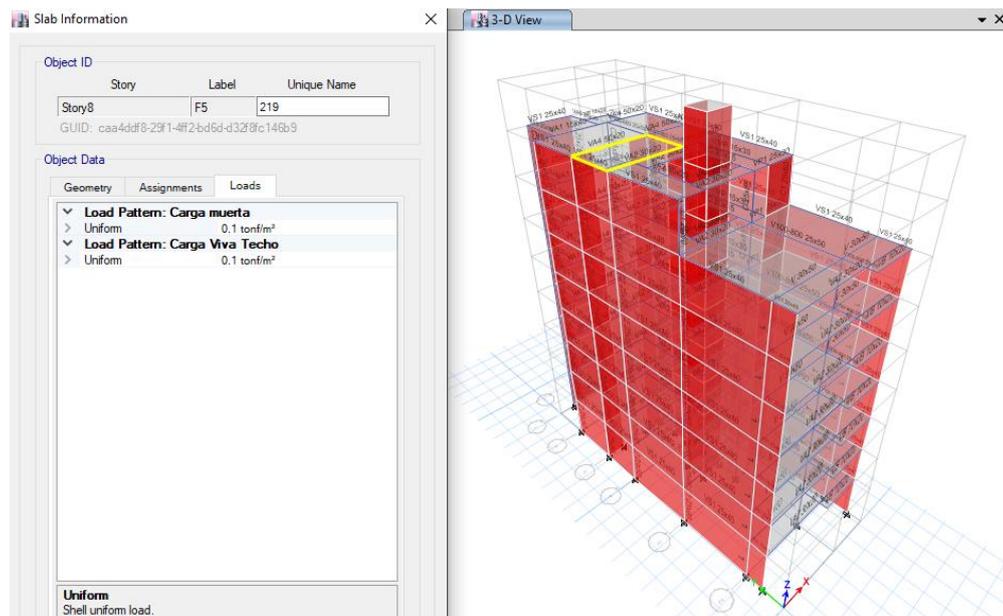


Figura 22. Distribución de carga viva de techo y carga muerta del último piso.

Para la carga viva de edificaciones de categoría “C” se considera solo el 25% según la norma e.030.

$$\text{Peso} = (\text{pero propio} + 0.25CV + CM + 0.25 CV\text{techo})$$

Mass Source Name: Pesos Sísmico

Mass Source

- Element Self Mass
- Additional Mass
- Specified Load Patterns
- Adjust Diaphragm Lateral Mass to Move Mass Centroid by:

This Ratio of Diaphragm Width in X Direction:

This Ratio of Diaphragm Width in Y Direction:

Mass Multipliers for Load Patterns

Load Pattern	Multiplier
Carga Muerta	1
Carga Viva	0.25
Carga Viva Techo	0.25

Mass Options

- Include Lateral Mass
- Include Vertical Mass
- Lump Lateral Mass at Story Levels

Buttons: OK, Cancel

Figura 23. Peso sísmico efectivo.

3.1.9. Desarrollo del análisis lineal estático

Mediante este análisis obtendremos los desplazamientos máximos y derivas de entrepiso de la edificación multifamiliar, y por ultimo contrastar los resultados con la norma E.030.

a) Parámetros sísmicos

Tabla 6. *Parámetros sísmicos*

ZONA:	Z4	ZONA 4
Z=	0.45	
Tipo de suelo:	S2	Suelos intermedios
S=	1.05	
Tp=	0.6	
Tl=	2	
U=	1	Edificacion comun
Factor de ductilidad		
Rx=	8.00	Porticos de concreto armado
Ry=	7.00	Sistema dual muros y porticos
Edificacion Irregular:	Si	
Rdx=	6.00	Correccion por irregularidad
Rdy=	5.25	Correccion por irregularidad

Fuente: Elaboración propia.

3.1.9.1. Losa convencional

b) Periodos modales

Tabla 7. *Periodos de vibración*

Case	Mode	Periodo (seg)
Analisis Modal	1	0.399
Analisis Modal	2	0.158
Analisis Modal	3	0.123
Analisis Modal	4	0.100
Analisis Modal	5	0.050
Analisis Modal	6	0.049
Analisis Modal	7	0.045
Analisis Modal	8	0.038
Analisis Modal	9	0.030
Analisis Modal	10	0.026
Analisis Modal	11	0.025
Analisis Modal	12	0.024

Fuente: Elaboración propia.

c) Distribución de masas por piso

Pesos por cada nivel de las Edificaciones

Centers of Mass and Rigidity

Centers of Mass and Rigidity

Story	Diaphragm	Mass X tonf-s ² /m	Mass Y tonf-s ² /m	XCM m	YCM m	Cumulative X tonf-s ² /m	Cumulative Y tonf-s ² /m	XCCM m	YCCM m
Story1	D1	20.78889	20.78889	4.0773	10.724	20.78889	20.78889	4.0773	10.724
Story2	D2	19.78374	19.78374	4.0695	10.7165	19.78374	19.78374	4.0695	10.7165
Story3	D3	19.78374	19.78374	4.0695	10.7165	19.78374	19.78374	4.0695	10.7165
Story4	D4	19.78374	19.78374	4.0695	10.7165	19.78374	19.78374	4.0695	10.7165
Story5	D5	19.78374	19.78374	4.0695	10.7165	19.78374	19.78374	4.0695	10.7165
Story6	D6	19.78374	19.78374	4.0695	10.7165	19.78374	19.78374	4.0695	10.7165
Story7	D7	18.42968	18.42968	4.0357	11.2248	18.42968	18.42968	4.0357	11.2248
Story8	D8	8.61774	8.61774	4.0632	13.7481	8.61774	8.61774	4.0632	13.7481
Story9	D9	0.41653	0.41653	3.9417	10.13	0.41653	0.41653	3.9417	10.13

Figura 24. Peso por cada nivel de la estructura de losa convencional.

d) Cortante basal estático

Se expresa con la siguiente formula:

$$V = \frac{ZUCS}{R} * Pt \quad (1.9)$$

Para el eje X:

Tabla 8. Valores de ZUCS/R en eje "X"

Z	0.45
U	1
C	2.5
S	1.05
R	6

PT 1442.28

Fuente: Elaboración propia.

Entonces:

$$V = 255.55$$

Para el eje Y:

Tabla 9. Valores de ZUCS/R en eje "Y"

Z	0.45
U	1
C	2.5
S	1.05
R	5.25

PT 1442.28

Fuente: Elaboración propia.

Entonces:

$$V = 292.06$$

e) Derivas de entrepiso

Como se sabe la deriva es el desplazamiento lateral de entrepiso, y la norma e.030 establece que para edificaciones de concreto armado la deriva no debe exceder al 0.007.

Tabla 10. Desplazamientos en ambas direcciones

Story Drifts								
1 de 27 Reload Apply								
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m	
Story9	SDX Max	X	0.002448	12	4.925	9.38	24	
Story9	SDY Max	X	0.000141	52	4.925	10.88	24	
Story9	SDY Max	Y	0.000905	12	4.925	9.38	24	
Story8	SDX Max	X	0.002553	17	5.85	7.78	21.4	
Story8	SDY Max	X	0.000131	2	4.15	21.31	21.4	
Story8	SDY Max	Y	0.000301	15	3.325	9.38	21.4	
Story7	SDX Max	X	0.002994	19	7.75	0.95	18.8	
Story7	SDY Max	X	0.000174	19	7.75	0.95	18.8	
Story7	SDY Max	Y	0.000246	15	3.325	9.38	18.8	
Story6	SDX Max	X	0.003155	19	7.75	0.95	16.2	
Story6	SDY Max	X	0.000196	19	7.75	0.95	16.2	
Story6	SDY Max	Y	0.00025	19	7.75	0.95	16.2	
Story5	SDX Max	X	0.00321	19	7.75	0.95	13.6	
Story5	SDY Max	X	0.000216	19	7.75	0.95	13.6	
Story5	SDY Max	Y	0.000276	19	7.75	0.95	13.6	
Story4	SDX Max	X	0.003107	19	7.75	0.95	11	
Story4	SDY Max	X	0.00023	19	7.75	0.95	11	
Story4	SDY Max	Y	0.00029	19	7.75	0.95	11	
Story3	SDX Max	X	0.002798	2	4.15	21.31	8.4	
Story3	SDY Max	X	0.000232	19	7.75	0.95	8.4	
Story3	SDY Max	Y	0.000289	19	7.75	0.95	8.4	
Story2	SDX Max	X	0.002267	2	4.15	21.31	5.8	
Story2	SDY Max	X	0.000218	19	7.75	0.95	5.8	
Story2	SDY Max	Y	0.000273	19	7.75	0.95	5.8	
Story1	SDX Max	X	0.001074	19	7.75	0.95	3.2	
Story1	SDY Max	X	0.000155	19	7.75	0.95	3.2	
Story1	SDY Max	Y	0.000211	32	7.75	2.68	3.2	

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa las distorsiones máximas que se presenta en la edificación multifamiliar son menores a 0.007 conforme a la norma E.030.

Tabla 11. Desplazamientos de masa

Diaphragm Center of Mass Displacements

1 de 18 Reload Apply Diaphragm Center of Mass Displacements

	Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX cm	UY cm	RZ rad	Point	X cm
▶	Story9	D9	SDX Max	5.9049	0.1149	0.000348	1	394.169
	Story9	D9	SDY Max	0.1254	0.6234	0.000645	1	394.169
	Story8	D8	SDX Max	5.2213	0.1146	0.000325	2	406.322
	Story8	D8	SDY Max	0.1307	0.466	0.000372	2	406.322
	Story7	D7	SDX Max	4.6002	0.0965	0.000266	3	403.571
	Story7	D7	SDY Max	0.0831	0.4196	0.000341	3	403.571
	Story6	D6	SDX Max	3.9012	0.0776	0.000205	4	406.949
	Story6	D6	SDY Max	0.0741	0.3678	0.000303	4	406.949
	Story5	D5	SDX Max	3.1387	0.06	0.000155	5	406.949
	Story5	D5	SDY Max	0.0605	0.3091	0.000258	5	406.949
	Story4	D4	SDX Max	2.3518	0.043	0.000119	6	406.949
	Story4	D4	SDY Max	0.0472	0.2456	0.000207	6	406.949
	Story3	D3	SDX Max	1.5807	0.0272	9E-05	17	406.949
	Story3	D3	SDY Max	0.0342	0.1802	0.000152	17	406.949
	Story2	D2	SDX Max	0.8811	0.014	5.8E-05	32	406.949
	Story2	D2	SDY Max	0.0215	0.1162	9.6E-05	32	406.949
	Story1	D1	SDX Max	0.3247	0.0048	2.5E-05	329	407.729
	Story1	D1	SDY Max	0.0099	0.0566	4.4E-05	329	407.729

Fuente: Elaboración propia.

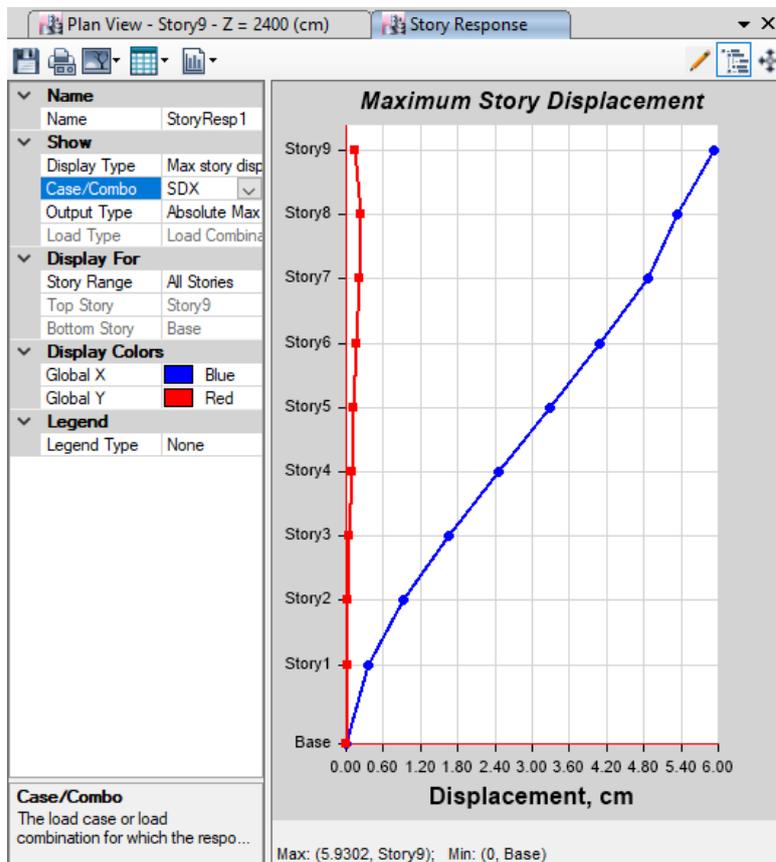


Figura 25. Desplazamientos máximos en "X".

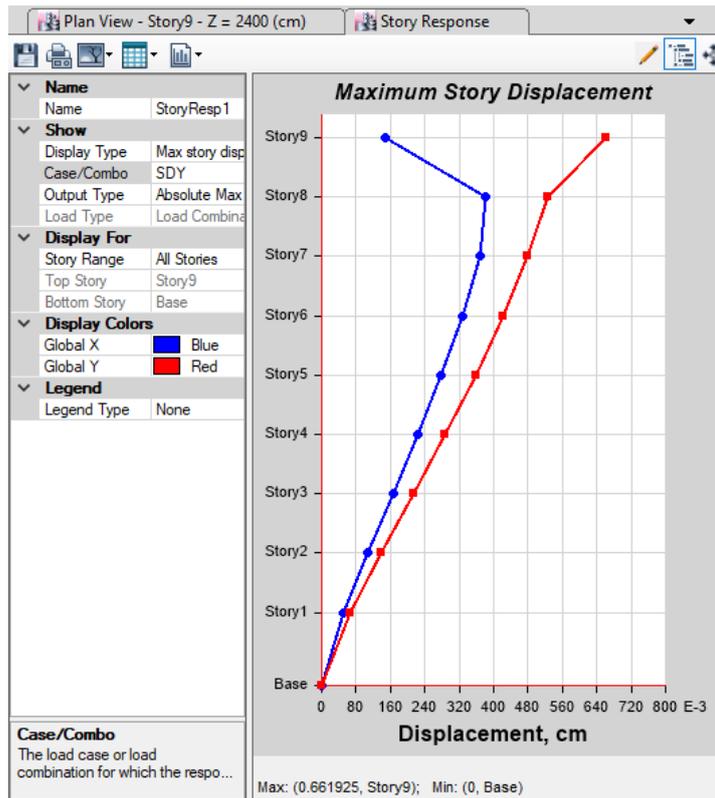


Figura 26. Desplazamientos máximos en "Y".

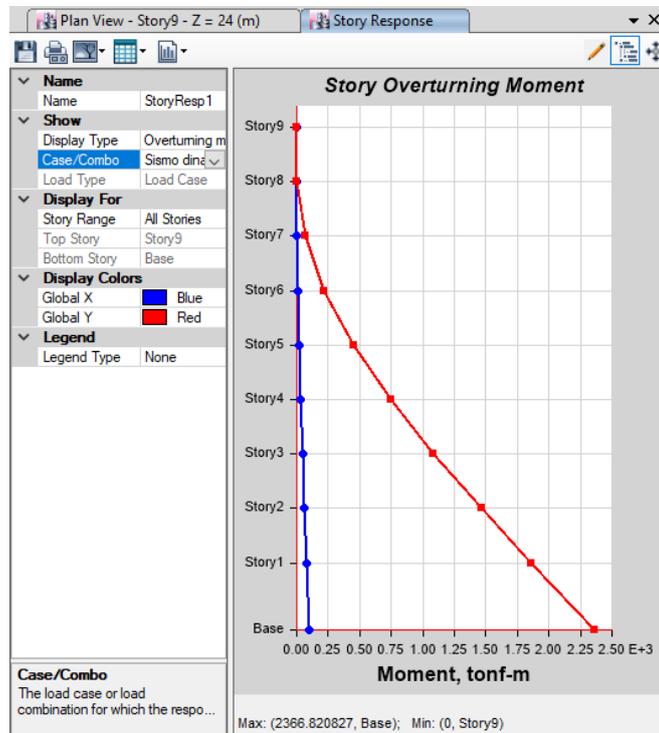


Figura 27. Momento máximo en "X".

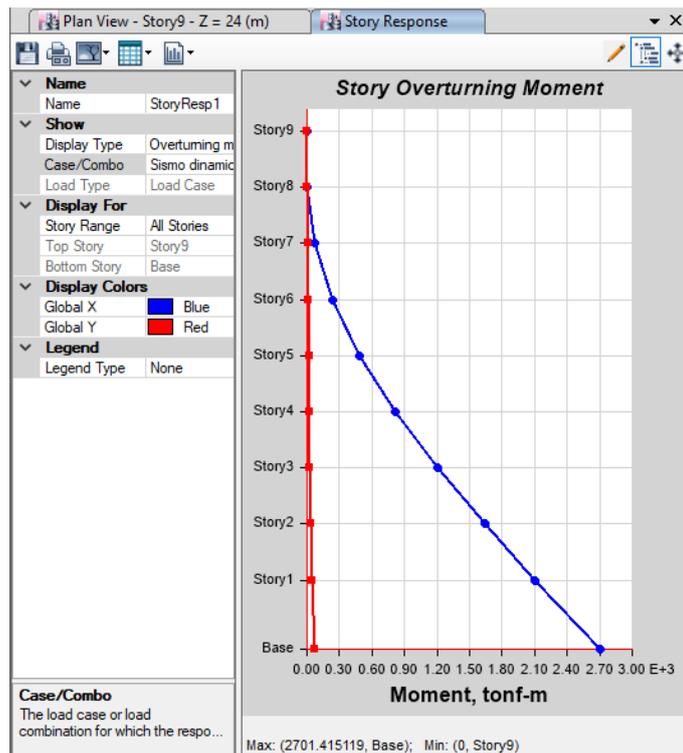


Figura 28. Momento máximo en "Y".

3.1.9.2. Losa Colaborante

a) Periodos modales

Tabla 12. Periodos de vibración

Case	Mode	Periododo (seg)
Analisis Modal	1	0.393
Analisis Modal	2	0.146
Analisis Modal	3	0.108
Analisis Modal	4	0.094
Analisis Modal	5	0.050
Analisis Modal	6	0.045
Analisis Modal	7	0.041
Analisis Modal	8	0.033
Analisis Modal	9	0.027
Analisis Modal	10	0.026
Analisis Modal	11	0.024
Analisis Modal	12	0.023

Fuente: Elaboración propia.

b) Distribución de masas por piso

Pesos por cada nivel de las Edificaciones

Centers of Mass and Rigidity

1 de 9 | Reload Apply

	Story	Diaphragm	Mass X tonf-s ² /m	Mass Y tonf-s ² /m	XCM m	YCM m	Cumulative X tonf-s ² /m	Cumulative Y tonf-s ² /m	XCCM m	YCCM m
▶	Story1	D1	15.85815	15.85815	4.1176	10.7304	15.85815	15.85815	4.1176	10.7304
	Story2	D2	14.853	14.853	4.1099	10.7209	14.853	14.853	4.1099	10.7209
	Story3	D3	14.853	14.853	4.1099	10.7209	14.853	14.853	4.1099	10.7209
	Story4	D4	14.853	14.853	4.1099	10.7209	14.853	14.853	4.1099	10.7209
	Story5	D5	14.853	14.853	4.1099	10.7209	14.853	14.853	4.1099	10.7209
	Story6	D6	14.853	14.853	4.1099	10.7209	14.853	14.853	4.1099	10.7209
	Story7	D7	13.49894	13.49894	4.0679	11.4153	13.49894	13.49894	4.0679	11.4153
	Story8	D8	7.02604	7.02604	3.993	14.0323	7.02604	7.02604	3.993	14.0323
	Story9	D9	0.36323	0.36323	3.9176	10.12	0.36323	0.36323	3.9176	10.12

Figura 29. Peso por cada nivel de la estructura de losa colaborante.

c) Cortante basal estático

Se manifiesta con la siguiente expresión:

$$V = \frac{ZUCS}{R} * Pt \quad (1.10)$$

Para el eje X:

Tabla 13. Valores de ZUCS/R en eje "X"

Z	0.45
U	1
C	2.5
S	1.05
R	6
PT	1087.91

Fuente: Elaboración propia.

Entonces:

$$V = 192.76$$

Para el eje Y:

Tabla 14. Valores de ZUCS/R en eje "Y"

Z	0.45
U	1
C	2.5
S	1.05
R	5.25
PT	1087.91

Fuente: Elaboración propia.

Entonces:

$$V = 220.30$$

d) Derivas de entrepiso

Como se sabe la deriva es el desplazamiento lateral de entrepiso, y la norma e.030 establece que para edificaciones de concreto armado la deriva no debe exceder al 0.007.

Tabla 15. Desplazamientos en ambas direcciones

Story Drifts								
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m	
Story9	SDX Max	X	0.002692	12	4.925	9.38	24	
Story9	SDY Max	X	0.000179	26	4.925	10.86	24	
Story9	SDY Max	Y	0.000888	12	4.925	9.38	24	
Story8	SDX Max	X	0.002714	17	5.85	7.78	21.4	
Story8	SDY Max	X	0.000127	2	4.15	21.31	21.4	
Story8	SDY Max	Y	0.000264	15	3.325	9.38	21.4	
Story7	SDX Max	X	0.002927	19	7.75	0.95	18.8	
Story7	SDY Max	X	0.000141	19	7.75	0.95	18.8	
Story7	SDY Max	Y	0.000207	15	3.325	9.38	18.8	
Story6	SDX Max	X	0.003017	19	7.75	0.95	16.2	
Story6	SDY Max	X	0.000151	2	4.15	21.31	16.2	
Story6	SDY Max	Y	0.000201	15	3.325	9.38	16.2	
Story5	SDX Max	X	0.003038	2	4.15	21.31	13.6	
Story5	SDY Max	X	0.000159	19	7.75	0.95	13.6	
Story5	SDY Max	Y	0.000212	19	7.75	0.95	13.6	
Story4	SDX Max	X	0.002952	2	4.15	21.31	11	
Story4	SDY Max	X	0.000167	19	7.75	0.95	11	
Story4	SDY Max	Y	0.000221	19	7.75	0.95	11	
Story3	SDX Max	X	0.002655	2	4.15	21.31	8.4	
Story3	SDY Max	X	0.000171	19	7.75	0.95	8.4	
Story3	SDY Max	Y	0.00022	19	7.75	0.95	8.4	
Story2	SDX Max	X	0.002087	2	4.15	21.31	5.8	
Story2	SDY Max	X	0.000163	19	7.75	0.95	5.8	
Story2	SDY Max	Y	0.000207	19	7.75	0.95	5.8	
Story1	SDX Max	X	0.000949	2	4.15	21.31	3.2	
Story1	SDY Max	X	0.000115	19	7.75	0.95	3.2	
Story1	SDY Max	Y	0.000159	32	7.75	2.68	3.2	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16. Desplazamientos de masa

Diaphragm Center of Mass Displacements

1 de 18 Reload Apply Diaphragm Center of Mass Displacements

	Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX cm	UY cm	RZ rad	Point	X cm
▶	Story9	D9	SDX Max	5.8124	0.1208	0.000261	182	391.759
	Story9	D9	SDY Max	0.1305	0.5228	0.000632	182	391.759
	Story8	D8	SDX Max	5.1405	0.12	0.000202	191	399.298
	Story8	D8	SDY Max	0.1314	0.3633	0.00026	191	399.298
	Story7	D7	SDX Max	4.4177	0.1	0.000192	200	406.789
	Story7	D7	SDY Max	0.0863	0.3261	0.000237	200	406.789
	Story6	D6	SDX Max	3.6919	0.0804	0.000181	283	410.995
	Story6	D6	SDY Max	0.0748	0.2853	0.00021	283	410.995
	Story5	D5	SDX Max	2.9332	0.0617	0.000163	290	410.995
	Story5	D5	SDY Max	0.0618	0.2393	0.000178	290	410.995
	Story4	D4	SDX Max	2.1685	0.0439	0.000136	298	410.995
	Story4	D4	SDY Max	0.0499	0.1897	0.000142	298	410.995
	Story3	D3	SDX Max	1.436	0.0277	0.000101	306	410.995
	Story3	D3	SDY Max	0.0375	0.139	0.000104	306	410.995
	Story2	D2	SDX Max	0.7859	0.0143	6.2E-05	313	410.995
	Story2	D2	SDY Max	0.0241	0.0894	6.6E-05	313	410.995
	Story1	D1	SDX Max	0.2826	0.005	2.4E-05	329	411.761
	Story1	D1	SDY Max	0.0107	0.0435	3E-05	329	411.761

Fuente: Elaboración propia.

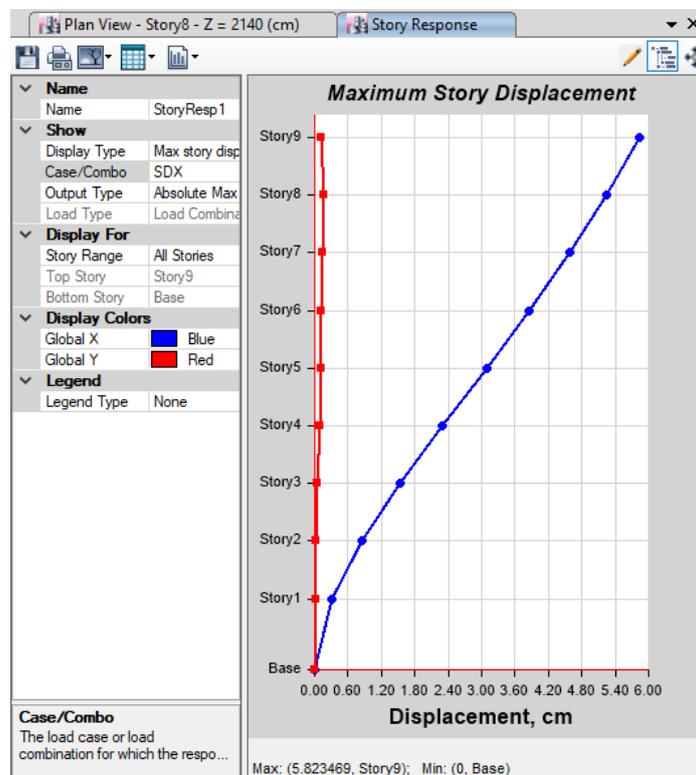


Figura 30. Desplazamientos máximos en "X".

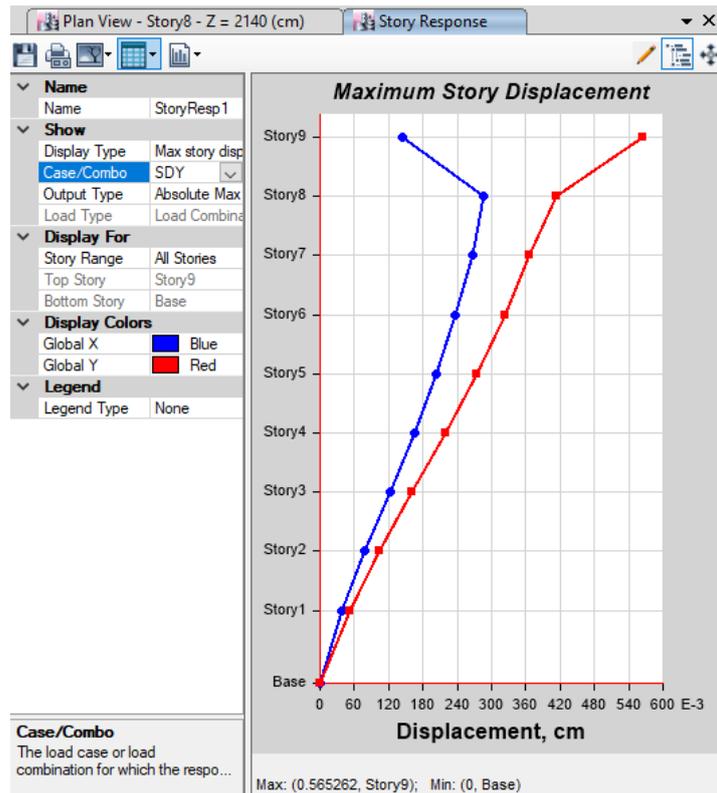


Figura 31. Desplazamientos máximos en "Y".

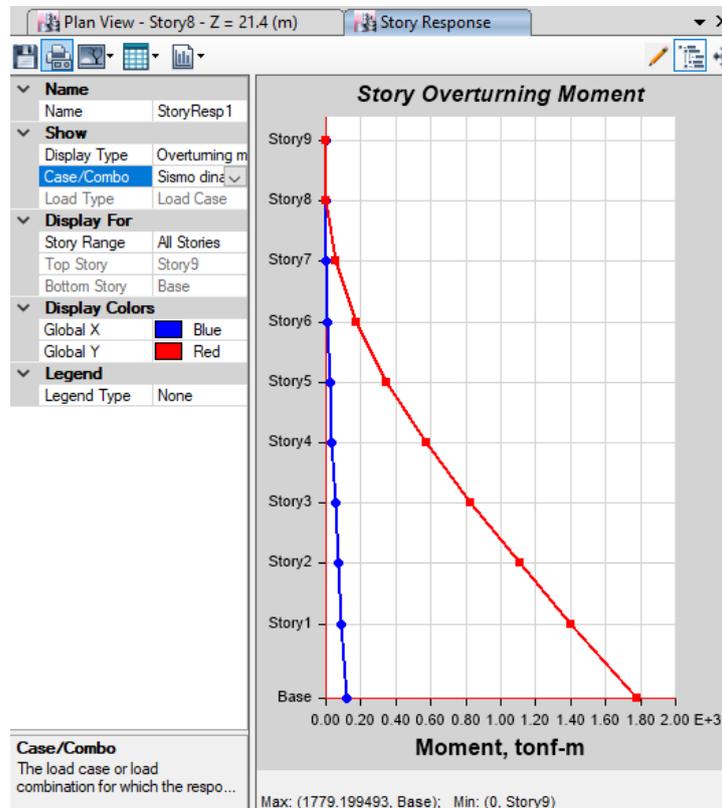


Figura 32. Momento máximo en "X".

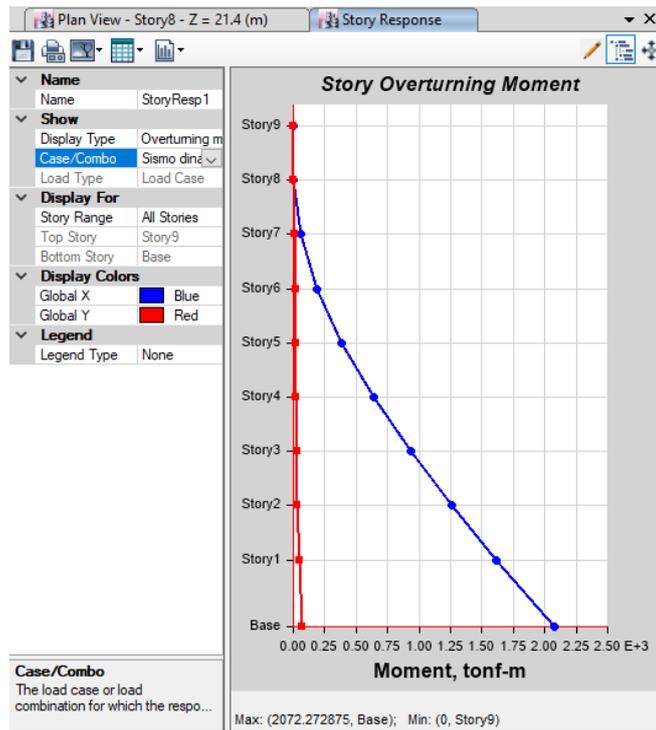


Figura 33. Momento máximo en "Y".

3.1.10. Desarrollo del análisis lineal dinámico

Se utilizó un espectro de diseño y se aplicó sismos en ambas direcciones para descubrir la cortante basal dinámica.

a) Espectro de diseño para losa convencional y losa colaborante.

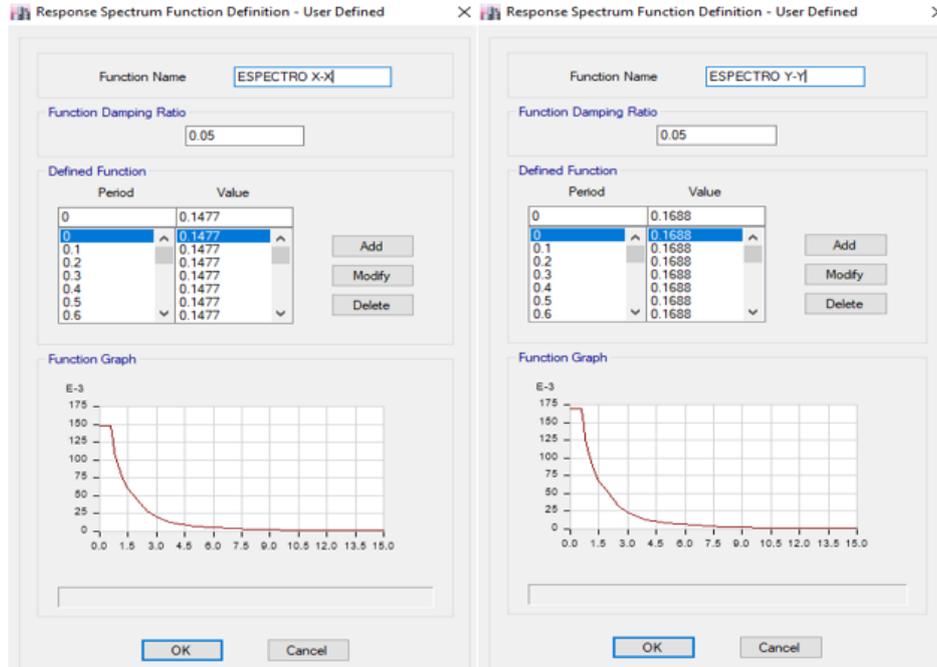


Figura 34. Espectro de diseño en el eje "X" y el eje "Y".

3.1.10.1. Losa convencional

a) Cortante dinámico

Tabla 17. Cortante dinámico en ambas direcciones "X", "Y"

Story	Load Case/Combo	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf	T tonf-m	MX tonf-m	MY tonf-m
Story1	Sismo dinamico x...	Bottom	0	162.1884	7.1701	1969.7025	101.8573	2366.8208
Story1	Sismo dinamico y...	Bottom	0	8.1944	190.4954	1046.6898	2701.4151	70.6263

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se muestra la contribución de cada modo a las fuerzas cortantes en la base. Los cortantes en la base obtenidos del análisis dinámico deben resultar mayores que 90% en ambas direcciones de los correspondientes cortantes estáticos.

Tabla 18. Cortante estático en los ejes "X" y "Y"

Dir	Z	U	C	S	R	P (Tn)	0.9 V(Tn)
X	0.45	1	2.5	1.05	6.00	1,442.28	255.55
Y	0.45	1	2.5	1.05	5.25	1,442.28	292.06

Fuente: Elaboración propia.

Cortante X

0.9 Cortante estatico: $\frac{255.55}{162.19}$ tn 1.58 < 1
 Cortante espectral: 162.19 Tn Amplificar Espectral

Cortante Y

0.9 Cortante estatico: $\frac{292.06}{190.50}$ tn 1.53 < 1
 Cortante espectral: 190.50 Tn Amplificar Espectral

Del análisis dinámico se obtiene que la cortante en el eje “X” y eje “Y” arrojaron un valor menor al 90% del cortante estático. Por lo tanto, se tiene que escalar como se observa en el eje “X” se escalara con 1.58 y en el eje “Y” se escalara con 1.53 para que pueda cumplir con los valores indicados por la norma E.030.

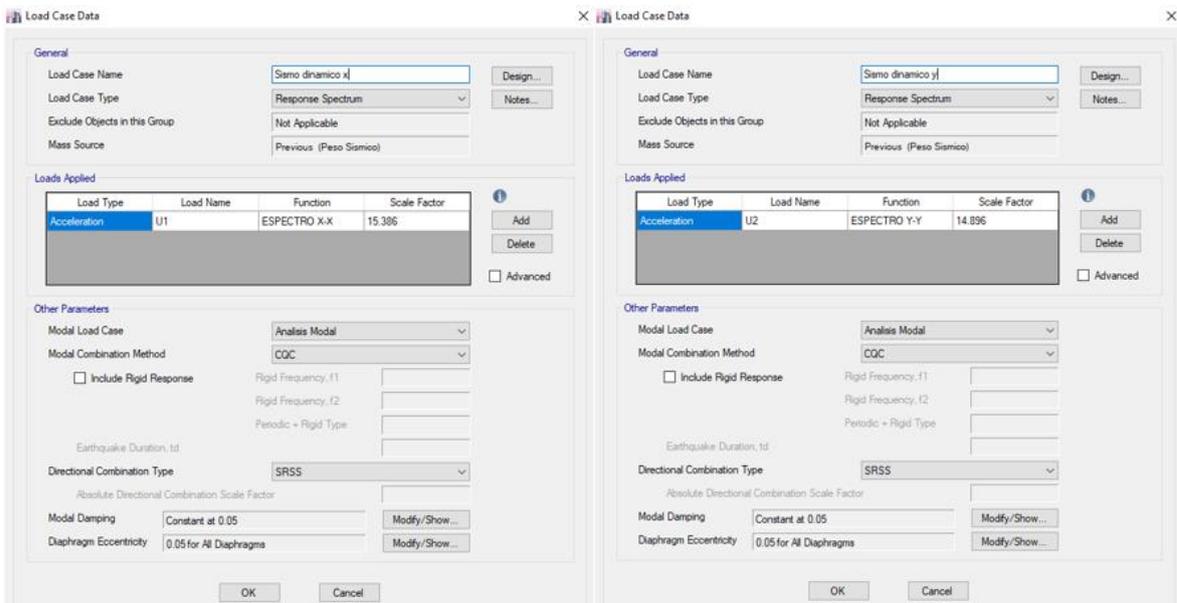


Figura 35. Factor de escala para el eje "X" y el eje "Y".

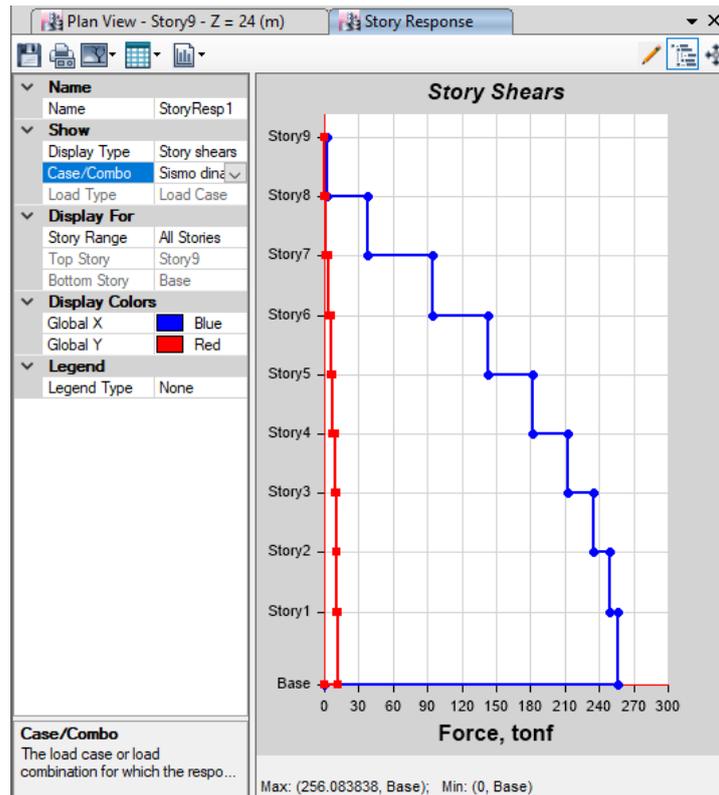


Figura 36. Cortante máxima en "X".

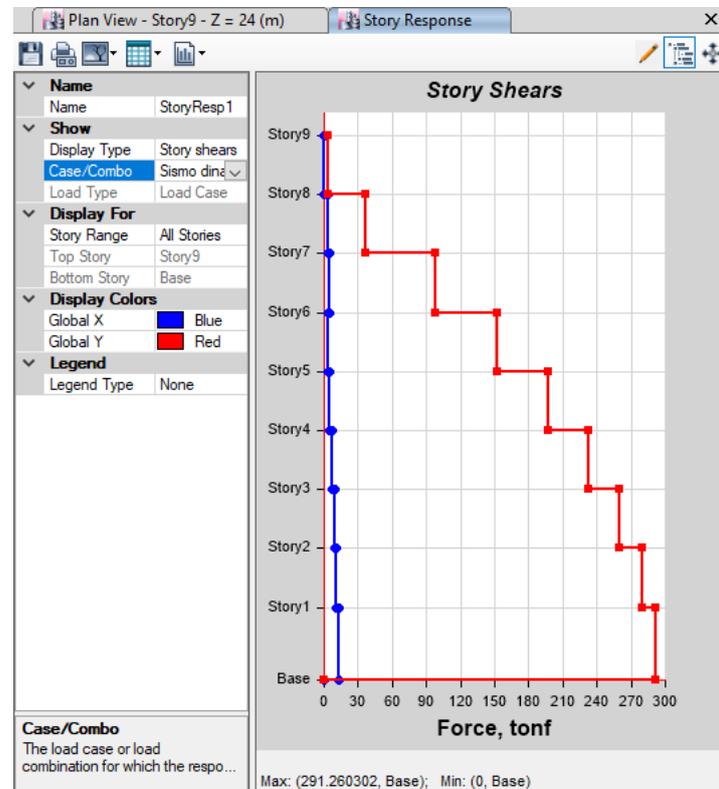


Figura 37. Cortante máxima en "Y".

3.1.10.2. Losa Colaborante

a) Cortante dinámico

Tabla 19. Cortante dinámico en ambas direcciones "X", "Y"

Story	Load Case/Combo	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf	T tonf-m	MX tonf-m
Story1	Sismo dinamico x...	Bottom	0	120.8476	8.0075	1495.6859	115.5753
Story1	Sismo dinamico y...	Bottom	0	9.1514	145.4299	753.6229	2072.2729

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se lista la contribución de cada modo a las fuerzas cortantes en la base. Los cortantes en la base obtenidos del análisis dinámico deben resultar mayores que 90% en ambas direcciones de los correspondientes cortantes estáticos.

Tabla 20. Cortante estático en los ejes "X" y "Y"

Dir	Z	U	C	S	R	P (Tn)	0.9 V(Tn)
X	0.45	1	2.5	1.05	6.00	1,087.91	192.76
Y	0.45	1	2.5	1.05	5.25	1,087.91	220.30

Fuente: Elaboración propia.

Cortante X

0.9 Cortante estatico: $\frac{192.76}{120.85}$ tn Tn 1.60 < 1
 Cortante espectral: Amplificar Espectral

Cortante Y

0.9 Cortante estatico: $\frac{220.30}{145.43}$ tn Tn 1.51 < 1
 Cortante espectral: Amplificar Espectral

Del análisis dinámico se obtiene que la cortante en el eje "X" y eje "Y" arrojaron un valor menor al 90% del cortante estático. Por lo tanto, se tiene que escalar como se observa en el eje "X" se escalara con 1.60 y en el eje "Y" se escalara con 1.51 para que pueda cumplir con los valores indicados por la norma E.030.

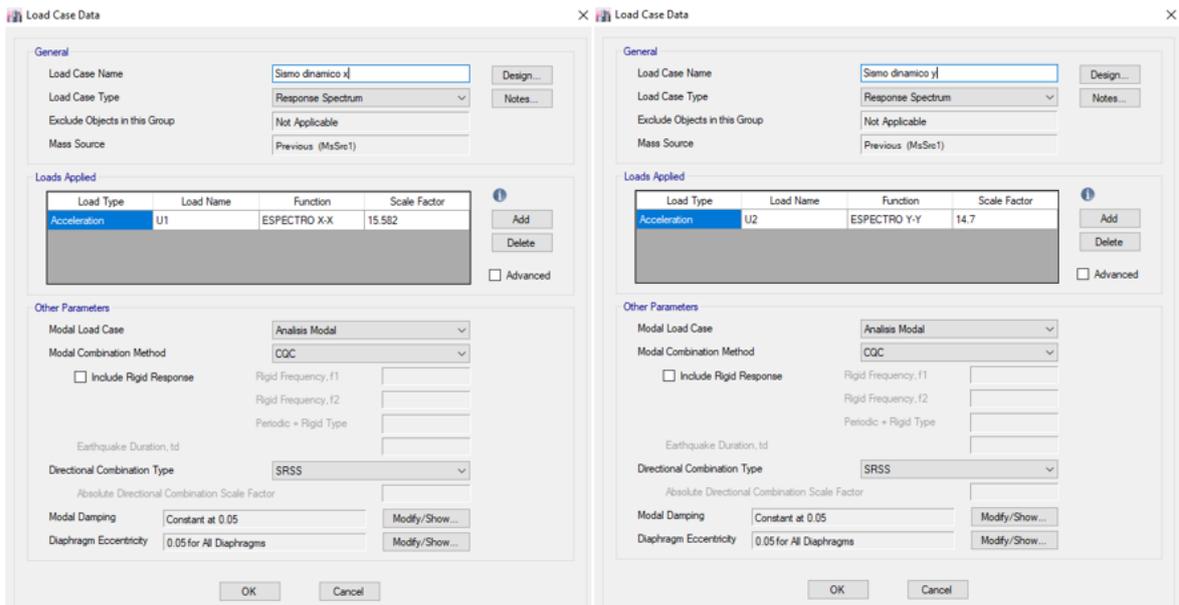


Figura 38. Factor de escala para el eje "X" y el eje "Y".

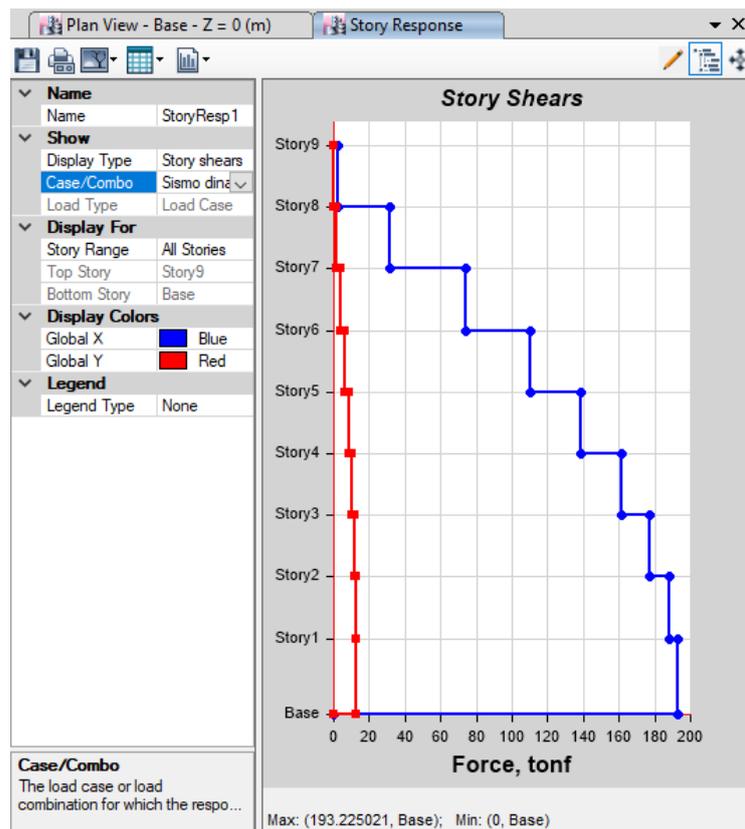


Figura 39. Cortante máxima en "X".

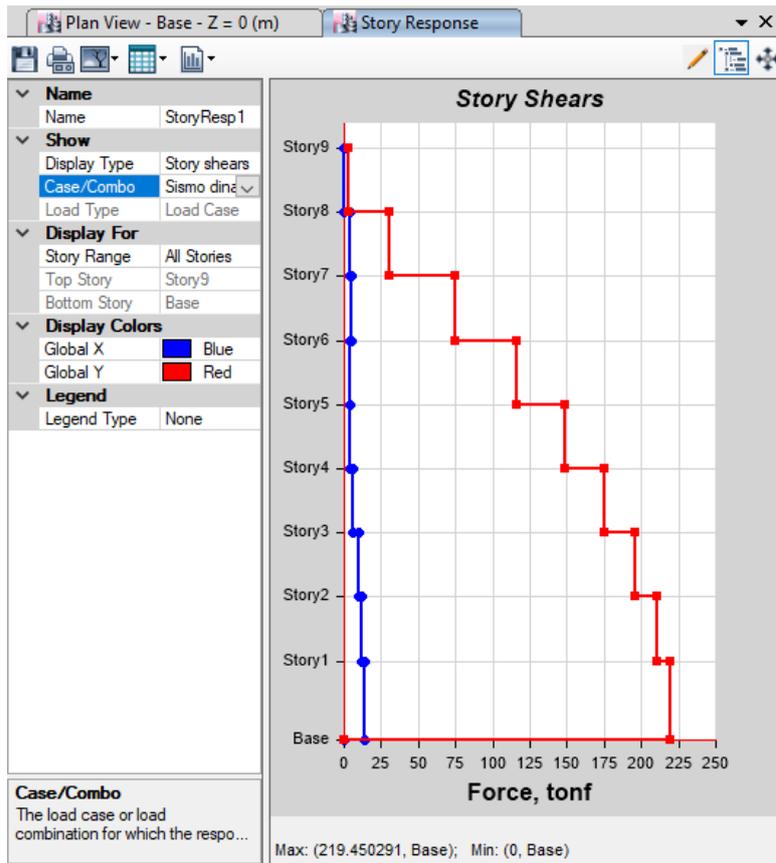


Figura 40. Cortante máxima en "Y".

3.2. Análisis e interpretación de resultados

Después de haber realizado el modelamiento de la estructura, y realizar un análisis lineal estático y dinámico con la finalidad de encontrar los desplazamientos máximos de cada estructura, determinar las máximas distorsiones y que cumplan con la norma E.030, hallar la fuerza cortante y momento flector, se procedió a la interpretación de los datos obtenidos.

3.2.1. Desplazamientos

a) Losa convencional



Figura 41. Desplazamientos máximos en el eje "X".

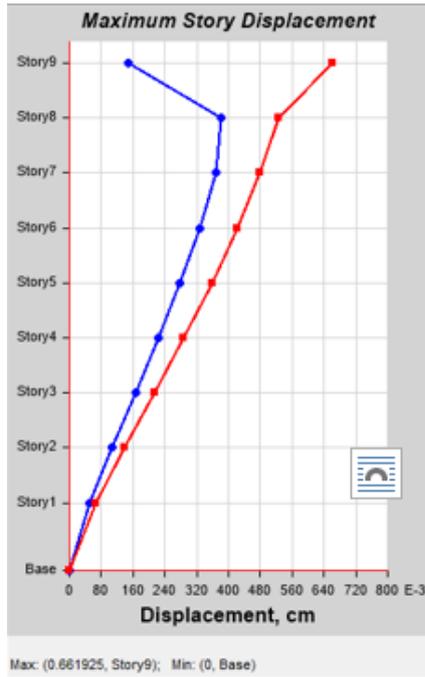


Figura 42. Desplazamientos máximos en el eje "Y".

b) Losa colaborante

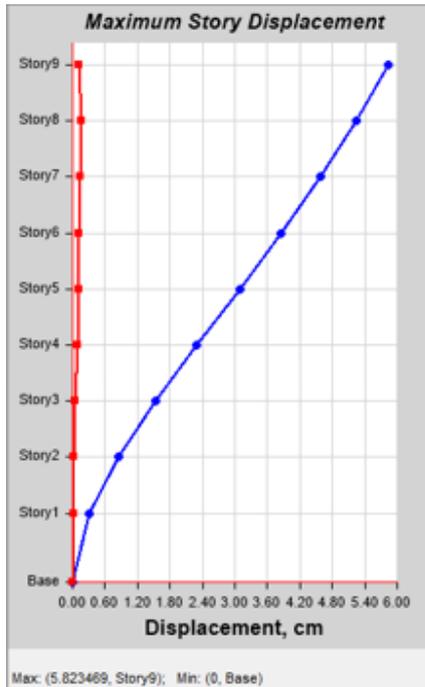


Figura 43. Desplazamientos máximos en el eje "X".

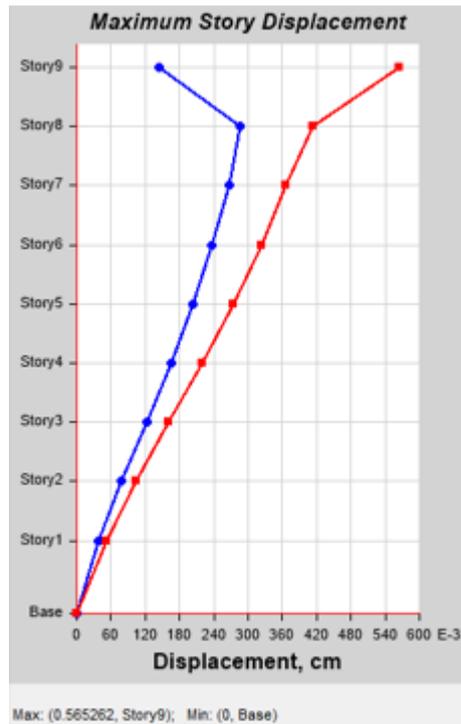


Figura 44. Desplazamientos máximos en el eje "Y".

Tabla 21. Desplazamientos y % de reducción en dirección "X"

Desplazamientos eje "X"		
Modelos	L. Convencional	L. Colaborante
cm	5.93	5.82
% de reducción con respecto a la L. convencional		
%		98.15

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22. Desplazamientos y % de reducción en dirección "Y"

Desplazamientos eje "Y"		
Modelos	L. Convencional	L. Colaborante
cm	0.66	0.56
% de reducción con respecto a la L. convencional		
%		84.85

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que la losa colaborante tiene menores desplazamientos que la losa convencional en ambas direcciones, siendo estos $5.82\text{cm} < 5.93\text{cm}$ en el eje "X", mientras que para el eje "Y" los desplazamientos fueron $0.56\text{cm} < 0.66\text{cm}$. Entonces como se observa la losa colaborante disminuyó su desplazamiento en 98.15% en el eje "X", mientras que para el eje "Y" disminuyó en 84.85%.

3.2.1.1. Distorsiones

a) Losa convencional

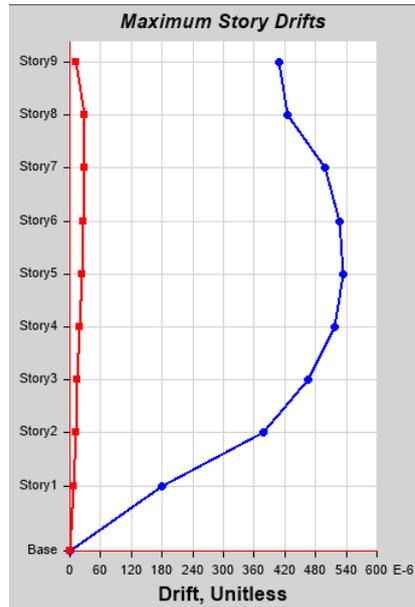


Figura 45. Máximas distorsiones de la losa convencional.

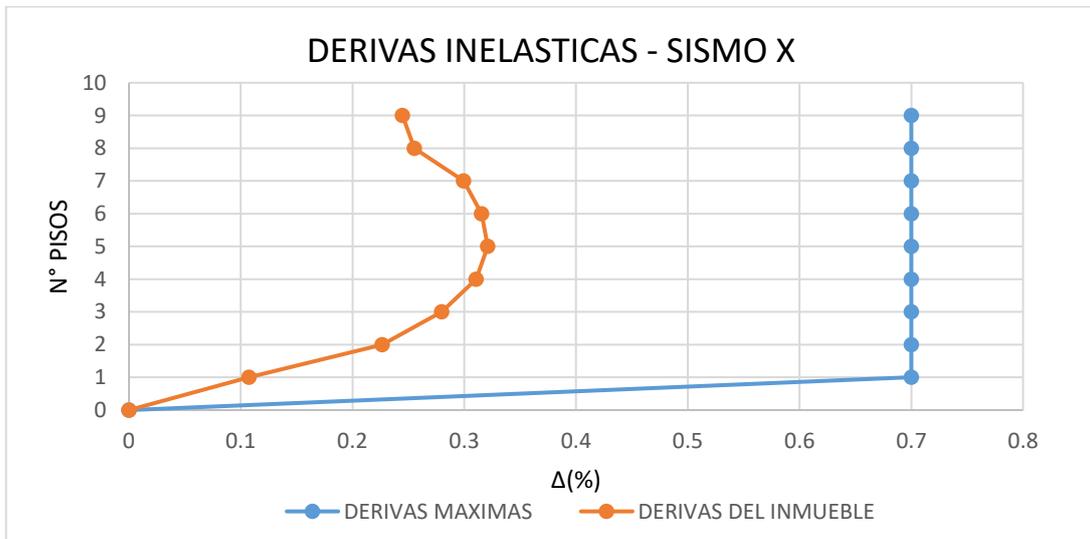


Figura 46. Drift máximos de losa convencional.

Al calcular las máximas distorsiones laterales asociadas a los desplazamientos obtenidos se observa que el máximo valor en la losa convencional en dirección "X" fue de 0.0032, mientras que para el eje "Y" la máxima distorsión encontrada es de 0.0001.

Como se observan los resultados obtenidos con la losa convencional cumplen lo que indica la norma, en donde para edificios de concreto armado se tendrá una distorsión máxima de 0.007.

b) Losa Colaborante

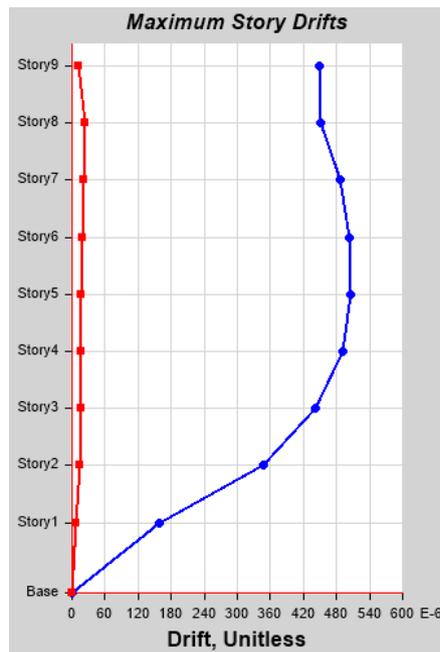


Figura 47. Máximas distorsiones en la losa colaborante.

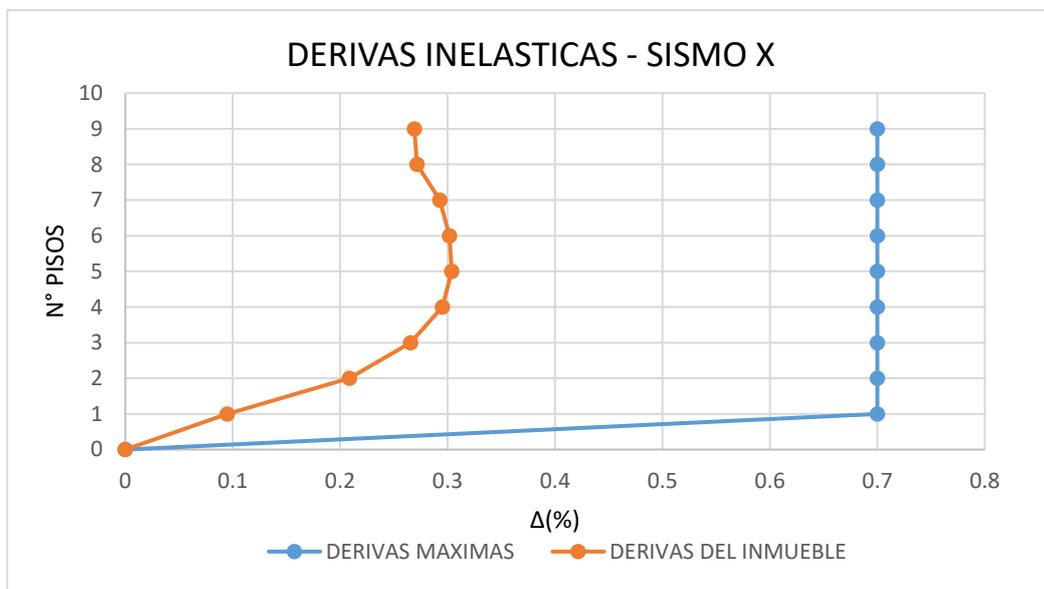


Figura 48. Drift máximos de losa colaborante.

En la losa colaborante las distorsiones máximas encontradas en la dirección del eje "X" es de 0.0030, y para el eje "Y" la máxima distorsión es 0.0001.

Se observa que para un sistema estructural con losa colaborante las distorsiones también cumplen con lo que requiere la norma, debido a que la distorsión máxima será de 0.007 y como se observa no excede el valor.

3.2.2. Periodos de vibración

Tabla 23. Comparación del periodo de vibración y % de reducción

Periodos de vibración			
Caso	Modo	L. Convencional	L. Colaborante
		seg	seg
Modal	1	0.399	0.393
% de reducción con respecto a la L. convencional			
%			1.50

Fuente: Elaboración propia.

Se aprecia que el sistema de losa colaborante tiene menor periodo de vibración que el sistema de losa convencional disminuyendo en un 1.50% esto es debido a que la losa colaborante tiene menor peso que la losa convencional.

3.2.3. Fuerza Cortante

a) Losa convencional

Tabla 24. Cortantes en eje "X" y "Y"

	sismo dinámico x	sismo dinámico y
V _x	256.08	12.53
V _y	11.32	291.26

Fuente: Elaboración propia.

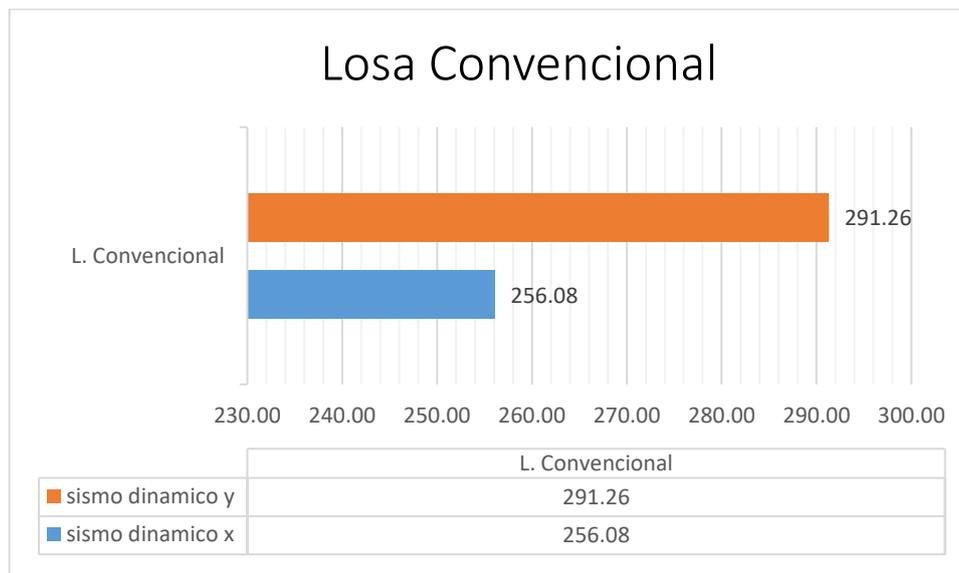


Figura 49. Grafica de los cortante de L. convencional.

b) Losa colaborante

Tabla 25. Cortantes en eje "X" y "Y"

	sismo dinámico x	sismo dinámico y
V _x	193.23	13.81
V _y	12.80	219.45

Fuente: Elaboración propia.

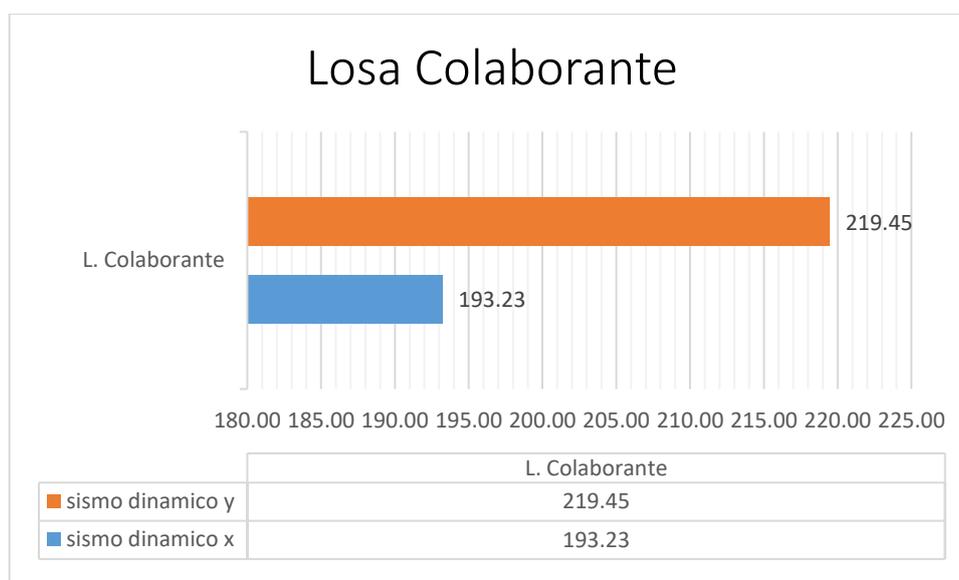


Figura 50. Gráfica de los cortantes de L. colaborante.

Tabla 26. Fuerza cortante y % de reducción en ambas direcciones

Fuerza cortante eje "X" e "Y"		
Modelos	L. Convencional	L. Colaborante
SDX	256.08	193.23
SDY	291.26	219.45
% de reducción con respecto a la L. convencional		
% SDX		75.45
% SDY		75.35

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que las fuerzas cortantes en la losa colaborante son menores en ambas direcciones con respecto a la losa convencional, siendo estas: para el eje "X" $193.23\text{tn} < 256.08\text{tn}$ mientras que para el eje "Y" son $219.45\text{tn} < 291.26\text{tn}$. Entonces la cortante en la losa colaborante disminuyó en 75.45% y 75.35% en dirección x e y, con respecto a la losa convencional.

3.2.4. Momento flector

a) Losa convencional

Tabla 27. Momentos en eje "X" e "Y"

	sismo dinamico x	sismo dinamico y
Mx	2366.82	
My		2701.42

Fuente: Elaboración propia.

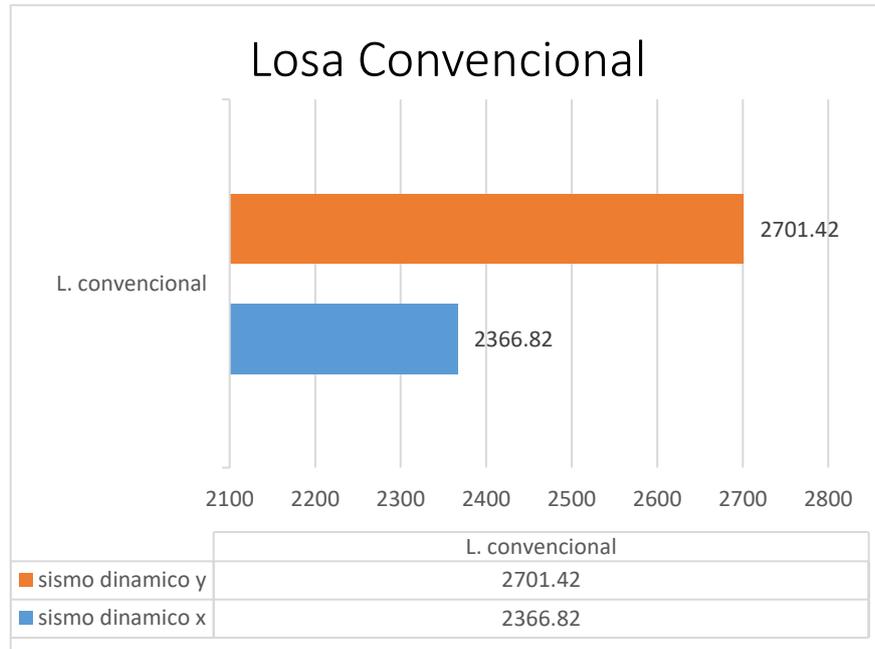


Figura 51. Grafica de los momentos de L. convencional.

b) Losa colaborante

Tabla 28. Momentos en eje "X" e "Y"

	sismo dinamico x	sismo dinamico y
Mx	1779.19	
My		2072.27

Fuente: Elaboración propia.

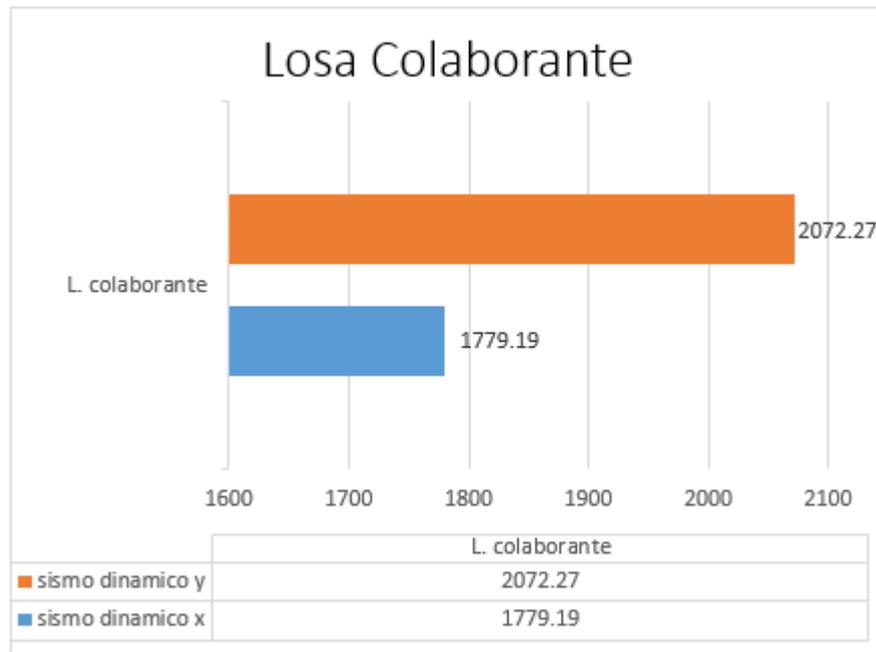


Figura 52. Grafica de los momentos de L. colaborante.

Tabla 29. Momento flector y % de reducción en ambas direcciones

Momento flector eje "X" e "Y"		
Modelos	L. Convencional	L. Colaborante
SDX	2366.82	1779.19
SDY	2701.42	2072.27
% de reduccion con respecto a la L. convencional		
% SDX		75.17
% SDY		76.71

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que el momento flector en la losa colaborante son menores en ambas direcciones con respecto a la losa convencional, siendo estas: para el eje "X" $1779.19\text{tn-m} < 2366.82\text{tn-m}$ mientras que para el eje "Y" son $2072.27\text{tn-m} < 2701.42\text{tn-m}$. Entonces el momento flector en la losa colaborante disminuyo en 75.17% y 76.71% en dirección x e y, con respecto a la losa convencional.

IV. DISCUSIÓN

Rodríguez, A. (2015), la investigación se titula “Comparación del comportamiento estructural y económico de losas colaborantes unidireccionales con losas aligeradas”, logro concluir con los criterios convencionales de losas y vigas, que las losas colaborantes tienen menores desplazamientos con respecto a las losas aligeradas siendo $1.16 < 2.70$ disminuyendo en un 42.96%. En nuestros resultados las distorsiones máximas esperadas de la estructura son del orden $3/1000$ y $0.1/1000$ en las direcciones “x” e “y”, y los desplazamientos de la losa colaborante son menores a la losa aligerada siendo estas $5.82 < 5.93$ disminuyendo en un 98.15%. Nuestros resultados son similares al antecedente mencionado ya que la colaborante presenta distorsiones mínimas a los que se menciona en la norma E. 030, de lo que se puede afirmar que las distorsiones laterales son un indicador útil en la respuesta sísmica de la estructura, esto indica que la rigidez lateral de la estructura en ambas direcciones son las adecuadas, ya que la norma peruana de diseño sísmico dice que la máxima distorsión lateral permitida es de $7/1000$.

Antamba, T. y Cuaical, J. (2018), la presente investigación se titula “Análisis comparativo del comportamiento estructural de una edificación de 6 y 16 pisos implementando losas con paneles de tecnología M2 frente a losas con placa cooperante”, concluye que la losa colaborante tiene un mayor modo de vibración debido a que evalúa una losa colaborante con una losa de tecnología M2 (polietileno expandido) el cual resulta menos pesado lo cual influye en sus periodos de vibración, siendo estos en la losa colaborante 0.844 y en la M2 0.82, disminuyendo en un 2.73% respecto a la losa colaborante. En nuestros resultados se obtuvo que la losa colaborante tuvo un periodo de vibración de 0.393 y la losa convencional de 0.399 disminuyendo en un 1.50% respecto a la convencional. Se muestra que nuestros resultados obtenidos difieren con los de Antamba, T. y Cuaical, J. debido a que comparamos una losa convencional con una colaborante, y se evidencia una reducción en los valores de periodos de vibración por la disminución del peso de la estructura ya que dicho parámetro depende directamente de su masa, rigidez y amortiguamiento lo que hace notar que la edificación con losa colaborante obtuvo un menor periodo de vibración.

Ramírez, C. (2018), en la investigación “Análisis comparativo del comportamiento estructural de una losa en una dirección y una losa con placa colaborante”, logro concluir que la losa en una dirección y la losa con placa colaborante tuvieron un comportamiento adecuado acuerdo a lo establecido, en las normas NEC-SE-DS, teniendo un buen desempeño y cumpliendo con las disposiciones de cortante basal, valores de deriva de piso menor al 2%,

el momento máximo de una losa en una dirección es de 0.883tn-m y el de losa colaborante es 0.19tn-m siendo mayor la losa en una dirección en un 78.48%, así como también el cortante máximo de una losa en una dirección es de 1.8tn y el de losa colaborante es 0.41tn, siendo mayor la losa en una dirección en un 77.22%. En nuestros resultados las distorsiones fueron menor a 7/1000, la losa colaborante presento resultados más óptimos teniendo un momento máximo de 1779.19tn-m y la losa convencional de 2366.82tn-m siendo la losa colaborante menor en un 75.17%, así como también el cortante máximo de la losa colaborante es de 193.23tn y de la losa convencional es de 256.08tn, siendo la losa colaborante menor en un 75.45%. Se observa que nuestros resultados son similares y refuerzan lo planteado por Ramirez. C. debido a que al cambiar el tipo de losa estos cumplen en no exceder el máximo valor de distorsión requerido que se menciona en la norma E.030 diseño sismo resistente, también se afirma que los cortantes y los momentos son menores en la losa colaborante que en la losa convencional disminuyendo significativamente las fuerzas generadas hacia la estructura y teniendo un mejor comportamiento.

V. CONCLUSIONES

1. En la investigación se determinó que los dos sistemas de losas cumplen con los parámetros de la norma de diseño sísmoresistente, estando dentro del límite permisible en no exceder el máximo valor de distorsión $7/1000$, pero el desplazamiento lateral que es un indicador del comportamiento sísmico arroja que el sistema de losa colaborante disminuyó en 98.15% en el eje “X” como se muestra en la tabla 21 y para el eje “Y” disminuyó en 84.85% como muestra la tabla 22, presentando menores desplazamientos que el sistema de losa convencional, por lo cual se puede resaltar que la losa presentada en la tesis tiene un mejor comportamiento frente a un sismo.
2. Se determinó que los periodos de vibración en el sistema de losa colaborante son menores que el sistema de losa convencional disminuyendo en 1.50% como se muestra en la tabla 23, esto se debe a que los parámetros dinámicos dependen directamente de la masa como su rigidez de la estructura, siendo así la colaborante un sistema con mayor rigidez y menor peso.
3. Se determinó que la losa colaborante disminuyó la fuerza cortante en 75.45% y 75.35% en las direcciones “x” e “y” como muestra la tabla 26, de igual manera redujo el momento flector en 75.17% y 76.71% en dirección “x” e “y” como muestra la tabla 29, esto se debe a que el sistema de losa colaborante presenta menor peso que el sistema de losa convencional.
4. Se determinó que el comportamiento sísmico de la edificación multifamiliar en los niveles de entrepiso de losa convencional y losa colaborante son afectados de manera diferente, esto queda demostrado con la variación de desplazamientos laterales, la variación del periodo de vibración y variación de fuerzas cortantes y momento flector en las direcciones “X” y “Y” esto se debe a que un sistema presenta una mejor rigidez y menor peso estructural, comprobándose que el sistema de losa colaborante tiene un mejor comportamiento sísmoresistente que el sistema de losa convencional.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que cuando se hace el modelo estructural de losas tomar en cuenta el peso real y verificar que esto sea adoptado en el software.
2. Se recomienda que al realizar el modelo del sistema de losa colaborante se debe asegurar que la placa se encuentre perpendicular con las viguetas de acero.
3. También se suplica ejecutar futuras indagaciones manejando desiguales grosores de placa colaborante para poder establecer parámetros óptimos de estructuración sismo resistente.
4. Se prescribe de manera correspondiente concentrarse en la conducción de la ejecución de la sección de formación de equipos en varias estructuras y expuesto a varias solicitudes para conocer el impacto de este tipo de fragmento en un marco subyacente alternativo.

REFERENCIAS

❖ ABANTO, Flavio. Análisis y Diseño de Edificaciones de Albañilería. Lima: Editorial San Marcos E.I.R.L, 2012. ISBN: 9789972342905.

❖ ABADAL, Ignacio. y ABADAL, Santiago. Análisis del comportamiento de las chapas nervadas de acero para losas mixtas. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña, 2003.

Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/2920>

❖ ANTAMBA, Tania y CUAICAL Juan. Análisis comparativo del comportamiento estructural de una edificación de 6 y 16 pisos implementando losas con paneles de tecnología M2 frente a losas con placa cooperante. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). Quito: Universidad Central Del Ecuador, 2018.

Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/14260/1/T-UC-0011-IC327-2018.pdf>

❖ AL-DEEN, Safat; RANZI, Gianluca y UY, Brian. Non-uniform shrinkage in simply-supported composite steel-concrete slabs. Steel and Composite Structures. EISSN: 1598-6233, Vol. 18, N°. 2, 2015.

❖ ARIAS, Fidas. El Proyecto de Investigación: Introducción a la metodología científica. 6° ed. Caracas: Episteme, 2012. 143 pp. ISBN: 980-07-8529-9.

❖ ASCENCIO, Juan. Diseño de losas colaborantes unidireccionales de hormigón usando planchas de zincaluz y sus analogías con el uso de placas de acero galvanizado instapanel pv6-r. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil en obras civiles). Valdivia: Universidad Austral de Chile, 2006.

Disponible en:
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2006/bmfcia811d/doc/bmfcia811d.pdf>

❖ ÁVILA, Héctor. (2006) Introducción a la metodología de la investigación Edición electrónica. Texto completo en <http://www.eumed.net/libros-gratis/2006c/203/2f.htm>

❖ BAENA, Guillermina. Metodología de la investigación. 3°ed. México: Patria, 2017. 141 pp. ISBN: 978-607-744-748-1.

❖ BEHAR, Daniel. Metodología de la investigación. Editorial Shalom, 2008. 94pp. ISBN: 978-959-212-783-7.

Disponible en:
<http://rdigital.unicv.edu.cv/bitstream/123456789/106/3/Libro%20metodologia%20investigacion%20este.pdf>

- ❖ BHAGAT, R. y SHENDE, T. Composite Floors Using Profiled Deck Sheet in Steel Structure. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET). e-ISSN: 2395-0056, Vol. 6, N°. 4, 2019.
- ❖ BLANCO, Antonio. (1994). Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado. Lima Perú.
- ❖ CORTES, Manuel y IGLESIAS, Miriam. Generalidades sobre Metodología de la Investigación. México: Universidad Autónoma del Carmen, 2004. 100 pp. ISBN: 968-6624-87-2.
- ❖ CRAINIC, Liviu y MUNTEANU, Mihai. Seismic Performance of Concrete Building. Holanda: CRC Press, 2012. 260pp. ISBN: 9780415631860.
- ❖ DÍAZ, Miguel. Estudio experimental de la resistencia de adherencia al corte en losas con placa colaborante. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2009.

Disponible en: http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/4272/1/diaz_fm.pdf

- ❖ E.030, N. T. (24 de Enero de 2016). Zonificación. Decreto Supremo que modifica la Norma técnica E.030 "Diseño Sismorresistente".
- ❖ GALLEGOS, Chistian y MORALES, Miguel. Análisis estructural y económico de losas con luces de 6, 10 y 12 metros utilizando dos sistemas constructivos. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil Mención Estructuras). Quito: Escuela Politécnica Nacional, 2014.

Disponible en:
https://www.academia.edu/9848972/ESCUELA_POLIT%3%89CNICA_NACIONAL_FACULTAD_DE_INGENIER%3%8DA_CIVIL_Y_AMBIENTAL_ANALISIS_ESTRUCTURAL_Y_ECON%3%93MICO_DE_LOSAS_CON_LUCES_DE_6_10_Y_12_METROS_UTILIZANDO_DOS_SISTEMAS_CONSTRUCTIVOS

- ❖ GARINO, Patricia. Estructuras mixtas de acero y hormigón, losas mixtas conformadas por placas de acero colaborante con vigas compuestas. (en línea), 2012.

Disponible en: http://www.fadu.edu.uy/tesinas/files/2012/09/Tesina-Patricia-Garino_Soluciones-estructurales-no-habituales_aprobado-11.pdf

- ❖ GARZÓN, Ana. Análisis de la unión a corte y a momento de la placa colaborante en una estructura metálica y su incidencia en la estabilidad ante un sismo. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2015.
Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/10319>
- ❖ GÓMEZ, Armando (coord). 2002. Cosntruccion de casas sismo resistentes de uno y dos pisos. Antioquía: SENA, 2002. pág. 11.
- ❖ GOMEZ, Sergio. Metodología de la investigación. México: Red Tercer Milenio, 2012. 88 pp. ISBN: 978-607-733-149-0.
- ❖ HADJIOANNOU, Michalis.; DONAHUE, Sean.; WILLIAMSON, Erick.; ENGELHARDT, Michael. Large-Scale Experimental Tests of Composite Steel Floor Systems Subjected to Column Loss Scenarios. Journal of Structural Engineering. ISSN: 1943-541X, Vol. 144, N°. 2, 2018.
- ❖ HARMSEN, Teodoro. Diseño de Estructura de Concreto Armado. (4ta ed), Perú: editorial de la pontificia universidad católica del Perú, 2005. 679pp. ISBN: 9972-42-730-7.
- ❖ HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la investigación. 6°. Ed. México: MC Graw Hill, 2014. 600 pp. ISBN: 978-1-4562-2396-0.
- ❖ JOHNSON, Eric.; MEISSNER, Jeffrey. y FAHNESTOCK, Larry. Experimental Behavior of a Half-Scale Steel Concrete Composite Floor System Subjected To Column Removal Scenarios. Journal of Structural Engineering. ISSN: 1943-541X, Vol. 142, N°. 2, 2016.
- ❖ KARTHICK, R.; KRISHAVENI, K. y AMRIN, I. An Experimental Investigation of steel concrete composite deck slab. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET). e-ISSN: 2395-0056, Vol. 5, N°. 3, 2018.
- ❖ LOZADA, José. Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica, ISSN-e 1390-9592, Vol. 3, N°. 1, 2014.
- ❖ LUIS, Katia; MARRERO, Suamly y Díaz, Isel del Carmen. Diseño de sistema para viviendas con lámina colaborante metálica. (en línea), 2016.

Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/1939/193945713005.pdf>

- ❖ METODOLOGÍA de la investigación por Humberto Ñaupas [et al]. Bogotá: Express studio gráfico y digital S.A., 2014. 536 pp. ISBN: 978-958-762-188-4.
- ❖ MANUAL Técnico para el uso de placa colaborante para losas de entrepiso. Lima: Acero Deck, 2014.
- ❖ NAMDEO, Hedao; NAMDEO, Raut, LAXMIKANT Gupta. Composite Concrete Slabs with Profiled Steel Decking: Comparison Between Experimental and Simulation Study. American Journal of Civil Engineering. ISSN: 2330-8729, Vol. 3, N°. 5, 2015.
- ❖ NITIN, Gholap.; RATHI, V. y KOLASE, P. Experimental Investigation of Composite action of Steel Concrete slabs. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET) e-ISSN: 2395-0056, Vol. 5, N°. 9, 2018.
- ❖ PINO, Raúl. Metodología de la investigación. Lima: Editorial San Marcos E.I.R.L.2007. 250 pp. ISBN: 978-9972-38-281-9.
- ❖ RAMIREZ, Christian. Análisis comparativo del comportamiento estructural de una losa en una dirección y una losa con placa colaborante. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). Guayaquil: Universidad de Guayaquil, 2018.

Disponible en:
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/32540/1/ChristianRamirez%20Reyes%20TESIS.pdf>

- ❖ RAMOS, Maritza. Análisis técnico y económico de losas de entrepiso. Universidad de Piura. Piura: s.n., 2002. pág. 138, Tesis (Título Ingeniero Civil).
- ❖ RODRÍGUEZ, Anderson. Comparación del comportamiento estructural y económico de losas colaborantes unidireccionales con losas aligeradas. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). Cajamarca: Universidad Nacional De Cajamarca, 2015.

Disponible en:
<http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/482/T%20620.112%20R685%202015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- ❖ RUIZ, Alexander y VEGA, Emerson. 2014. Diseño estructural de la I.E. Manuel González Prada, Distrito de Quiruvilca, Santiago de Chupo-La Libertad. Universidad Privada Antenor Orrego. Lima: s.n., 2014. pág. 197, Tesis (Título de Ingeniero civil).
- ❖ RUIZ, Carlos. Instrumentos de investigación educativa: procedimientos para su diseño y validación. Barquisimeto: CIDEG, 2002. 266 pp. ISBN: 980-303-384-0.
- ❖ SENCICO. 2014. Manual de instalación de techo aligerado con vigueta prefabricadas de acer. Lima: SENCICO, 2014.
- ❖ TAMAYO, Mario. El Proceso de la Investigación Científica. 4° ed. México: Limusa, 2003. 183 pp. ISBN: 968-18-5872-7.
- ❖ THIRUGNANAM, G. y DHIVYABHARATHI, S. Experimental Investigation on Steel Concrete Composite Floor Slab. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET). e-ISSN: 2395-0056, Vol. 4, N°. 11, 2017.
- ❖ VALARINO, Elizabeth, YABER, Guillermo y CEMBORAIN, María. Metodología de la investigación: paso a paso. México: Trillas, 2015. 309 pp. ISBN: 978-607-17-0511-2.
- ❖ VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos y tesis de investigación científica. Lima: Universidad Nacional de San Marcos, 2007. 1-195 pp. ISBN: 9789972380419.
- ❖ WEIERS, Ronald. Introducción a la estadística para negocios. 5° ed. Estados Unidos: Cenage Learning, 2006. 1010 pp. ISBN: 9706864377.
- ❖ YUNI, José y URBANO, Claudio. Técnicas para investigar: recursos metodológicos para la preparación de proyectos de investigación. 2° ed. Argentina: Brujas, 2014. 113 pp. ISBN: 978-987-591-0.

ANEXOS

Anexo N°01 – Matriz de consistencia

Tabla 30. Matriz de consistencia.

Matriz de consistencia					
Título: Comportamiento sísmico de una edificación multifamiliar en los niveles de entrespiso de losa convencional y losa colaborante - San Isidro 2019					
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Independiente	losa convencional	f'c 210
¿De qué manera afecta el comportamiento sísmico de una edificación multifamiliar en los niveles de entrespiso de losa convencional y losa colaborante en el distrito - San Isidro 2019?	Determinar de qué manera afecta el comportamiento sísmico de una edificación multifamiliar en los niveles de entrespiso de losa convencional y losa colaborante en el distrito - San Isidro 2019.	El comportamiento sísmico de una edificación multifamiliar afecta de manera positiva en los niveles de entrespiso de losa convencional y losa colaborante en el distrito - San Isidro 2019.	Niveles de entrespiso de losa convencional y losa colaborante		losa colaborante
					f'c 210
					espesor de losa 15cm
					varilla de acero corrugado 1/2"
Problema Especifico	Objetivo Especifico	Hipótesis Especifica	Dependiente		
¿De qué manera afecta el comportamiento sísmico de una edificación multifamiliar en relación a la rigidez en los niveles de entrespiso de losa convencional y losa colaborante en el distrito - San Isidro 2019?	Determinar de qué manera afecta el comportamiento sísmico de una edificación multifamiliar en relación a la rigidez en los niveles de entrespiso de losa convencional y losa colaborante en el distrito - San Isidro 2019.	El comportamiento sísmico de una edificación multifamiliar afecta de manera positiva en relación a la rigidez en los niveles de entrespiso de losa convencional y losa colaborante en el distrito - San Isidro 2019.	Comportamiento sísmico	Rigidez	desplazamiento lateral (cm)
¿De qué manera afecta el comportamiento sísmico de una edificación multifamiliar en relación a los parámetros dinámicos en los niveles de entrespiso de losa convencional y losa colaborante en el distrito - San Isidro 2019?	Determinar de qué manera afecta el comportamiento sísmico de una edificación multifamiliar en relación a los parámetros dinámicos en los niveles de entrespiso de losa convencional y losa colaborante en el distrito - San Isidro 2019.	El comportamiento sísmico de una edificación multifamiliar afecta de manera positiva en relación a los parámetros dinámicos en los niveles de entrespiso de losa convencional y losa colaborante en el distrito - San Isidro 2019.		Parámetros dinámicos	periodos de vibración (seg)
¿De qué manera afecta el comportamiento sísmico de una edificación multifamiliar en relación a las fuerzas en los elementos en los niveles de entrespiso de losa convencional y losa colaborante en el distrito - San Isidro 2019?	Determinar de qué manera afecta el comportamiento sísmico de una edificación multifamiliar en relación a las fuerzas en los elementos en los niveles de entrespiso de losa convencional y losa colaborante en el distrito - San Isidro 2019.	El comportamiento sísmico de una edificación multifamiliar afecta de manera positiva en relación a las fuerzas en los elementos en los niveles de entrespiso de losa convencional y losa colaborante en el distrito - San Isidro 2019.		Fuerzas en los elementos	fuerza cortante (tn)
					Momento flector(tn-m)

Fuente: Elaboración propia

Anexo N°02 – Licencia de software ETABS



Favio Vasquez <favio8795@gmail.com>

software informacion

ICG CSI <csi@icgmail.org>
Para: Favio Vasquez <favio8795@gmail.com>

2 de octubre de 2019 a las 15:02

Estimado Sr. Fabio

Un gusto saludarlo, en relación a su consulta referente al uso de la la licencia para la elaboración de su tesis, la casa matriz nos indica que:

Podría ser la versión de evaluación, la cual pueden descargar del siguiente link:

<https://www.csiamerica.com/support/downloads/software-evaluation-request?productnid=5&product=2>

La versión de evaluación es completamente funcional, solo para uno no comercial.

Es importante resaltar que estas versiones de prueba no son compatibles con la versiones comerciales, por lo que los trabajos realizados en estas no podrán ser abiertos en las versiones adquiridas bajo licencia comercial. Favor no utilizar para iniciar proyectos reales.

La versión de evaluación tiene una duración de un año, no imprime, no es compatible con la versión comercial y los modelos se guardan durante un mes.

Quedamos a su disposición para cualquier consulta adicional

Atentamente
Carla Inostroza

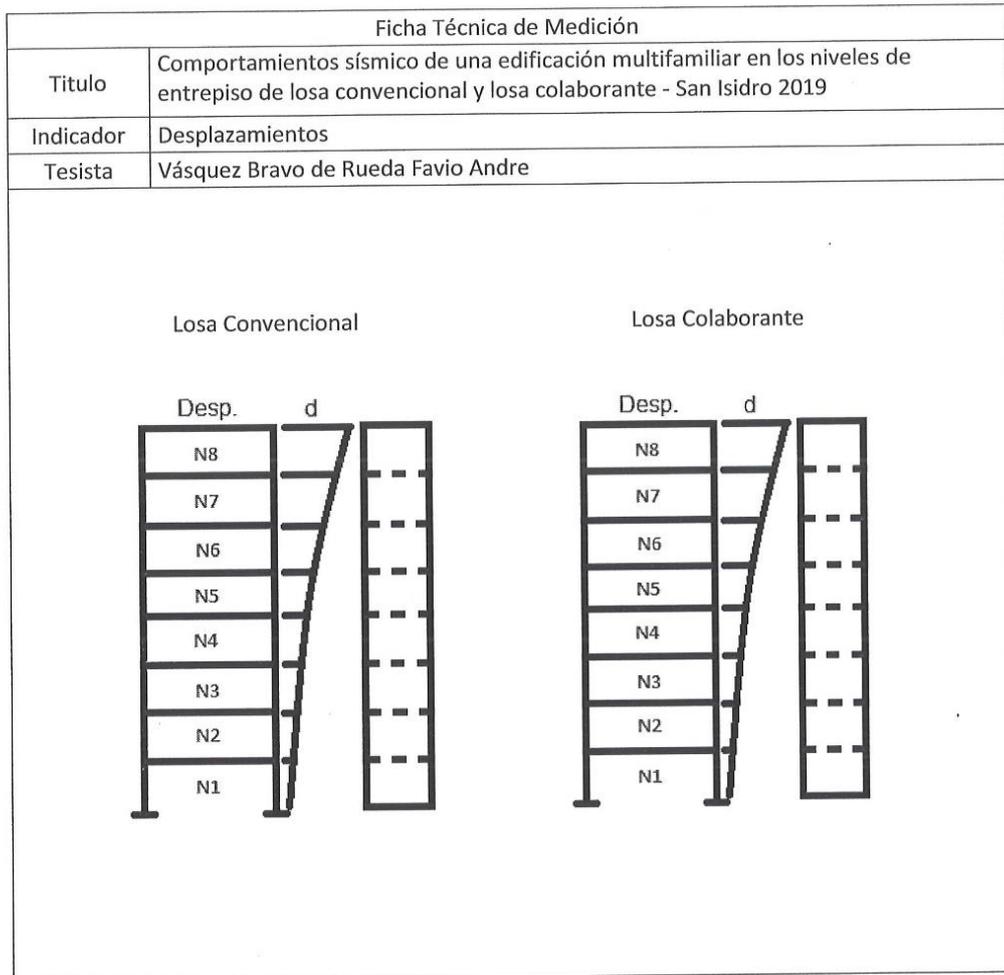
----- Original Message -----

From: Favio Vasquez
To: csi@icgmail.org
Sent: Wednesday, October 2, 2019 2:55 PM
Subject: software informacion

buenos días soy un joven estudiante de decimo ciclo, le escribo para que me pueda brindar informacion sobre el software etabs, si tienen alguna licencia estudiantil que me servia de mucha ayuda para mi proyecto de tesis gracias.

Figura 53. Licencia de software.

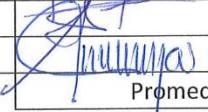
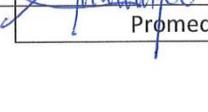
Anexo N°03 – Validez de fichas técnicas de medición



Experto Calificador	Firma / CIP	Puntaje
Ing. RAUL ANTONIO PRATO BARRALES	51304	0.80
Ing. Santos R. Padilla Pichon	51630	0.80
Ing. Carlos Minaya Rosano	50187	0.80
Promedio		0.80

Rango	Magnitud
0.81 a 1.00	Muy Alta
0.61 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a 0.20	Muy Baja

Ficha Técnica de Medición																																	
Titulo	Comportamientos sísmico de una edificación multifamiliar en los niveles de entrepiso de losa convencional y losa colaborante - San Isidro 2019																																
Indicador	Distorsión																																
Tesista	Vásquez Bravo de Rueda Favio Andre																																
<div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-bottom: 10px;"> <div style="text-align: center;"> <p>Losa Convencional</p> <table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">N8</td> <td style="width: 85%;">$d = \left(\frac{\Delta f - \Delta i - 1}{H} \right) coef.$</td> </tr> <tr><td>N7</td><td>-----</td></tr> <tr><td>N6</td><td>-----</td></tr> <tr><td>N5</td><td>-----</td></tr> <tr><td>N4</td><td>-----</td></tr> <tr><td>N3</td><td>-----</td></tr> <tr><td>N2</td><td>-----</td></tr> <tr><td>N1</td><td>-----</td></tr> </table> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Losa Colaborante</p> <table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">N8</td> <td style="width: 85%;">$d = \left(\frac{\Delta f - \Delta i - 1}{H} \right) coef.$</td> </tr> <tr><td>N7</td><td>-----</td></tr> <tr><td>N6</td><td>-----</td></tr> <tr><td>N5</td><td>-----</td></tr> <tr><td>N4</td><td>-----</td></tr> <tr><td>N3</td><td>-----</td></tr> <tr><td>N2</td><td>-----</td></tr> <tr><td>N1</td><td>-----</td></tr> </table> </div> </div>		N8	$d = \left(\frac{\Delta f - \Delta i - 1}{H} \right) coef.$	N7	-----	N6	-----	N5	-----	N4	-----	N3	-----	N2	-----	N1	-----	N8	$d = \left(\frac{\Delta f - \Delta i - 1}{H} \right) coef.$	N7	-----	N6	-----	N5	-----	N4	-----	N3	-----	N2	-----	N1	-----
N8	$d = \left(\frac{\Delta f - \Delta i - 1}{H} \right) coef.$																																
N7	-----																																
N6	-----																																
N5	-----																																
N4	-----																																
N3	-----																																
N2	-----																																
N1	-----																																
N8	$d = \left(\frac{\Delta f - \Delta i - 1}{H} \right) coef.$																																
N7	-----																																
N6	-----																																
N5	-----																																
N4	-----																																
N3	-----																																
N2	-----																																
N1	-----																																

Experto Calificador	Firma / CIP	Puntaje
Ing. RAUL ANTONIO PINTO BARRANTER	 51304	0.80
Ing. Santos R. Padilla Pichon	 51630	0.80
Ing. Carlos Minaya Rosano	 50187	0.80
	Promedio	0.80

Rango	Magnitud
0.81 a 1.00	Muy Alta
0.61 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a 0.20	Muy Baja

Ficha Técnica de Medición	
Título	Comportamientos sísmico de una edificación multifamiliar en los niveles de entrespiso de losa convencional y losa colaborante - San Isidro 2019
Indicador	Fuerzas en los elementos
Tesista	Vásquez Bravo de Rueda Favio Andre
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;"> <p>Losa Convencional</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Losa Colaborante</p> </div> </div>	

Experto Calificador	Firma / CIP	Puntaje
Ing. RAUL ANTONIO PUNTO BARRANTEI	51304	0.80
Ing. Santos R. Pazilla Pacheco	51630	0.80
Ing. Carlos Minaya Rosario	50187	0.80
Promedio		0.80

Rango	Magnitud
0.81 a 1.00	Muy Alta
0.61 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a 0.20	Muy Baja