



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**“Análisis comparativo de los métodos dinámicos Modal
Espectral y Tiempo Historia para una edificación de
albañilería confinada en Parcona, Ica - 2020”.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Del Carpio Huarcaya, Magaly Teódula (ORCID: 0000-0001-5171-2786)

Vásquez Morón, Juan Raúl (ORCID: 0000-0002-0862-1659)

ASESOR:

Dr. Ing. Príncipe Reyes, Roger Alberto (ORCID: 0000-0002-0498-9544)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

TRUJILLO– PERÚ

2020

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a nuestros padres por el apoyo incondicional, enseñándonos el camino correcto lleno de valores y principios y ser el motor que nos impulsa para poder cumplir con nuestras metas.

A Dios, por darnos la inteligencia y la sabiduría de poder cumplir con nuestro propósito, y nos encamina al camino correcto para lograr nuestro objetivos.

AGRADECIMIENTO

En especial a mi abuelo Orestes, por haberme aportado todo desde pequeña, por sus consejos y apoyo hasta en sus últimos días.

A mis mejores amigos Ricardo, Axel, Raúl y demás amistades que estuvieron a mi lado brindándome su apoyo y motivándome a llegar cumplir con esta meta.

A mis padres, familiares y amigos, que sin su apoyo incondicional y motivación durante esta etapa de investigación no hubiera sido posible lograr esta meta.

A Dios por darme la fuerza y aliento para continuar y lograr con éxito esta investigación.

ÍNDICE

Carátula.....	i
Dedicatorita	ii
Agradecimiento	ii
Índice.....	iv
Índice de tablas.....	vi
Índice de figuras.....	viii
Resumen	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	27
3.1. Tipo y diseño de investigación	27
3.2. Variables y operacionalización	27
3.3. Población, muestra y muestreo	28
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	29
3.5. Procedimientos	29
3.6. Método de análisis de datos	30
3.7. Aspectos éticos	30
IV. RESULTADOS.....	32
V. DISCUSION.....	71
VI. CONCLUSIONES.....	73
VII. RECOMENDACIONES.....	74
REFERENCIAS.....	75
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1. Distorsiones máximas del entrepiso.....	15
Tabla 2. Calculo de la densidad de muros en la dirección X e Y.....	23
Tabla 3. Calculo del peso propio de losas aligeradas.....	24
Tabla 4. Calculo del peso propio de los muros dirección X y dirección Y.....	24
Tabla 5. Calculo del Peso de la Edificación por Piso	25
Tabla 6. Distribución de la fuerza horizontal por piso.....	26
Tabla 7. Cortante en la base debido a la aceleración espectral	37
Tabla 8. Cortantes y fuerza de compresión en muros del primer piso con la aceleración espectral dirección X.....	37
Tabla 9. Cortantes y fuerza compresión en muros del primer piso con la aceleración espectral dirección Y.....	38
Tabla 10. Momento Flector en Muros del Primero piso con la aceleración espectral dirección X.....	39
Tabla 11. Momento Flector en Muros del Primero piso con la aceleración espectral dirección Y.....	39
Tabla 12. Desplazamientos máximos en dirección X.....	40
Tabla 13. Desplazamientos máximos en dirección Y.....	40
Tabla 14. Derivas Máximas X con la aceleración espectral dirección X.....	40
Tabla 15. Derivas máximas Y con la aceleración espectral dirección Y.....	41
Tabla 16. Fuerza cortante en la base debido a los tres registros sísmicos	44
Tabla 17. Fuerzas de compresión y Tensión en muros del Primer Nivel con el registro de aceleración Sismo de Pisco 2007.	45
Tabla 18. Fuerzas de compresión y tensión en muros del Primer Nivel con el registro de aceleración al Sismo de Lima 2012	45
Tabla 19. Fuerzas de compresión y tensión en muros del Primer Nivel con el registro de aceleración Sismo de Lima 2011	46
Tabla 20. Fuerzas cortantes en muros del Primer Nivel con el registro de aceleración Sismo de Pisco 2007	46
Tabla 21. Fuerzas cortantes en muros del Primer Nivel con el registro de aceleración Sismo de Lima 2012	48
Tabla 22. Fuerzas cortantes en muros del Primer Nivel con el registro de aceleración Sismo de Lima 2011	48
Tabla 23. Momentos flectores en muros del Primer Nivel con el registro de aceleración Sismo de Pisco 2007	49
Tabla 24. Momentos flectores en muros del Primer Nivel con el registro de aceleración Sismo de Lima 2012	50
Tabla 25. Momentos flectores en muros del Primer Nivel con el registro de aceleración al Sismo de Lima 2011	51
Tabla 26. Desplazamientos sometidos al registro de sismo Ica 2007	51
Tabla 27. Desplazamientos sometidos al registro de sismo Lima 2012	52
Tabla 28. Desplazamientos sometidos al registro de sismo Lima 2011	52
Tabla 29. Derivas en X sometidos al registro de sismo Ica 2007	52
Tabla 30. Derivas en Y sometidos al registro de sismo Ica 2007	52
Tabla 31. Derivas en X sometidos al registro de sismo Lima 2012	53

Tabla 32. Derivas en Y sometidos al registro de sismo Lima 2012	53
Tabla 33. Derivas en X sometidos al registro de sismo Lima 2011	53
Tabla 34. Derivas en Y sometidos al registro de sismo Lima 2011	53
Tabla 35. Fuerza Axial, Fuerzas cortantes y Momentos flectores del Muro X1	54
Tabla 36. Fuerza Axial, Fuerzas cortantes y Momentos flectores del Muro X2	54
Tabla 37. Fuerza Axial, Fuerzas cortantes y Momentos flectores del Muro X3	55
Tabla 38. Fuerza Axial, Fuerzas cortantes y Momentos flectores del Muro X4	55
Tabla 39. Fuerza Axial, Fuerzas cortantes y Momentos flectores del Muro X5	55
Tabla 40. Fuerza Axial, Fuerzas cortantes y Momentos flectores del Muro X6	56
Tabla 41. Fuerza Axial, Fuerzas cortantes y Momentos flectores del Muro X7	56
Tabla 42. Fuerza Axial, Fuerzas cortantes y Momentos flectores del Muro X8	56
Tabla 43. Fuerza Axial, Fuerzas cortantes y Momentos flectores del Muro X9	57
Tabla 44. Fuerza Axial, Fuerzas cortantes y Momentos flectores del Muro Y1	57
Tabla 45. Fuerza Axial, Fuerzas cortantes y Momentos flectores del Muro Y2	57
Tabla 46. Fuerza Axial, Fuerzas cortantes y Momentos flectores del Muro Y3	58
Tabla 47. Fuerza Axial, Fuerzas cortantes y Momentos flectores del Muro Y4	58
Tabla 48. Fuerza Axial, Fuerzas cortantes y Momentos flectores del Muro Y5	58
Tabla 49. Derivas del Piso 1 en la dirección X	59
Tabla 50. Derivas del Piso 2 en la dirección X	59
Tabla 51. Derivas del Piso 3 en la dirección X	59
Tabla 52. Derivas del Piso 4 en la dirección X	60
Tabla 53. Derivas del Piso 1 en la dirección Y	60
Tabla 54. Derivas del Piso 2 en la dirección Y	60
Tabla 55. Derivas del Piso 3 en la dirección Y	61
Tabla 56. Derivas del Piso 4 en la dirección Y	61
Tabla 57. Fuerzas cortantes del Piso 1 en la dirección X	61
Tabla 58. Fuerzas cortantes del Piso 2 en la dirección X	62
Tabla 59. Fuerzas cortantes del Piso 3 en la dirección X	62
Tabla 60. Fuerzas cortantes del Piso 4 en la dirección X	62
Tabla 61. Fuerzas cortantes del Piso 1 en la dirección Y	63
Tabla 62. Fuerzas cortantes del Piso 2 en la dirección Y	63
Tabla 63. Fuerzas cortantes del Piso 3 en la dirección Y	63
Tabla 64. Fuerzas cortantes del Piso 4 en la dirección Y	64
Tabla 65. Comparación de cortantes máximos en la base según el caso de carga.	64
Tabla 66. Cortantes de entrepisos según casos de carga en dirección X.	65
Tabla 67. Cortantes de entrepisos según casos de carga en dirección Y.	66
Tabla 68. Comparación de desplazamientos máximos en el último nivel	67
Tabla 69. Desplazamientos máximos en X de entrepisos según los casos de carga	68
Tabla 70. Desplazamientos máximos en Y de entrepisos según los casos de carga	68
Tabla 71. Derivas máximas de los entrepisos según casos de cargas en la dirección X. ...	69
Tabla 72. Derivas máximas de los entrepisos según casos de carga en la dirección Y.	69
Tabla 73. Cuadro de comparación de solicitaciones máximas por el análisis modal espectral y tiempo historia para entrepisos	70

Índice de Figuras

Figura 1. Historias de aceleración, velocidad y desplazamientos.....	17
Figura 2. Registro de sismo 2007 sin filtro.....	18
Figura 3. Acelerograma del sismo 15 de agosto del 2007	18
Figura 4. Registro de sismo 2012 sin filtro	19
Figura 5. Acelerograma del sismo 30 de junio del 2012.	19
Figura 6. Registro del sismo 2011 sin filtro.....	20
Figura 7. Esquema de Arquitectura de la edificación, vista en Planta.....	21
Figura 8. Modelamiento de la edificación en el Programa ETABS 2016.....	32
Figura 9. Aceleración espectral (S_a/g) para las direcciones X e Y según la norma E.030-2018	34
Figura 10. Definición de la función espectral (Responde spectrum)	34
Figura 11. Asignación de la aceleración espectral de diseño RNE-2014.....	35
Figura 12. Aceleración espectral utilizada para el análisis modal espectral.....	35
Figura 13. Creación de los casos de carga (Load cases)	36
Figura 14. Definición de los casos de carga por la aceleración espectral en dirección X, de manera similar la dirección en Y.	36
Figura 15. Tiempos y aceleraciones para crear registro de sismo de Pisco 2007.....	42
Figura 16. Acelerogramas del sismo 30 de junio del 2011	43
Figura 17. Asignación de los acelerogramas al software ETABS 2016.	43
Figura 18. Definición de la función tiempo historia (time history)	44
Figura 19. Comparación en cortantes en la base dirección X.....	65
Figura 20. Comparación de cortantes en la base dirección Y.....	65
Figura 21. Comparación de cortante por piso dirección X	66
Figura 22. Comparación de cortante por piso dirección Y	67
Figura 23. Comparación de desplazamientos en X – ultimo nivel.....	67
Figura 24. Comparación de desplazamientos en Y – ultimo nivel.....	68
Figura 25. Comparación de derivas máximas de entrepiso en X.....	69
Figura 26. Comparación de derivas máximas de entrepiso en Y.....	70

RESUMEN

La presente tesis contempla el análisis comparativo entre el modal espectral y tiempo historia empleado a una edificación de albañilería confinada de cuatro pisos en el centro histórico del distrito de Parcona, el cual tuvo como objetivo comparar los resultados obtenidos en función a los casos de cargas por los análisis sísmicos indicados según la norma E.030 “Diseño Sismorresistente” que fueron extraídos mediante el programa ETABS 2016 con el fin de entender mucho más la aplicación de estos métodos dinámicos.

La edificación a la cual se realizó la comparación de métodos de análisis sísmico es albañilería confinada de 4 pisos, en un suelo tipo S2 y en una zona de sismo 4 estos según lo contemplado en la norma E.030.

Los registros de aceleración que se utilizaron para el análisis tiempo historia, acelerogramas y sismos representativos son de Pisco 2007, Lima 2011 y Lima 2012, los cuales son escalados con una aceleración espectral según la norma E.030.

Los resultados que se compararon al final son los adquiridos por el método dinámico modal espectral con el espectro de aceleración de la Norma E.030, los 3 análisis tiempo historia, en función a los parámetros como fuerza cortante basal, derivas y desplazamientos del último nivel, de los cuales se concluye que el análisis sísmico modal espectral es en promedio 30.56% mayor que el análisis tiempo historia.

Palabras clave: análisis sísmicos, método modal espectral, método tiempo historia, respuestas sísmicas, registros de aceleración.

ABSTRACT

The present thesis contemplates the comparative analysis between the spectral modal and the history time used in a confined four-story masonry building in the historic center of the Parcona district, which aimed to compare the results obtained based on the cases of loads by the seismic analyzes indicated in the E.030 "Seismic-resistant Design" standard that were extracted through the ETABS 2016 program in order to better understand the application of these dynamic methods.

The building to which the seismic analysis methods were compared is confined 4-story masonry, on a S2 type soil and in a seismic 4 zone, as contemplated in the E.030 standard.

The acceleration records used for the analysis of time history, accelerograms and representative earthquakes are from Pisco 2007, Lima 2011 and Lima 2012, which are scaled to spectral acceleration according to the E.030 standard.

The results that were compared at the end are those acquired by the spectral modal dynamic method with the acceleration spectrum of Standard E.030, the three time-history analyzes, based on parameters such as basal shear force, drifts and displacements of the last level, of which it is concluded that the spectral modal seismic analysis is on average 30.56% greater than the time-history analysis.

Keywords: seismic analysis, spectral modal method, time history method, seismic responses, acceleration records

I. INTRODUCCIÓN

Nuestro país Perú esta propenso a obtener eventos sísmicos de alta magnitud ya que está situado en el cinturón de fuego de pacifico, la ciudad de Ica y otras ciudades que se encuentran en la costa del país están pasando por un largo periodo de tiempo de silencio sísmico, manteniendo la vulnerabilidad y el gran temor ante la pronta llegada de un sismo de gran magnitud que podrían generar daños importantes en algunas edificaciones de albañilería u otros tipos de edificaciones, especialmente en aquellas edificaciones de albañilería construidas sin un equipo de especialistas, aun mas sin conocer las características de suelo que soportan la edificaciones los cuales podrían generar mayores daños.

Los daños a diferentes tipos de edificaciones producidos por un evento sísmico han obligado a los ingenieros a realizar investigaciones continuas desde mediados del siglo pasado hasta nuestra actualidad, para asegurarse que estas edificaciones tengan la resistencia suficientes para proteger la vida de su ocupante y puedan tener un buen comportamiento estructural durante un acontecimiento de un sismo de mediana y gran magnitud. Como ingenieros nuestra objetivo principal es encontrar una solución económicamente factible y duradera, la cual satisfaga, la necesidad de la población del distrito de Parcona provincia y departamento de Ica, además deben ser segura y duraderas, para que así la población que construyen estos tipos de edificaciones los mayores beneficiados. Entonces, al tratar de dar soluciones a los problemas mencionados, las entidades de estado junto con los comités técnicos fueron publicando normas de diseño sísmico y así poder prever daños estructurales futuros en las edificaciones con el propósito de indagar solicitaciones sísmicas, las cuales se dieron de manera inherentemente en toda la edificación expuesta frente a un evento sísmico (desplazamiento, deformaciones, reacciones, etc). Las normas de edificación se han ido formando de acuerdo al aumento de los conocimientos acerca del comportamiento de las edificaciones. La actual norma sísmica peruana E.030 - 2018 "diseño sismorresistente" se vale de dos métodos, el primero es un análisis sísmico estático y el segundo un análisis sísmico dinámico, y este a su vez con dos modalidades, uno como Análisis Modal

Espectral y el otro como Análisis Tiempo Historia (llamado también Análisis de Paso a Paso). Sin embargo el análisis modal espectral es un método más utilizado en la determinación de esfuerzos y desplazamientos en edificaciones, pues nos permite utilizar un espectro de respuesta generado con una elocuente cantidad de sismos peculiares normalizados a la aceleración de diseño de la zona del lugar de la edificación, en cambio el método de análisis tiempo – historia nos basaremos en el Lineal Estático es un muy buen método en el cálculo de las fuerzas sísmicas para los edificios, este nos deja conocer la fuerza en cualquier instante, quiere decir la fuerza en función del tiempo, de esa forma es factible conocer el comportamiento de la edificación paso a paso y en cualquier momento del tiempo con la desventaja que se realiza con la aplicación de un solo sismo. Frente al panorama, nuestra investigación busca emplear los métodos sísmicos de análisis descrito en la norma E.030 para estructuras de albañilería confinada con el propósito de poder contrastar las solicitaciones de dicha estructura. Por lo que se plantea analizar una edificación de albañilería confinada de 4 pisos, según las disposiciones de la Norma E.030-2018. Una vez modelada en el programa ETABS 2016, se procede a realizarle los métodos de análisis sísmicos descritos en la normativa sismorresistente para comparar los resultados.

Formulación del problema:

El problema principal de la investigación es: ¿Cuál será la variación de resultados al realizar el análisis mediante el método dinámico Modal Espectral y el método dinámico Tiempo Historia aplicado a una edificación de albañilería confinada en Parcona, Ica - 2020?

Problemas específicos

Así mismo, se destaca como preguntas específicas las siguientes:

- ¿Cuál es la variación de los desplazamientos laterales entre el análisis sísmico por el método dinámico modal espectral y el método dinámico tiempo historia aplicado a una edificación de albañilería confinada en Parcona, Ica - 2020?
- ¿Cuál es la variación de derivas entre el análisis sísmico por el método dinámico modal espectral y el método dinámico tiempo historia aplicado a una edificación de albañilería confinada en Parcona, Ica - 2020?

- ¿Cuál es la variación de las fuerzas entre el análisis sísmico por el método dinámico modal espectral y el método dinámico tiempo historia aplicado a una edificación de albañilería confinada en Parcona, Ica - 2020?

Objetivos

Al desarrollar esta investigación se planteó como objetivo general:

Analizar y comparar las respuestas sísmicas del método dinámico Modal espectral y método tiempo Historia aplicado a una edificación de albañilería confinada en Parcona, Ica - 2020.

Objetivos específicos

Así también, los objetivos específicos de este estudio buscan:

- Analizar y comparar los desplazamientos laterales entre el análisis sísmico del método dinámico Modal espectral y método dinámico tiempo Historia aplicado a una edificación de albañilería confinada en Parcona, Ica - 2020.
- Analizar y Comparar las derivas entre el análisis sísmico por el método dinámico Modal espectral y método dinámico tiempo Historia aplicado a una edificación de albañilería confinada en Parcona, Ica - 2020.
- Analizar y comparar las fuerzas cortante entre el análisis sísmico por el método dinámico Modal espectral y método dinámico tiempo Historia aplicado a una edificación de albañilería confinada en Parcona, Ica - 2020.
- Analizar y comparar los resultados sísmicos de una edificación bajos dos distintos tipos de análisis.

La presente investigación se justifica de manera teórica ya que tiene el propósito de realizar un análisis comparativo entre los dos principales métodos de análisis sísmicos dinámicos por un programa de software ETABS 2016. Con el propósito de dar a conocer a los ingenieros a nivel nacional e internacional las ventajas y desventajas de cada uno de los métodos de análisis dinámicos aplicados a una estructural de albañilería estructural. De este modo salvaguardar la edificación y la vida humana ante fenómenos sísmicos que son propensos a ocurrir en cualquier momento ya que Ica está ubicada en una zona donde hay actividad sísmica.

De otro modo la presente investigación se justifica de manera tecnológica que mediante la utilización del software de diseño y análisis estructural ETABS 2016, se realizara un análisis comparativo de resultados del método dinámico modal entre el método dinámico tiempo – historia, tales como desplazamientos máximos, derivas y fuerzas.

Así mismo, la investigación se justifica de manera metodológica que se plantea evaluar ambos métodos de análisis estructural, modal espectral y tiempo – historia a una misma edificación. Identificando en cada caso el comportamiento estructural de la edificación.

En este estudio las limitaciones son propias en vista del problema por el que está atravesando nuestro País y la humanidad ante la coyuntura del COVID-19. Por otro lado, el proyecto es factible dado que los investigadores cuentan con la capacidad requerida, los recursos, materiales, humanos y económicos, para llevar a cabo el estudio.

Por esta razón planteamos hacer como tema de investigación el análisis comparativo del método dinámico modal espectral y el método dinámico tiempo historia empleado a una edificación de albañilería confinada en Parcona, Ica - 2020 con el fin de comprender mucho más sobre cómo aplicar estos métodos de análisis sísmicos.

II. MARCO TEÓRICO

Para poder hacer nuestra investigación se hicimos la indagación de información y antecedentes con estudios en el marco de las variables analizadas, a nivel internacional, nacional y regional, de los cuales serán especificados a continuación:

A nivel internacional en el proceso de búsqueda de información hemos encontrado los siguientes trabajos e investigaciones:

VILLAMIL Karen y TARQUINO, Davir (2018) en la tesis titulada “Comparación del método lineal elástico y método lineal dinámico en estructuras a porticadas en concreto reforzado” Universidad Católica de Colombia. Tuvo como objetivo principal Comparar como se desempeña una estructura a porticada de concreto reforzado con el método elástico estático lineal y análisis dinámico línea usando modelos estructurales apoyado de un software especializados, la metodología utilizada por los investigadores es descriptiva, no experimental. En sus conclusiones principales a la que llego: se determinó veinte pórticos en concreto reforzado diseñados con el método dinámico lineal y el método elástico – estático lineal, con fuerza horizontal según la zona sísmica trata en estudio (zona 2 piedemonte). Se usa un modelo estructural apoyándose de un software especializado como lo es ETABS-2016. Se cumple así lo establecido según la Norma NSR-10, contrastando entre estos dos métodos se pudo realizar un reconocimiento sobre estabilidad de cada uno de los métodos y se evidencio que cumplía; dado que los desplazamientos se evidenciaron principalmente en el análisis dinámico lineal, concluyendo que el diseño estructural de concreto reforzado era superior en resistencia y rigidez para diseños del análisis dinámico.

RODRIGUEZ, Diego (2016). En su tesis titulada “Análisis sismorresistente mediante el Método Modal Espectral de un edificio Habitacional ubicado en la comuna de Tomé, Universidad Católica de la Santísima Concepción, Chile”. Su objetivo principal es evaluar el edificio habitacional “Don Guillermo”, para ser catalogado como solución de evacuación vertical ante tsunamis, a través de cálculos superficiales y estructurales que diagnostican las fallas de la vía.

La metodología usada por el investigador de tipo cuantitativa, descriptiva, la principal conclusión a la que llego es: que el estudio revelo muchas carencias en las estructuras debido a los terremotos ingresado en el análisis. Estas deficiencias nacen de un mal diseño de la distancia entre los módulos a consecuencia de las juntas de dilatación, esto ocasiona un mal desempeño sísmico en la edificación, ya que los desplazamientos que se obtuvieron con el método modal espectral y con el análisis tiempo – historia son superiores a la separación entre edificios, generando choque entre los módulos. Finalmente, se destacó la importancia de hacer un análisis tiempo – historia junto con el análisis modal espectral en las edificaciones porque nos permite saber su comportamiento frente a registros sísmicos fuertes y así analizar sus posibles fallas y sus respectivas soluciones.

ARAGADOVAY, Luis (2016). En su Trabajo de investigación titulado “Análisis comparativo utilizando el método tiempo – historia con el espectrograma del sismo el centro y la norma ecuatoriana de la construcción NEC 2015.” Universidad Técnica de Ambato – Ecuador. Su objetivo fue evaluar las respuestas dadas por el método tiempo – historia con el espectrograma del sismo del centro y la NEC 2015, las cuales fue tener un análisis que compare los dos tipos de métodos apoyados por un software especializado en estructuras, la metodología utilizada por el investigador es de nivel exploratorio, explicativo y descriptivo. En sus conclusiones se llegó que al usar la norma ecuatoriana de la construcción (NEC) con todo los parámetros para un diseño de estructuras sismo resistentes obteniendo una estructura que pueda trabajar bien frente a sismos moderados, además con respecto a la masa dinámica como cita la norma tiene que ser con el 90% de las masas totales y así tener un coeficiente sísmico que pueda hacer que la estructura tenga un buen comportamiento frente a cargas dinámicas. Si se hace un análisis dinámico lineal tiempo – historia con cualquier espectrograma de un sismo severo, la participación de masa de la estructura se tiene que usar el 100% de masa dinámica.

En la revista de investigación de la Universidad Autónoma Tomás Frías, Bolivia (2018); “Estudio del comportamiento de la albañilería confinada en el análisis

estático y dinámico para la ciudad de Potosí, Bolivia”, de las cuales abarcaron varios métodos de investigación: el empírico, estadístico, matemático y teórico. De esta manera en unas de sus conclusiones finales afirma que la albañilería en sí, presenta un comportamiento bueno en un análisis estático, pero en un análisis dinámico la albañilería necesitaría refuerzo dado que es incapaz de absorber los esfuerzos axiales de tracción con un complemento efectivo confinarlas en vigas y columnas de concreto.

A nivel nacional se buscó información donde logramos encontrar los siguientes trabajos e investigaciones:

ROJAS, Dante (2017) en su tesis titulada “Comparación entre el método estático y el método dinámico (modal espectral y tiempo historia) aplicado a una edificación multifamiliar de cuatro niveles de albañilería confinada en la ciudad de Cajamarca”, Universidad Nacional de Cajamarca. Tuvo como propósito definir el orden de mayor a menor de los métodos de análisis sísmicos indicados en la norma E.030 en función de las solicitaciones demandadas. Unas de sus conclusiones fueron: “se definió el orden de prelación en función de las solicitaciones demandadas del análisis sísmico según la norma E.030 son: el análisis estático, el análisis moda espectral y el análisis modal tiempo historia. También otra de sus conclusiones es que el análisis sísmico estático con un promedio 23% es mayor al análisis modal espectral y mayor en un 183% al análisis modal tiempo historia.

ESPINOZA, Alejandro y QUINTO, William (2018) en su tesis titulada “Estudio comparativo de respuestas sísmicas entre modal espectral y tiempo-historia aplicado a un edificio 16 pisos en el distrito de Magdalena del Mar – Lima, 2018”, Universidad Cesar Vallejo. Tuvo como objetivo principal analizar y comparar las respuestas sísmicas entre un análisis dinámico modal espectral y un análisis dinámico tiempo historia en la estructura de un edificio de 16 pisos ubicado en Magdalena de Mar – Lima, la metodología usada en el estudio es de tipo enfoque cuantitativo – No experimental, la muestra de estudio viene a ser los elementos estructurales por ser único cada elemento en su comportamiento estructural. Una de sus conclusiones fue que para los 3 casos comparativos los valores obtenidos por el método tiempo historia superan al

método modal espectral. También concluyo que no se tiene argumentos a favor de la hipótesis planteada que la fuerza varía en un 20%. Entre un método modal espectral y el método tiempo historia para la edificación alta de 16 pisos.

GALLEGOS, Carlos (2018) en su tesis titulada “Comparación de los métodos de análisis sísmico tiempo historia lineal elástico y modal espectral” Universidad Nacional de San Agustín – Arequipa. Su propósito principal fue contrastar los resultados de análisis sísmico de un método Modal Espectral y uno de Tiempo Historia Lineal Elástico, de tal manera conocer cómo se comporta una edificación con dos tipos de análisis. Una de sus conclusiones a la que llegó: se afirmó que un diseño de una edificación con un análisis modal espectral según Norma E.030 es idéntico a un diseño de la edificación con alguno de los análisis Tiempo Historia no modificado (TH Lima, TH Moquegua, TH Pisco) dado que los resultados de desplazamientos y fuerzas son parecidos. También concluyo que una edificación diseñada con las fuerzas del análisis modal espectral es muy probable que necesite un rediseño o una revisión si en caso se usaran las fuerzas de los análisis Tiempo Historia Espectro Compatibles (TH Lima EC, TH Moquegua EC, TH Pisco EC), dado que estos llegan a ser mayores.

LOPEZ HUAMAN, Erwin (2018) en su tesis titulada “Análisis comparativo de las respuestas sísmicas de una vivienda de albañilería confinada de cuatro niveles con distintos casos de configuración arquitectónica”, Universidad Peruana Unión. Tuvo como objetivo principal evaluar la respuesta sísmica de un inmueble de albañilería confinada de 4 niveles bajo diferentes casos de configuración arquitectónica, de tal manera se realizó un análisis comparativo de las fuerzas y esfuerzos internos obtenidos para distintos casos de configuración arquitectónica, también realizar un análisis comparativo de los desplazamientos relativos para distintos casos de configuración arquitectónica. El método de investigación a emplear fue con un enfoque cuantitativo, de tipo correlacional – exploratoria. Además de presentar un diseño de investigación experimental. Como conclusión general definió que el porcentaje de aberturas de una vivienda de albañilería confinada puede ser tomado como un criterio preventivo de seguridad en la que se establece un límite aconsejable en cuanto

a configuración arquitectónica, a que el aumento de aberturas provoca resultados desfavorables en la respuesta sísmica.

En el transcurso de la búsqueda de información logramos encontrar los siguientes trabajos previos a nivel regional:

SALDAÑA CRUZADO, Félix Melchor (2019), en su tesis: “Evaluación del desempeño sísmico de edificaciones esenciales – pabellón de emergencias del hospital regional de Ica - 2019”. El objetivo general de la tesis fue hallar el desempeño sísmico de la edificación esencial – sector de emergencias en el hospital regional de Ica. Su metodología fue carácter aplicado – descriptivo, tratándose de un diseño no experimental – transversal, empleando el método científico. Así mismo el autor pudo concluir que al considerar los resultados extraídos el análisis se pudo establecer que hay más de 10 elementos que tenderían a fallar frente a un evento sismo muy raro. Esto conlleva a que se verifique que conforme a la Norma E.030 modificatoria 002-2014 del RNE esta no llega a cumplir con los modos de vibración y también influye en la reacción natural no esperada de la edificación.

Se presentan las teorías relacionados a esta investigación que son de gran importancia de los cuales servirán de apoyo para interpretar la materia de estudio, los cuales se detallan a continuación:

- Albañilería confinada

Aquella conformada por losas macizas o aligeradas sostenidas en muro de ladrillo, al mismo que se le colocan elementos de concreto armado en dicho perímetro. (Abanto Flavio, 2017, p. 19).

Además, San Bartolomé, Quiun y Silva (2011, p. 29) dice que es aquella que está rodeada con elementos de concreto armado (excluyendo su cimentación que en ocasiones tiende a ser de concreto ciclópeo).

- Comportamiento sísmico de la albañilería

Se puede expresar por la acción compuesta monolítica de muro con los elementos de confinamiento. Según Pari & Manchego (2017, p.6) define “esta acción compuesta existe debido al dentado entre las paredes y columnas que

es una de las características clave de la construcción de la albañilería confinada”.

Adicionalmente, San Bartolomé, Quiun y Silva (2011, p. 152), considera el comportamiento sísmico real de muros portantes, en viviendas de adobe y albañilería sin reforzar sufrieron más daño en pasados eventos sísmicos, por ser las más vulnerables.

- Análisis estructural

Estructuración y requisitos mínimos

Diafragma rígido

San Bartolomé, Quiun, y Silva (2011, p. 194) definen a un diafragma rígido como aquella lámina que no tiende a flexionarse o deformarse frente a cargas contenidas. La norma E.070 nos indica que es preferible que las construcciones cuenten con diafragmas continuos y rígidos, quiere decir, que la cimentación y losas lleguen actuar como elementos que incorpore a los muros portantes, haciendo que haya similitud en sus desplazamientos laterales.

Configuración del edificio en planta y elevación

La norma E.070 “Albañilería” y la E.030 “diseño sismorresistente”, nos indica que las edificaciones de preferencia deben ser formas adecuadas que haga que tengan un buen comportamiento sísmico. San Bartolomé, Quiun y Silva (2011, p.197), recomiendan con respecto a la planta, tienen que elegirse formas simples rectangulares y evitando configuraciones que sean de formas irregulares, como T, L, H, U y parecidas, a menos que se encuentren separadas por juntas verticales en bloques rectangulares. De otra forma, podría agrietarse la losa en las esquinas cuando cada franja intente desplazarse de manera independiente durante un evento sísmico.

Por otro parte, se tiene que buscar simetría en planta, de rigideces tanto como de masas, de manera que los efectos de torsión se reduzcan. De tal forma que el centro de masa pueda coincidir con el centroide geométrico de la planta de la edificación.

Con respecto a la elevación, se debe preferir proporciones de ancho y altura del edificio, medido en un plano en elevación, menores a 4, para que de esta forma mitigar los esfuerzos de compresión por flexión en los talones de los muros. Por otra parte, la norma E.070 señala la máxima altura de las edificaciones de albañilería confinada en 15m o 5 pisos, dado que no se sabe su comportamiento sísmico para alturas mayores de este tipo de estructura; en cambio, no hay límite en la altura para las edificaciones que son de albañilería armada.

También es de importancia que la densidad de los muros tiene que ser parecida en sus dos principales direcciones de la edificación. En varios casos, tiene poca longitud la dirección paralela a la fachada, es por ello que comúnmente en esa dirección no logra tener una apropiada cantidad de muros; eso se resuelve integrando muros, columnas o placas de concreto armado y así orientando su mayor peralte en la dirección corta.

Dimensionamiento de los muros

Espesor efectivo “t”

San Bartolomé, Quiun y Silva (2011, p. 205) manifiestan el espesor efectivo “t” es el espesor apropiado del muro con fines estructurales. Se extrae descontando el espesor bruto, las bruñas y tarrajeos.

Sin embargo, la Norma E.070 nos fija una relación entre el espesor efectivo “t” y la altura libre “h” del muro dependiendo de la zona sísmica según la Norma E.030.

$$t \geq \frac{h}{20} \text{ (zonas sísmicas 2 y 3)}$$

$$t \geq \frac{h}{25} \text{ (zonas sísmicas 1)}$$

Densidad mínima de muros reforzados y muros a reforzar

En la norma E.070 recomienda que para precaver la destrucción total de las edificaciones pidiendo que haya cierta cantidad de muros reforzados en cada dirección por lo que la densidad mínima de muros se saca a través de la resolución de área de corte de los muros reforzados orientado en una precisa

dirección, dividida entre el área de la planta típica.

$$\frac{\text{area de corte de los muros reforzados}}{\text{area de la planta típica}} = \frac{\sum L.t}{A_p} \geq \frac{Z.U.S.N}{56} \quad (1-1)$$

Dónde: Z, U y S vienen a ser los factores de suelo, importancia y zona sísmica, especificados en la Norma E.030 “Diseño sismorresistente”

“N” (número de pisos)

“L” (longitud total de los muros)

“t” (espesor efectivo de muro)

Metrado de cargas y centro de masa

San Bartolomeo, Quiun y Silva (2011, p) explica el cálculo de las cargas verticales, llamadas también carga de gravedad en los muros las cuales incitan esfuerzos axiales en los muros. Asimismo, en el valor de la resistencia a fuerza cortante de los muros influyen las cargas de gravedad.

Hay dos tipos de cargas de gravedad; cargas muertas y cargas vivas. En el RNE la norma E.020 “cargas” se encuentra los valores unitarios de las cargas.

Las cargas verticales pueden ser divididas en cargas directas e indirectas. Las directas actúan sobre el muro, tales como su peso propio, el de las columnas, la solera, dinteles y algún otro elemento que se construya en el plano del muro (tabiques, alfeizeres, etc.).

- **Análisis sísmico**

Es el estudio del cómo se comporta la estructura ante posibles movimientos telúricos, consiguiendo la respuesta en fuerzas producidas en diversos elementos del edificio y sus desplazamientos. (Hernández, 2012, p.19)

Así mismo, (Salinas, 2012) manifiesta que es el cálculo a las estructuras antisísmicas que tiene como prioridad hallar los momento internos y las fuerzas generadas a las generadas a las cargas horizontales, para realizar un diseño adecuado.

Procedimiento de Análisis sísmico

Según el Capítulo 4, Artículo 24 de la Norma E.030-2018 “diseño sismorresistente”, en los procedimientos de análisis sísmico se utilizan:

- Análisis Estático
- Análisis dinámico

El análisis se hace con un modelo de comportamiento lineal y elástico con las sollicitaciones sísmicas reducidas.

El procedimiento de análisis dinámico tiempo – historia, puede utilizarse con fines de verificación.

- Análisis estático

Según capítulo 4. De la norma E.030-2018 “diseño sismorresistente” conocido como método de las fuerzas equivalentes, representando las sollicitaciones sísmicas por medio de un conjunto de fuerzas que actúan en el centro de masas de cada nivel de la edificación. De las cuales existen ciertas limitaciones en la aplicación de este método:

- Aplicable para edificaciones irregulares o regulares ubicados en la zona 1.
- La altura debe ser menos de 45 metros.
- Albañilería y estructuras con muros de concreto armado de no más de 15 metros de altura, aun cuando sean irregulares

- Métodos de análisis dinámico

Determinan las cargas incluido los defectos de distribución de la masa, la geometría y material de la estructura, en cambio la Fuerza horizontal equivalente, está basado en expresiones y factores empíricos, y en la suposición que esté controlado el comportamiento estructural por el primer modo de vibración. (Rochel Awad, 2012)

- Análisis dinámico

Es un procedimiento matemático que resuelve las ecuaciones del equilibrio dinámico, con la resistencia y rigidez de la estructura y dentro del rango de

respuesta lineal, sacando así las deformaciones y esfuerzos bajos una excitación variante en el tiempo. Puede ser de dos tipos: espectral, en la que la respuesta dinámica máxima se determina por la aceleración que corresponde al periodo de vibración, o cronológico, en el que la respuesta dinámica es una función de tiempo y varia con la señal sísmica. (AIS, 2010, p., A-130)

- Análisis modal espectral

“El análisis modal se utiliza para determinar los modos de vibración de una estructura, esos se emplean para entender el comportamiento de la estructura”. (López, 2017, p.28)

Así mismo, también puede mencionarse que es un método muy bueno para poder estimar fuerzas y desplazamientos en los elementos de un sistema estructural. Implica el cálculo solo de los valores máximos de las aceleraciones - y desplazamientos – en cada modo utilizando un espectro de diseño, este representa la envolvente o el promedio de espectros en los códigos de diseño. (Salinas Rafael, CISMID, p. 20)

También se precisa que para el método modal espectral se toma en cuenta las propiedades dinámicas de la estructura, tales como su forma de vibrar y la distribución de cada modo en la respuesta. Esto con la finalidad de reproducir aproximación en el comportamiento estructural real ante acciones sísmicas. (Donobhan, 2007, p.25)

- Aceleración espectral

Es el espectro de diseño inelástico que se debe usar para calcular las variaciones de velocidad con respecto al tiempo mediante el periodo del elemento estructural en cada dirección de cálculo el cual se define por la ecuación:

$$S_a = \frac{ZUCS}{R} * g \quad (1-2)$$

Donde:

Sa: Aceleración espectral (m/s²)

g: gravedad m/s²

- Desplazamientos laterales y derivas

En una construcción los desplazamientos que afectan a la estructura son las cargas por gravedad y las fuerzas laterales las cuales son elástico según indica el RNE E.030 que se muestra:

$$D_{inelastico} \geq \begin{cases} 75\% D_{elastico} & \text{edificios regulares} \\ 100\% D_{elastico} & \text{edificios irregulares} \end{cases} \quad (1-3)$$

Las derivas o distorsiones son desplazamiento entre pisos como indica en la norma E.030, los cuales se calculan a continuación:

$$\gamma_i = \frac{\Delta_i - \Delta_{i-1}}{h} \quad (1-4)$$

Donde:

Δ_i : Desplazamiento por piso (m)

h : Elevación de entrepiso (m)

Tabla 1. Distorsiones máximas del entrepiso

LIMITES PARA LA DISTORSION DEL ENTREPISO	
Material	Δ_i/h_{ei}
Concreto armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0.005

Fuente: RNE E.030-2018

- Espectro de respuesta

Se establece por los registros sísmicos el cual se asume el periodo natural en el rango, es decir los valores positivos, dando como resultado nuevos valores las cuales se extraen los máximos incondicionales (negativo y/o positivo) los cuales los valores que se comparan con el periodo son: aceleración, velocidad y desplazamientos.

- Análisis dinámico tiempo historia

Según el capítulo 4, del artículo 27 de la norma E.030 - 2018 “diseño sismorresistente”, precisa que este análisis puede aplicarse como un medio con fines de verificación con respecto al análisis estático y al análisis dinámico modal espectral. El cual este análisis puede aplicarse como un modelo matemático que estudia los comportamientos histeréticos de los elementos, expresando la respuesta ante un conjunto de aceleraciones del terreno constituyendo ecuaciones de equilibrio.

Además, el análisis tiempo historia es usado para hallar la respuesta dinámica bajo una carga arbitraria. Cualquier número de casos de cargas tiempo historia puede ser definido de las cuales puede diferir en la carga aplicada en el tipo de análisis a ser realizado.

- Registro de aceleración

Para (Alva, 2015), el registro se consigue mediante acelerógrafos y acelerogramas se consigue en función al registro tiempo historia, estos incluirán dos componentes ortogonales, es decir fuerzas verticales y fuerzas horizontales. Cada grupo de registros de aceleraciones del terreno tendrá un par de componentes de aceleración horizontal, escaladas y escogidas de eventos individuales. Se llevó a interpretar las frecuencias sísmicas con respecto a la distancia del hipocentro, por ello es de importancia determinar las velocidades y desplazamientos.

Además, según (Chávez, 2017) manifiesta que las historias de aceleración se obtendrán de eventos cuya distancia de falla, mecanismos de fuente y magnitudes sean resistentes con el máximo sismo. De no contar con el número requerido de registros, se puede utilizar registros simulados y así poder alcanzar el número total requerido.

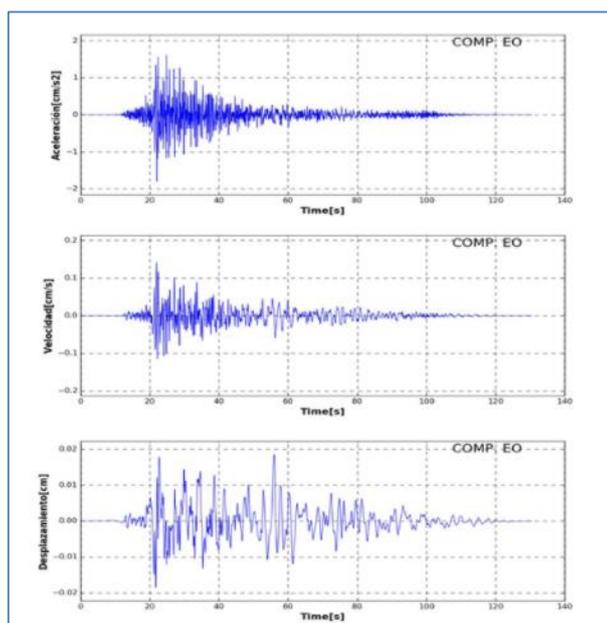


Figura 1. Historias de aceleración, velocidad y desplazamientos. (Fuente: UNI)

- Registro sísmico

Los registros sísmicos es un historial de todos los movimientos sísmicos que viene aconteciendo por medio de una institución, en el Perú el Instituto Geofísico (IGP), a través de sismógrafos, cuyo instrumento nos facilita conocer las características de cada sismo, brindándonos información como el epicentro, hipocentro, magnitud, ubicación a través de coordenadas geográficas.

Para la realización del análisis tiempo historia se utilizara 3 grupos de registros de aceleraciones, siendo el mínimo permitido según la E.030-2018, de los cuales son registros reales obtenidos en la base de datos del CISMID para poder elaborar un óptimo análisis. Cada conjunto de registros está constituido por variaciones de la velocidad con respecto al tiempo horizontal de las cuales están corregidas para cada evento.

Los registros sísmicos que se utilizaron para esta investigación son los de 15 de agosto del 2007 y sus lecturas fueron:

```

ICA002_20070815184058: Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
NATIONAL UNIVERSITY OF ENGINEERING
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
JAPAN-PERU CENTER FOR EARTHQUAKE ENGINEERING RESEARCH AND DISASTER MITIGATION (CISMID)
TUPAC AMARU AVENUE 1150 - LIMA 25 - PERU Postal Code 31-250 Lima 31
Telephone Numbers (51-1) 482-0777, 482-0790 FAX 481-0170
e-mail: f_lazares@uni.edu.pe http://www.cismid-uni.org

1. INFORMATION ABOUT THE SEISMIC STATION
STATION NAME      : UNICA
STATION CODE     : ICA002
STATION LOCATION  : San Luis Gonzaga National University, Ica, Ica
LATITUDE         : -14.088
LONGITUDE        : -75.732
ALTITUDE (m)     : 409
ACCELEROMETER MODEL : RION SM-10B
SAMPLING FREQUENCY (Hz) : 100

2. INFORMATION ABOUT THE EARTHQUAKE
DATE             : August 15, 2007
ORIGIN TIME (Local) : 18:40:58
LATITUDE        : -13.67
LONGITUDE       : -76.76
DEPTH (km)      : 40.00
MAGNITUDE       : 7.0 ML
INFORMATION SOURCE : IGP

3. INFORMATION ABOUT THE RECORD
RECORD TIME (Local) : 18:40:58
NUMBER OF SAMPLES  : 21807
MAXIMUM ACCELERATION : -272.82  333.66  192.04
DATA UNITS         : cm/s2

4. COMMENTS
BASELINE CORRECTED. BANDPASS (0.01-25) FILTERED. PROCESSED THANKS TO DR. AKIO ABE
AND TOKYO SOIL RESEARCH CO., LTD.

5. ACCELERATION DATA
      T           EW           NS           UD
0.0000  -0.2015  -0.7075  1.3257
0.0100  -0.1538  -0.3101  -0.6201
0.0200  -0.4800  -0.6862  -2.0637
0.0300  -0.6667  -0.2348  -0.2742
0.0400  -0.3037  -0.1436  -3.5169
0.0500  -1.5446  -0.1477  -2.1567

```

Figura 2. Registro de sismo 2007 sin filtro. (Fuente: CISMID)

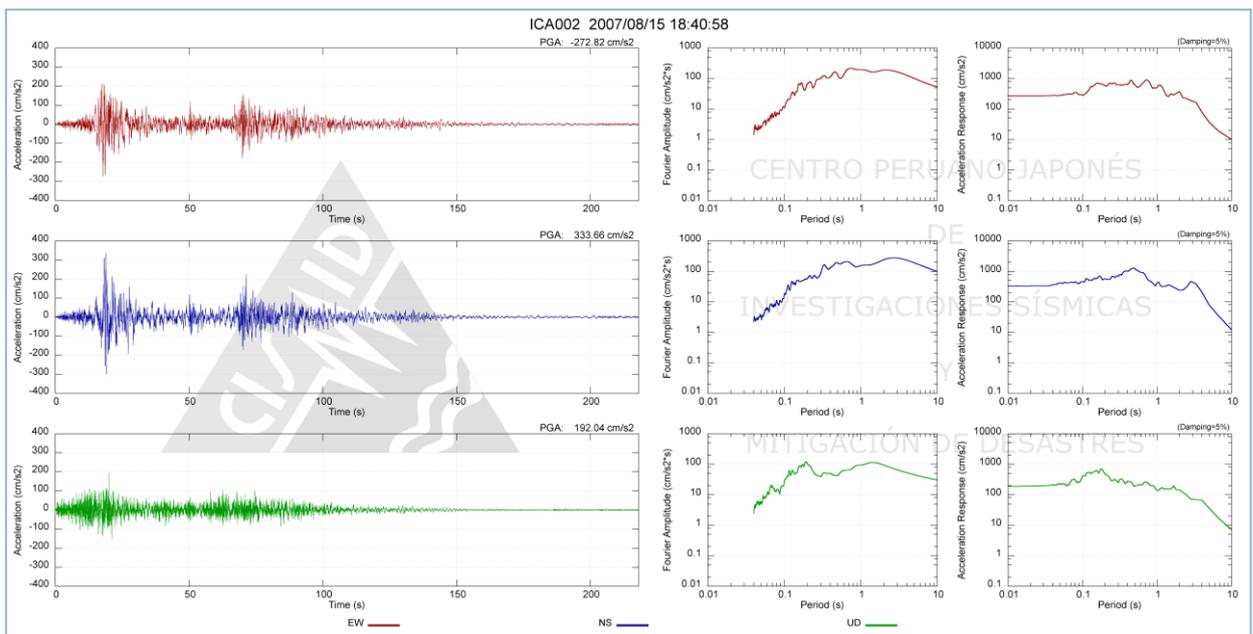


Figura 3. Acelerograma del sismo 15 de agosto del 2007 (Fuente: CISMID)

Los registros sísmicos que se utilizaron para esta investigación son los de 30 de junio del 2012 y sus lecturas fueron:

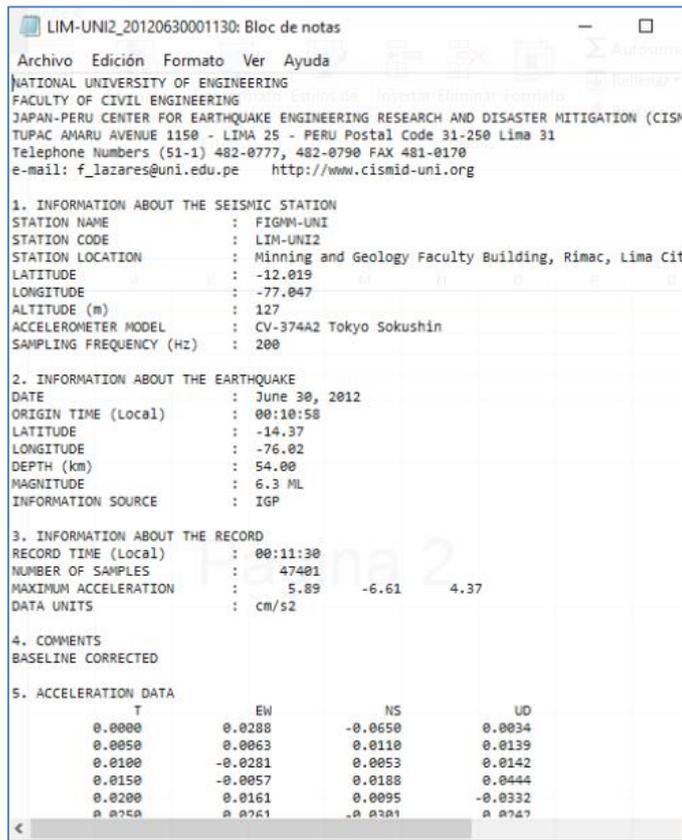


Figura 4. Registro de sismo 2012 sin filtro (Fuente: CISMID)

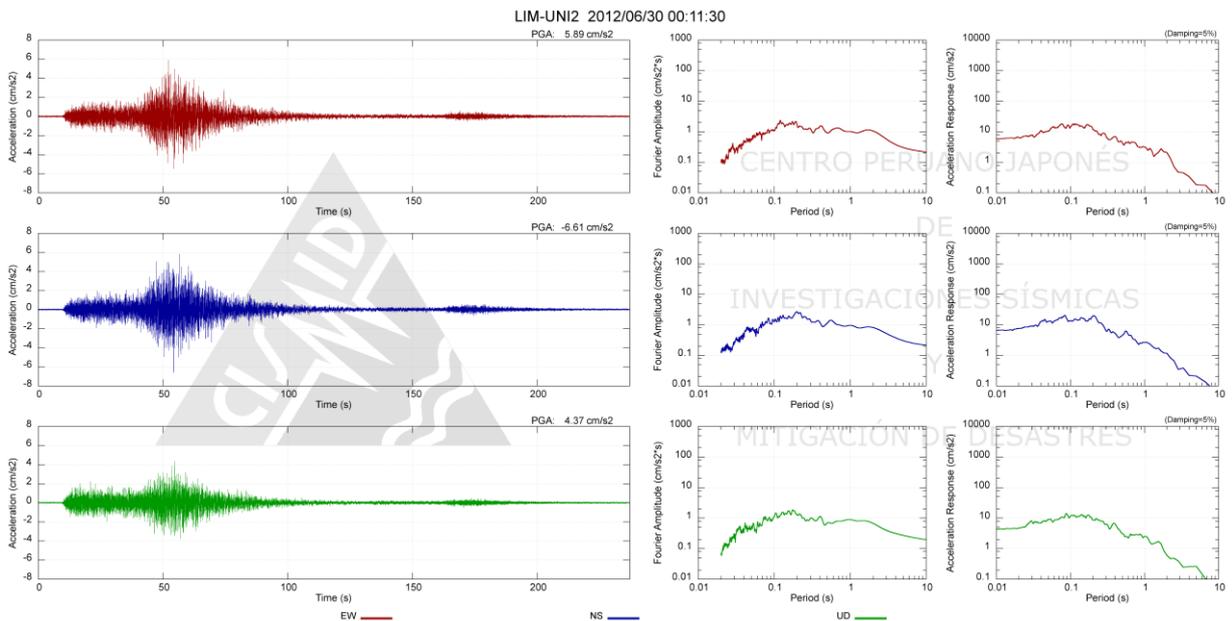


Figura 5. Acelerograma del sismo 30 de junio del 2012. (Fuente: CISMID)

Los registros sísmicos que se utilizaron para esta investigación son los de 28 de octubre del 2011 y sus lecturas fueron:

```

LIM-UNI4_20111028135517: Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
NATIONAL UNIVERSITY OF ENGINEERING
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
JAPAN-PERU CENTER FOR EARTHQUAKE ENGINEERING RESEARCH AND DISASTER MITIGATION (C
TUPAC AMARU AVENUE 1150 - LIMA 25 - PERU Postal Code 31-250 Lima 31
Telephone Numbers (51-1) 482-0777, 482-0790 FAX 481-0170
e-mail: f_lazares@uni.edu.pe http://www.cismid-uni.org

1. INFORMATION ABOUT THE SEISMIC STATION
STATION NAME      : Laboratorio Nacional de Hidráulica-UNI
STATION CODE     : LIM-UNI4
STATION LOCATION  : Hydraulic Laboratory Building, Rimac, Lima City
LATITUDE         : -12.020
LONGITUDE        : -77.050
ALTITUDE (m)     : 109
ACCELEROMETER MODEL : CV-374A2 Tokyo Sokushin
SAMPLING FREQUENCY (Hz) : 200

2. INFORMATION ABOUT THE EARTHQUAKE
DATE             : October 28, 2011
ORIGIN TIME (Local) : 13:54:34
LATITUDE        : -14.44
LONGITUDE       : -75.97
DEPTH (km)      : 24.00
MAGNITUDE       : 6.9 Mw
INFORMATION SOURCE : IGP

3. INFORMATION ABOUT THE RECORD
RECORD TIME (Local) : 13:55:17
NUMBER OF SAMPLES  : 28600
MAXIMUM ACCELERATION : 5.88      4.95      3.83
DATA UNITS         : cm/s2

4. COMMENTS
BASELINE CORRECTED

5. ACCELERATION DATA
      T           EW           NS           UD
0.0000      0.1370      -0.0443      0.0005
0.0050      0.1013      0.0217      0.0708
0.0100     -0.0833      -0.0999      0.0127
0.0150     -0.0469      -0.1009      0.0654
0.0200     -0.1318      -0.0985     -0.0666

```

Figura 6. Registro del sismo 2011 sin filtro (Fuente: CISMID)

La edificación para la aplicación del análisis de los métodos dinámico modal espectral y tiempo historia está ubicada en la ciudad de Ica (zona 4), cimentado sobre el suelo tipo S2 (suelo intermedio).

La edificación está constituida por 4 niveles, cada nivel tiene una sala comedor, una cocina, dos dormitorios, dos baños en el primer nivel y tres dormitorios, dos baños y un estudio en las demás plantas típicas como se aprecia en la figura 1. Su área techada es de 106.66 m² por cada nivel aproximadamente.

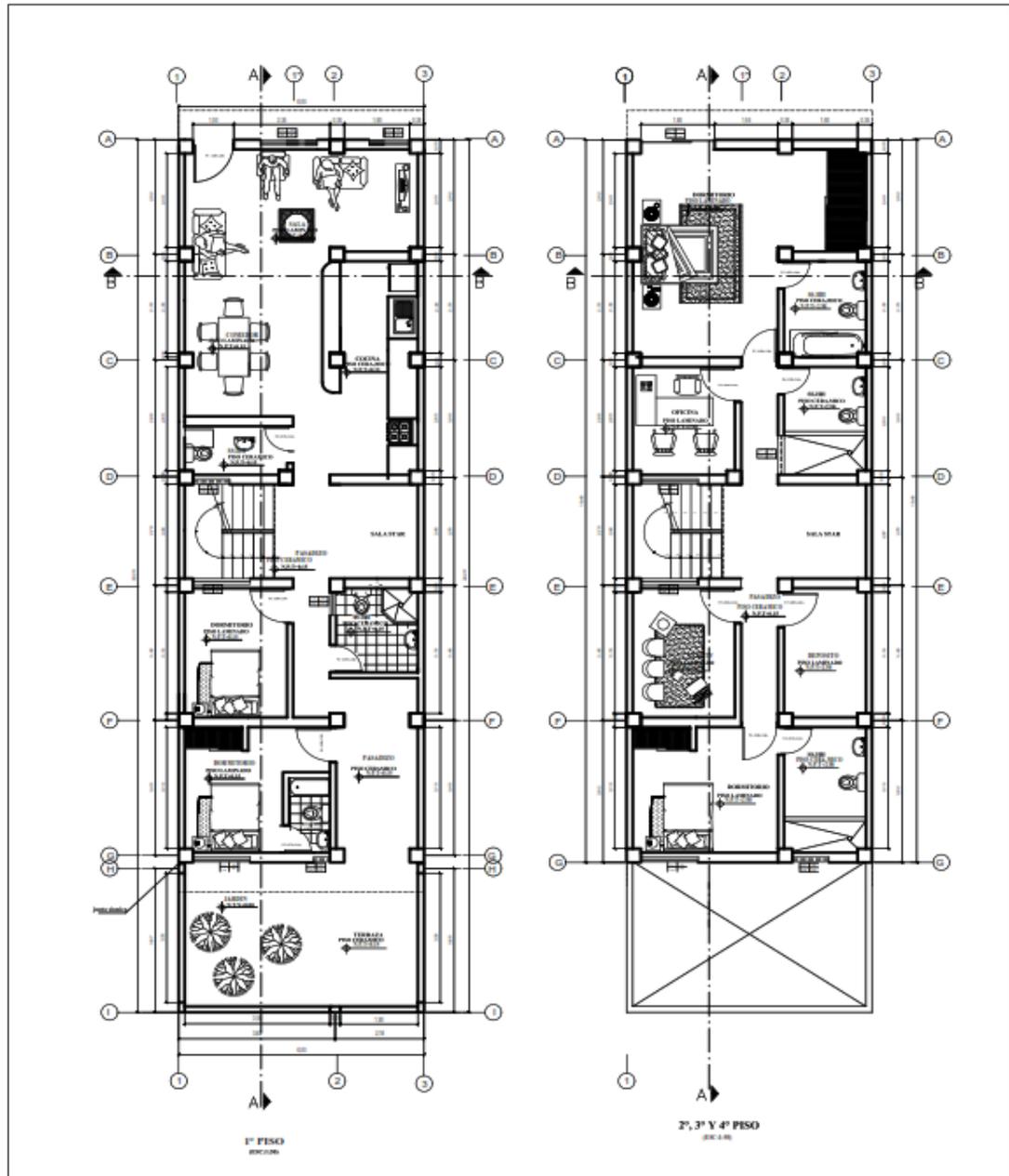


Figura 7. Esquema de Arquitectura de la edificación, vista en Planta

Características y especificaciones generales:

Número de pisos: $N = 4$

Altura de piso a techo: $h = 2.60 \text{ m}$.

Espesor de la losa aligerada: $e = 0.20 \text{ m}$

Espesor de muros de albañilería: $t = 0.14\text{m}$ y 0.24m

Materiales

- Albañilería

Ladrillos: clase V sólidos, tipo King Kong de arcilla

Pilas: resistencia características a compresión $f'm = 65 \text{ kg/cm}^2$

Módulo de elasticidad: $E_m = 500 f'm = 500 \times 65 = 32,500 \text{ kg/cm}^2$

- Concreto

Resistencia nominal a compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Módulo de elasticidad: $E_c = 15000\sqrt{f'c} \text{ kg/cm}^2 = 217,370.65 \text{ kg/cm}^2$

- Acero de Refuerzo

Corrugado, grado 60, esfuerzo de fluencia $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

Análisis Gravitacional

Determinación del cálculo de la densidad mínima de muros reforzados – Norma técnica E.070 Albañilería

$$\frac{\text{Area de corte de los muros reforzados}}{\text{Area de la planta típica}} = \frac{\sum Lt}{A_p} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

$$D_{\min} = \frac{ZUSN}{56}$$

Z: Factor de zona	0.45
U: Factor de uso o importancia	1
S: Factor de amplificación del suelo	1.2
N: Número de pisos del edificio	4
Dmin: Densidad mínima de muros	0.0338

Tabla 2. Cálculo de la densidad de muros en la dirección X e Y

DIRECCION X - X					DIRECCION Y - Y				
MURO	N _m	L (m)	t (m)	L.t (m ²)	MURO	N _m	L (m)	t (m)	L.t (m ²)
X1	1	3.71	0.14	0.52	Y1	1	11.20	0.14	1.57
X2	1	2.14	0.14	0.30	Y2	1	3.00	0.14	0.42
X3	1	2.14	0.24	0.51	Y3	1	18.14	0.14	2.54
X4	1	2.14	0.14	0.30	Y4	1	3.00	0.14	0.42
X5	1	2.74	0.24	0.66	Y5	1	7.25	0.14	1.02
X6	1	2.14	0.14	0.30					
X7	1	2.74	0.14	0.38					
X8	1	3.11	0.14	0.44					
X9	1	2.74	0.24	0.66					
SUMA			Σ	4.07				Σ	5.963

Fuente: Elaboración propia

$$D_{x,y} = \frac{\sum L \cdot t}{A_p}$$

A _p : Área en planta del edificio		106.66
D _x : Densidad de muros en la dirección X		0.0381
D _y : Densidad de muros en la dirección Y		0.0559

El parámetro de control de densidad de muros en ambas direcciones es mayor a la del presente en la edificación, dado que ambos resultados son mayores que el parámetro de control de densidad mínima de muros igual a 0.0338.

Determinación del peso de la estructura – Metrados de Cargas

Características generales – pesos específicos (Norma E.020 “Cargas”)

Albañilería (ton/m³) = 1.8

Piso terminado/Acabado (ton/m²) = 0.1

Losa aligerada peralte 0.20m (ton/m²) = 0.3

Sobrecarga techo típico (ton/m²) = 0.2

Sobrecarga azotea (ton/m²) = 0.1

Tabla 3. Calculo del peso propio de losas aligeradas

LOSAS ALIGERADAS							
NIVELES	Area (m ²)	CM			CV		Peso (ton)
		P. losa (ton/m ²)	P. acabados (ton/m ²)	P. tabiquería (ton/m ²)	S/C (Ton/m ²)	% S/C (aplicado= 0.25)	
piso 1	106.6	31.98	10.66	10.66	21.32	5.33	58.63
piso 2	106.6	31.98	10.66	10.66	21.32	5.33	58.63
piso 3	106.6	31.98	10.66	10.66	21.32	5.33	58.63
piso 4	106.6	31.98	10.66	0	10.66	2.67	45.31
						Σ	221.2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Calculo del peso propio de los muros dirección X y dirección Y

Metrado de muros - dirección X e Y					
Muros	Longitud (m)	Espesor (m)	Altura (m)	γm (ton/m ³)	Peso (ton)
X1	3.71	0.14	2.6	1.8	2.431
X2	2.14	0.14	2.6	1.8	1.402
X3	2.14	0.24	2.6	1.8	2.404
X4	2.14	0.14	2.6	1.8	1.402
X5	2.74	0.24	2.6	1.8	3.078
X6	2.14	0.14	2.6	1.8	1.402
X7	2.74	0.14	2.6	1.8	1.795
X8	3.11	0.14	2.6	1.8	2.038
X9	2.74	0.24	2.6	1.8	3.078
Y1	11.20	0.14	2.6	1.8	11.885
Y2	3.00	0.14	2.6	1.8	1.966
Y3	18.14	0.14	2.6	1.8	11.885
Y4	3.00	0.14	2.6	1.8	1.966
Y5	7.25	0.14	2.6	1.8	2.031
TOTAL				Σ	48.763

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Calculo del Peso de la Edificación por Piso

PESO DE LA EDIFICACION POR PISO			
NIVELES	losa (ton)	muros (ton)	Parcial
Piso 1	58.63	48.763	107.39
Piso 2	58.63	48.763	107.39
Piso 3	58.63	48.763	107.39
Piso 4	45.31	48.763	94.07
P:	416.24	ton	

Fuente: Elaboración propia

Determinación de la Fuerza Cortante en la Base

Peso de la edificación: **416.24 ton**

Z factor zona	0.45
U factor uso	1
S factor suelo	1.2
C factor sísmica	2.5
Ro coeficiente básico de reducción	3
la irregularidad en altura	1
lp irregularidad en planta	1
R coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas	3

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

$$V = \frac{Z*U*C*S}{R} * P \quad (1-5)$$

$$V = \frac{0.45 * 1 * 2.5 * 1.2}{6} * 416.24 = 93.65 \text{ ton}$$

Distribución de la Fuerza sísmica en Altura

Las fuerzas sísmicas horizontales en cualquier nivel, se calcula mediante:

$$F_i = \alpha_i * V \quad (1-6)$$

Donde

$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^k} \quad (1-7)$$

Considerando, para T menor o igual a 0.5 segundos: k = 1.0; para ello se determina el periodo fundamental de vibración (T)

$$T = \frac{h_n}{c_T} = \frac{10.4}{60} = 0.173 \text{ seg} \quad (1-8)$$

Dónde: Ct = 60 Para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada, según descrito en el numeral 25.4.1., de la Norma E.030 – 2018.

Tabla 6. Distribución de la fuerza horizontal por piso

DISTRIBUCION DEL CORTANTE BASAL - FUERZAS INERCIALES						
NIVEL	ALTURA (m)	PESO (ton)	P*H	αi=P*H/ΣPH	V basal	Fi (ton)
Piso 4	10.4	94.07	978.328	0.369	93.654	34.558
Piso 3	7.8	107.39	837.642	0.316		29.595
Piso 2	5.2	107.39	558.428	0.21		19.667
Piso 1	2.6	107.39	279.214	0.105		9.834
Σ			2653.612			93.654

Fuente: Elaboración propia

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo básica, puesto que surgirá a partir de una recopilación de información en investigaciones con principios científicos y objetivos relacionadas al tema de investigación sin tener que llevarlo a la práctica, buscando de esta manera incrementar conocimientos respecto al comportamiento sísmico mediante métodos de análisis sísmicos aplicados a una edificación de albañilería confinada.

Sandi, V. (2014, pag. 9). Lo define como aquella investigación pura o teórica, que se caracteriza porque originarse partiendo de un marco teórico que pertenece en él, teniendo como finalidad producir conocimientos científicos sin ser necesario contrastar algún aspecto práctico.

Diseño de investigación

Es no experimental – descriptiva. Además presenta un enfoque cuantitativo porque para calcular las fuerzas sísmicas en una estructura se necesita de un modelo de la edificación, la cual parte de una correcta estructuración con la cual se muestra de una manera confiable el comportamiento a priori ante un sismo de diseño. Y es transversal porque se realiza en un tiempo único.

“El termino diseño se refiere al plan o estrategia concebida para obtener la información que se desea”. (Hernández, R, Fernández, C y Baptista, L., 2014, pág. 120)

3.2. Variables y Operacionalización

En nuestra investigación hemos considerado como:

Variable Dependiente: Métodos de análisis sísmicos

Variable Independiente: Edificación de albañilería confinada

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

“Una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones” (Hernández, R, Fernández, C y Baptista, L., 2014, pág.174).

Muestra es un subconjunto o parte del universo o población en que se llevará a cabo la investigación [...] La muestra es una parte representativa de la población LOPEZ, Pedro (POBLACIÓN MUESTRA Y MUESTREO, 2004).

La población de este estudio está constituido por una (1) edificación de albañilería confinada de 4 pisos situada en el centro histórico de Parcona, provincia y departamento de Ica.

Muestra

La técnica de muestreo por conveniencia permite seleccionar aquellos casos accesibles que acepten ser incluidos. Esto, fundamentado en la conveniente accesibilidad y proximidad de los sujetos para el investigador (OZTEN, Tamara; MONTEROLA, Carlos (Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio, 2017).

La técnica de muestreo empleada en nuestro proyecto de investigación será no probabilística por conveniencia debido a limitada cantidad y acceso a la información de edificaciones de albañilería confinada de 4 pisos en el centro histórico de Parcona las cuales serán seleccionados en su totalidad a manos del investigador.

En la presente investigación cabe mencionar que de realizarse de manera eficaz el Análisis comparativo entre los métodos de análisis dinámico modal espectral y método de análisis tiempo – historia aplicado a una edificación de albañilería confinada de 4 pisos, se tomará la única vivienda que cumple con las características de la investigación en el centro histórico de Parcona para efectuar y verificar su función estructural y su comportamiento durante un evento sísmico.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

RÍSQUEZ, G. y otros. (1999) consideran que las técnicas y recolección de datos, son aquellos recursos que son empleados para posibilitar la recolecta y análisis de los hechos observados, estos son múltiples pero pueden varían en función de los elementos que desean estimar.

Se procederá con la recolección de bibliografía afines del tema: teorías, documentos, papers, tesis, materiales escritos, etc., revisión de cada uno; de los cuales tenemos la interpretación de la Norma E.030-2018, E.070-2006.

Técnicas

“Son los procedimientos o actividades realizadas con el propósito de recabar información necesaria para el logro de los objetivos de una investigación” (Bautista E, 2009, pág. 38)

La técnica de investigación a emplear será el análisis bibliográfico, puesto que consiste en la revisión documental de orden público, que fue a partir de la base de datos académicos, siendo seleccionada la de contexto técnico en Análisis comparativos entre modelos de análisis sísmicos aplicados en edificaciones de albañilería confinada. Luego se procede con el tratamiento adecuado de registro debiendo cumplir con los objetivos establecidos en la investigación.

Instrumentos

Son los medios que nos deja registrar y observar conductas, características, etc., y en general algún dato que se desee obtener en una situación a investigar o evaluar. (Bautista E, 2009, pág. 43)

Como instrumento se empleara fichas técnicas, ya que será el principal instrumento de registro de la información documental extraída de las diferentes fuentes consideradas para llevar a cabo esta investigación tomando en cuenta las dimensiones definidas

3.5. Procedimientos

Para determinar el resultado del análisis comparativo de los métodos de análisis dinámico modal espectral y tiempo historia aplicada a una edificación de albañilería confinada de 4 pisos en el centro histórico de Parcona, provincia y departamento de Ica, es necesario cumplir con el siguiente procedimiento metodológico:

Se realizará mediante la recopilación de información de documentos de

investigación, normas y manuales referentes al tema de investigación, de los cuales nos llevarán a la resolución de cada uno de los objetivos planteados. Por ello se dispone ciertos criterios de valorización para la extracción de datos acorde al tema de investigación.

La principal estrategia fue la aplicación de software estructurales ETABS 2016, utilizando los espectros modales y acelerogramas para el análisis de tiempo – historia para determinar los desplazamientos y fuerzas cortantes aplicadas a la edificación de albañilería confinada.

Con la información obtenida se podrá realizar la comparación entre los distintos tipos de análisis dinámicos aplicados a la edificación de albañilería confinada de 4 pisos.

Para la elaboración del análisis comparativo de los métodos dinámicos se utilizó una hoja de cálculo Excel, por lo que se realizó los filtros del reporte de resultados exportada del programa ETABS 2016, se logró apartar los datos necesarios para hacer las comparaciones y validación de hipótesis para luego analizarlas mediante tablas dinámicas. Este análisis permitirá seleccionar la alternativa más adecuada y factible, técnica para hallar el comportamiento sísmico de la edificación ante un evento sísmico. Del mismo modo se inicia con la determinación y ubicación del área de estudio, teniendo en cuenta los conocimientos generales como tipos de suelos, planos de arquitectura para realizar una óptima estructuración y pre dimensionamiento de la edificación.

3.6. Método de análisis de datos

Para el análisis de los datos obtenidos se usará una hoja de registro en Excel, lo cual facilitará conocer los porcentajes de desplazamientos, fuerzas cortantes, derivas, etc. Para poder contrastar los resultados obtenidos por los dos métodos de análisis dinámico (modal espectral y tiempo historia).

3.7. Aspectos éticos

Nuestro proyecto de investigación se apoya en el respeto escrupuloso por tal motivo se tomarán en cuenta ciertos aspectos éticos los cuales son:

- Los autores de los diferentes trabajos, libros, revistas o investigaciones que se han tomado como referencia en esta investigación, serán debidamente citados respetando la autoría actuando con honestidad y responsabilidad.
- Los resultados obtenidos serán generados, analizados y publicados tal cual haya sido recolectada la información sin caer en el equívoco de generar o falsificar datos no reales que pueden quitarle credibilidad a nuestra investigación.
- Respetar los lineamientos promovidos por la Universidad lo cual permite dar la validez y credibilidad a nuestra investigación.
- Realizar un trabajo veraz y confiable que permita que tenga una gran utilidad como línea base para transformar en beneficio del bienestar de los ingenieros en distintas ramas.

IV. RESULTADOS

4.1 Análisis dinámico modal espectral

Una vez realizado el modelamiento de la edificación, construiremos la curva de aceleración espectral para hacer el análisis sísmico por el método dinámico modal espectral.

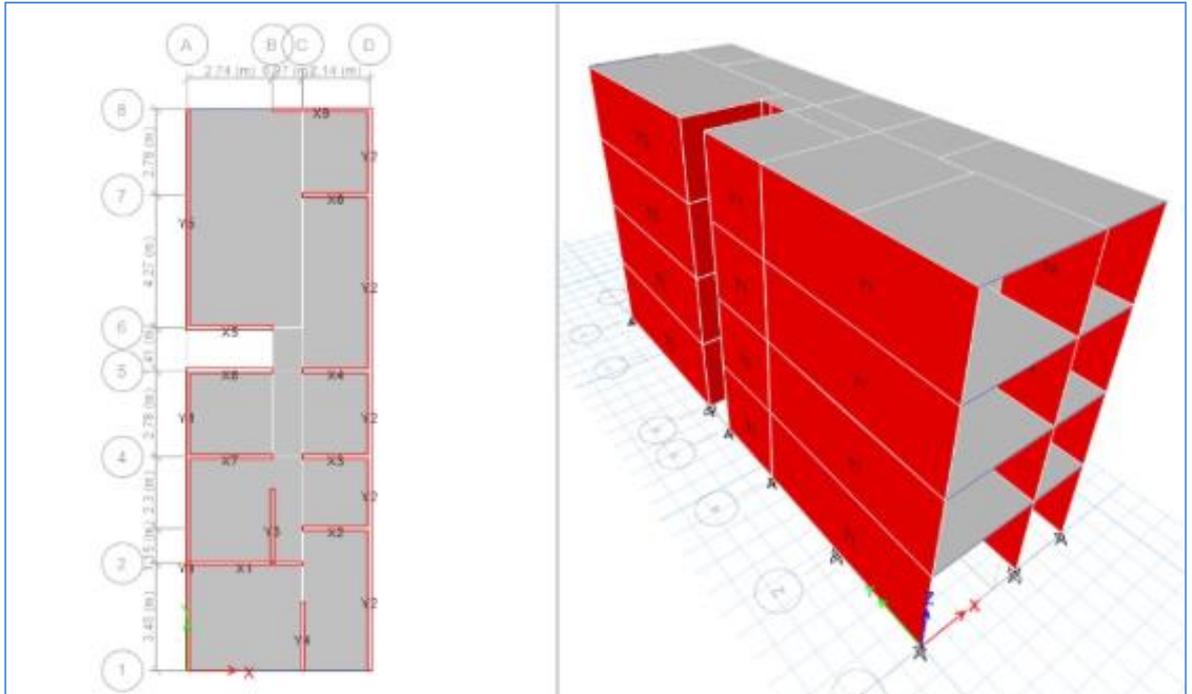


Figura 8. Modelamiento de la edificación en el Programa ETABS 2016

Se considera las siguientes características:

Zonificación

- Departamento: Ica
- Provincia: Ica
- Distrito: Parcona
- Zona sísmica: 4
- Z: 0.45g

Parámetro de sitio:

- Perfil del suelo (tipo): S2
- $S = 1.05$
- $T_p = 0.60$
- $T_I = 2.0$

Categoría de la edificación

- Categoría: Común (C)
- $U = 1.00$

Coefficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas:

- Sistema estructural: Albañilería confinada
- $R_o = 3.0$
- Factores de irregularidad:
- Irregularidad en altura (I_a): Regular - Sistema estructural continuo
- $I_a = 1.0$
- Irregularidad en planta (I_p): Regular – Sistema estructural simétrico
- $I_p = 1.0$

Coefficiente de reducción de fuerzas sísmicas:

- $R = R_o * I_a * I_p = 3$

Cálculo y grafico de la aceleración espectral

Se utilizara un espectro inelástico de pseudo – aceleraciones definido por:

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

Según el sistema estructural de la edificación de albañilería confinada, el espectro de aceleración será el mismo para ambas direcciones.

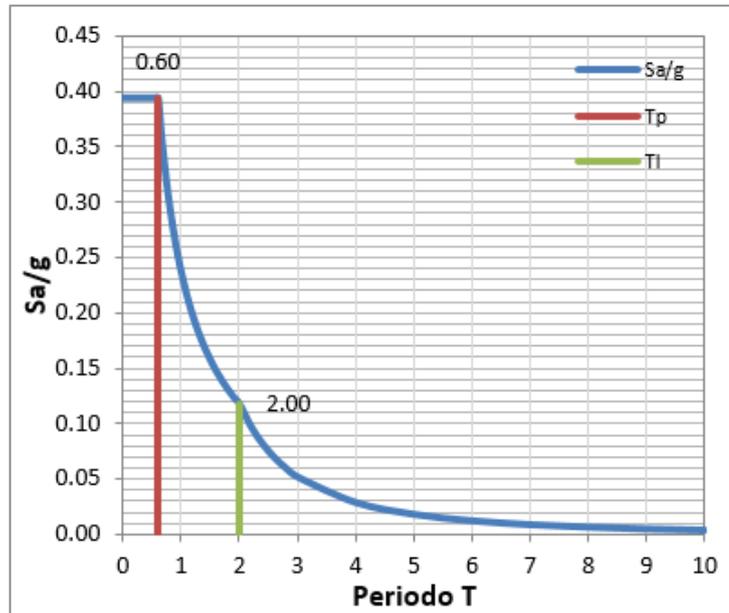


Figura 9. Aceleración espectral (S_a/g) para las direcciones X e Y según la norma E.030-2018

Definir y Asignar datos al software ETABS 2016

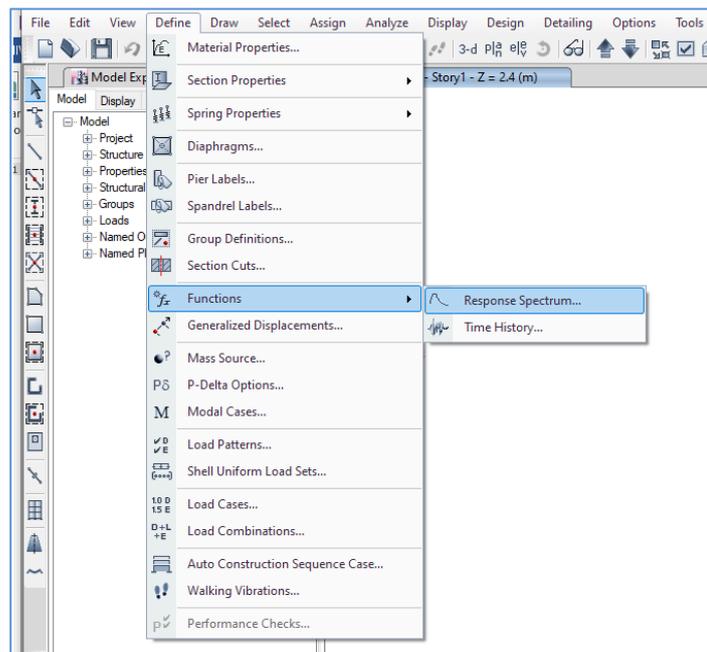


Figura 10. Definición de la función espectral (Response spectrum)

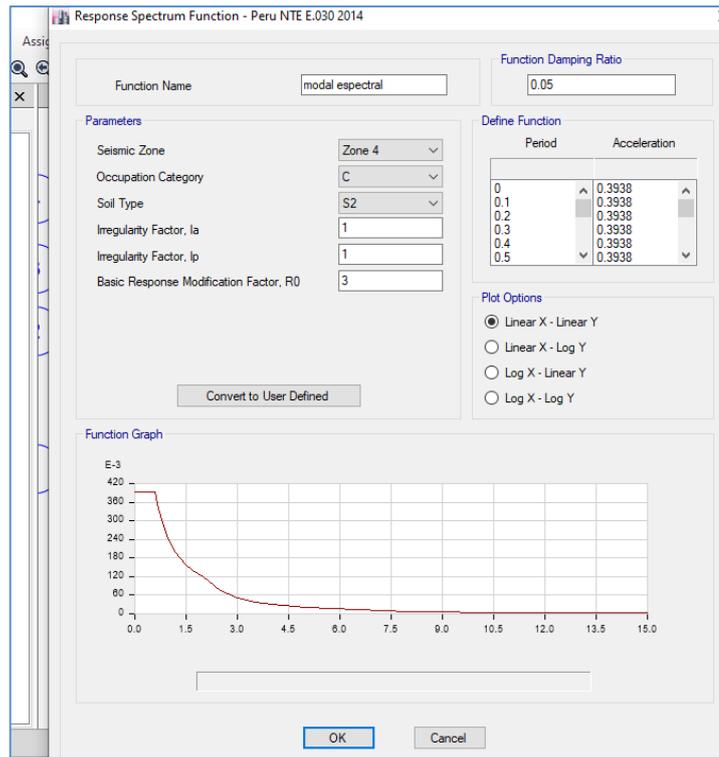


Figura 11. Asignación de la aceleración espectral de diseño RNE-2014

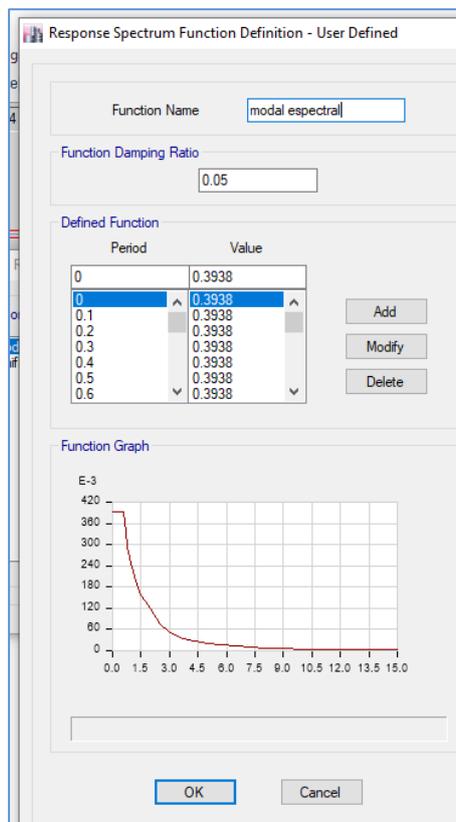


Figura 12. Aceleración espectral usada para el análisis modal espectral

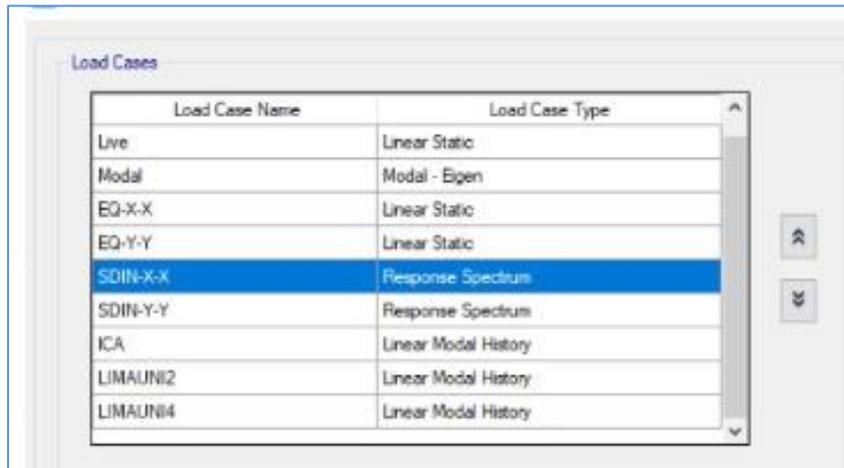


Figura 13. Creación de los casos de carga (Load cases)

Dónde: SDIN X - X (Sismo dinámico en X)

SDIN Y - Y (Sismo dinámico en Y)

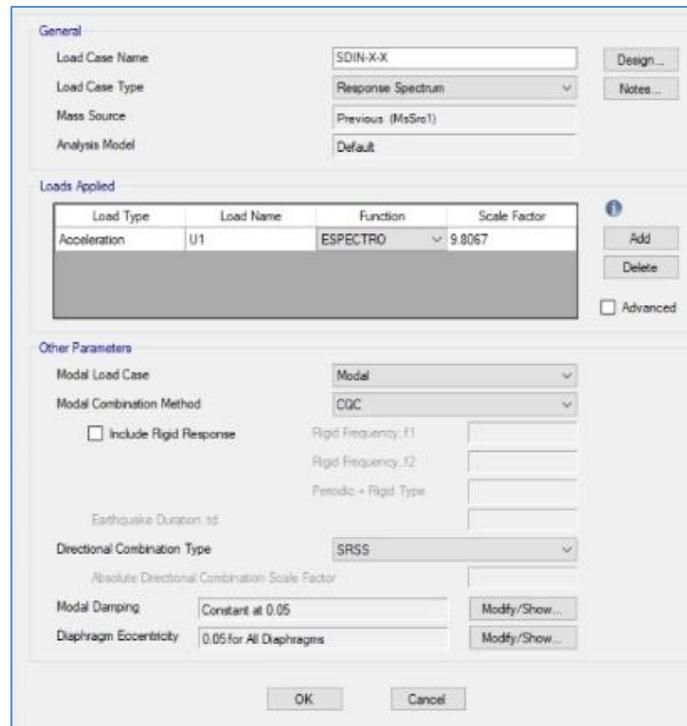


Figura 14. Definición de los casos de carga por la aceleración espectral en dirección X, de manera similar la dirección en Y.

4.1.1 Resultados del análisis modal espectral

Después de ejecutar el modelo asistido por el software ETABS 2016 se procede a extraer la cortante dinámica en las dos direcciones del análisis

Fuerza Cortante en la base:

Tabla 7. Cortante en la base debido a la aceleración espectral

Caso de carga	Tipo	VX (tonf)	VY (tonf)
SDIN-X-X	Max	310.09	14.8575
SDIN-Y-Y	Max	14.8575	309.374

Fuente: Elaboración propia

Donde, VX: Cortante en la base en dirección X por sismo en X

VY: Cortante en la base en dirección Y por sismo en Y.

Fuerzas internas en los muros:

Se muestra los resultados extraídos del software ETABS 2016 considerando las fuerzas internas en muros debido a las aceleraciones espectrales en ambas direcciones.

Primer Piso

Tabla 8. Cortantes y fuerza de compresión en muros del primer piso con la aceleración espectral dirección X

Niveles	Pier	Caso de carga	tipo	Localización	V2 (tonf)	P (tonf)
Piso1	X1	SDIN-X-X	Max	Bottom	56.5448	15.0599
Piso1	X2	SDIN-X-X	Max	Bottom	29.6371	14.1517
Piso1	X3	SDIN-X-X	Max	Bottom	30.072	14.4608
Piso1	X4	SDIN-X-X	Max	Bottom	35.2258	17.6896
Piso1	X5	SDIN-X-X	Max	Bottom	38.0373	13.8446
Piso1	X6	SDIN-X-X	Max	Bottom	28.7515	21.6511
Piso1	Y1	SDIN-X-X	Max	Bottom	43.0875	213.8632
Piso1	Y2	SDIN-X-X	Max	Bottom	45.7024	341.6484
Piso1	Y3	SDIN-X-X	Max	Bottom	4.2227	1.5054
Piso1	Y4	SDIN-X-X	Max	Bottom	1.2127	12.6136
Piso1	X7	SDIN-X-X	Max	Bottom	35.7082	33.6278

Piso1	X8	SDIN-X-X	Max	Bottom	36.2235	16.4917
Piso1	X9	SDIN-X-X	Max	Bottom	45.1528	49.3131
Piso1	Y5	SDIN-X-X	Max	Bottom	14.3625	36.5639

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Cortantes y fuerza compresión en muros del primer piso con la aceleración espectral dirección Y

Niveles	Pier	Caso de carga	tipo	Localización	V2 (tonf)	P (tonf)
Piso1	X1	SDIN-Y-Y	Max	Bottom	7.8566	17.4569
Piso1	X2	SDIN-Y-Y	Max	Bottom	3.906	4.7884
Piso1	X3	SDIN-Y-Y	Max	Bottom	2.3056	0.7055
Piso1	X4	SDIN-Y-Y	Max	Bottom	1.8654	1.2757
Piso1	X5	SDIN-Y-Y	Max	Bottom	2.5585	4.2095
Piso1	X6	SDIN-Y-Y	Max	Bottom	3.6158	10.7052
Piso1	Y1	SDIN-Y-Y	Max	Bottom	114.5780	16.2022
Piso1	Y2	SDIN-Y-Y	Max	Bottom	174.9775	29.4495
Piso1	Y3	SDIN-Y-Y	Max	Bottom	17.0499	1.5543
Piso1	Y4	SDIN-Y-Y	Max	Bottom	12.1276	21.7813
Piso1	X7	SDIN-Y-Y	Max	Bottom	2.4949	3.3002
Piso1	X8	SDIN-Y-Y	Max	Bottom	2.4623	3.504
Piso1	X9	SDIN-Y-Y	Max	Bottom	10.1144	38.4986
Piso1	Y5	SDIN-Y-Y	Max	Bottom	37.1927	5.4007

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Momento Flector en Muros del Primero piso con la aceleración espectral dirección X.

Niveles	Pier	Caso de carga	tipo	Localización	M3 (tonf.m)
Piso1	X1	SDIN-X-X	Max	Bottom	121.9485
Piso1	X2	SDIN-X-X	Max	Bottom	53.0241
Piso1	X3	SDIN-X-X	Max	Bottom	54.1601
Piso1	X4	SDIN-X-X	Max	Bottom	60.1918
Piso1	X5	SDIN-X-X	Max	Bottom	84.3887
Piso1	X6	SDIN-X-X	Max	Bottom	61.0188
Piso1	Y1	SDIN-X-X	Max	Bottom	464.8620
Piso1	Y2	SDIN-X-X	Max	Bottom	82.6444
Piso1	Y3	SDIN-X-X	Max	Bottom	4.7315
Piso1	Y4	SDIN-X-X	Max	Bottom	0.8996
Piso1	X7	SDIN-X-X	Max	Bottom	73.9786
Piso1	X8	SDIN-X-X	Max	Bottom	77.6164
Piso1	X9	SDIN-X-X	Max	Bottom	124.6807
Piso1	Y5	SDIN-X-X	Max	Bottom	154.9421

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Momento Flector en Muros del Primero piso con la aceleración espectral dirección Y.

Niveles	Pier	Caso de carga	tipo	Localización	M3 (tonf.m)
Piso1	X1	SDIN-Y-Y	Max	Bottom	14.8843
Piso1	X2	SDIN-Y-Y	Max	Bottom	6.1506
Piso1	X3	SDIN-Y-Y	Max	Bottom	3.7511
Piso1	X4	SDIN-Y-Y	Max	Bottom	3.0469
Piso1	X5	SDIN-Y-Y	Max	Bottom	5.1949
Piso1	X6	SDIN-Y-Y	Max	Bottom	7.0163
Piso1	Y1	SDIN-Y-Y	Max	Bottom	813.4874
Piso1	Y2	SDIN-Y-Y	Max	Bottom	897.3797
Piso1	Y3	SDIN-Y-Y	Max	Bottom	30.6329
Piso1	Y4	SDIN-Y-Y	Max	Bottom	24.6877
Piso1	X7	SDIN-Y-Y	Max	Bottom	4.8397
Piso1	X8	SDIN-Y-Y	Max	Bottom	3.9506
Piso1	X9	SDIN-Y-Y	Max	Bottom	17.3536
Piso1	Y5	SDIN-Y-Y	Max	Bottom	271.1625

Fuente: Elaboración propia.

Desplazamientos máximos:

Tabla 12. Desplazamientos máximos en dirección X

Niveles	Caso de carga	Tipo	Z (elevación)	UX (m)	UY (m)
Piso4	SDIN-X-X	Max	10.4	0.015076	0.000667
Piso3	SDIN-X-X	Max	7.8	0.011694	0.000517
Piso2	SDIN-X-X	Max	5.2	0.007523	0.000323
Piso1	SDIN-X-X	Max	2.6	0.003242	0.000128

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Desplazamientos máximos en dirección Y

Niveles	Caso de carga	Tipo	Z (elevación)	UX (m)	UY (m)
Piso4	SDIN-Y-Y	Max	10.4	0.000749	0.005513
Piso3	SDIN-Y-Y	Max	7.8	0.000571	0.00444
Piso2	SDIN-Y-Y	Max	5.2	0.000416	0.003026
Piso1	SDIN-Y-Y	Max	2.6	0.003242	0.000128

Fuente: Elaboración propia

Derivas máximas:

Tabla 14. Derivas Máximas X con la aceleración espectral dirección X

Niveles	Caso de carga	Tipo	diafragma	Derivas	Norma E.030 <0.005
Piso4	SDIN-X-X	Max	Diaph D4 X	0.001417	Si cumple
Piso3	SDIN-X-X	Max	Diaph D3 X	0.001749	Si cumple
Piso2	SDIN-X-X	Max	Diaph D2 X	0.001809	Si cumple
Piso1	SDIN-X-X	Max	Diaph D1 X	0.001298	Si cumple

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Derivas máximas Y con la aceleración espectral dirección Y

Niveles	Caso de carga	Tipo	diafragma	Derivas	Norma E.030 <0.005
Piso4	SDIN-Y-Y	Max	Diaph D4 Y	0.000357	Si cumple
Piso3	SDIN-Y-Y	Max	Diaph D3 Y	0.000506	Si cumple
Piso2	SDIN-Y-Y	Max	Diaph D2 Y	0.000583	Si cumple
Piso1	SDIN-Y-Y	Max	Diaph D1 Y	0.000531	Si cumple

Fuente: Elaboración propia

4.2 Análisis dinámico tiempo historia

Se consideran los siguientes datos y características para la obtención de resultados en el análisis dinámico tiempo historia.

4.2.1 Registros sísmicos seleccionados

Para el análisis tiempo historia se ha seleccionados 3 registros que se encuentran en la página del CISMID para las direcciones NS-EW. Para esta tesis se considera los sismos de Pisco 2007, Lima 2011 y Lima 2012, donde las aceleraciones pueden estar de forma positiva o negativa; cuyos registros se encuentran en formato txt. Block de notas como del ejemplo que se muestra, de los cuales dichos registros se ingresan el ETABS para su respectivo escalamiento.

ICA002_20070815184058: Bloc de notas

Archivo Edición Formato Ver Ayuda

SAMPLING FREQUENCY (Hz) : 100

2. INFORMATION ABOUT THE EARTHQUAKE

DATE : August 15, 2007
 ORIGIN TIME (Local) : 18:40:58
 LATITUDE : -13.67
 LONGITUDE : -76.76
 DEPTH (km) : 40.00
 MAGNITUDE : 7.0 ML
 INFORMATION SOURCE : IGP

3. INFORMATION ABOUT THE RECORD

RECORD TIME (Local) : 18:40:58
 NUMBER OF SAMPLES : 21807
 MAXIMUM ACCELERATION : -272.82 333.66
 DATA UNITS : cm/s2

4. COMMENTS

BASELINE CORRECTED. BANDPASS (0.01-25) FILTERED. PROVIDED BY THE NATIONAL CENTER FOR EARTHQUAKE ENGINEERING AND TOKYO SOIL RESEARCH CO., LTD.

5. ACCELERATION DATA

T	EW	NS
0.0000	-0.2015	-0.7075
0.0100	0.1538	0.3101
0.0200	-0.4800	0.6862
0.0300	-0.6667	0.2348
0.0400	0.3037	-0.1436
0.0500	1.5446	0.1427
0.0600	2.2671	0.7676
0.0700	2.7514	1.3004
0.0800	3.1238	1.5955
0.0900	2.7267	1.3151
0.1000	1.5247	0.1700
0.1100	0.8009	-1.1858
0.1200	1.4250	-1.5854
0.1300	2.4376	-0.9655
0.1400	2.3842	-0.5428
0.1500	1.2849	-1.0489
0.1600	0.3216	-1.7600

Figura 15. Tiempos y aceleraciones para crear registro de sismo de Pisco 2007

4.2.2 Escalamiento de registros sísmicos al espectro de diseño

Los registros sísmicos se encuentran en unidades (cm/seg²), por consiguiente a la hora de realizar el escalamiento, el espectro de diseño tendrá que modificarse transformando la aceleración de gravedad de m/seg² a cm/seg², para luego ingresarlas al registro del programa ETABS 2016. (Chávez, 2017)

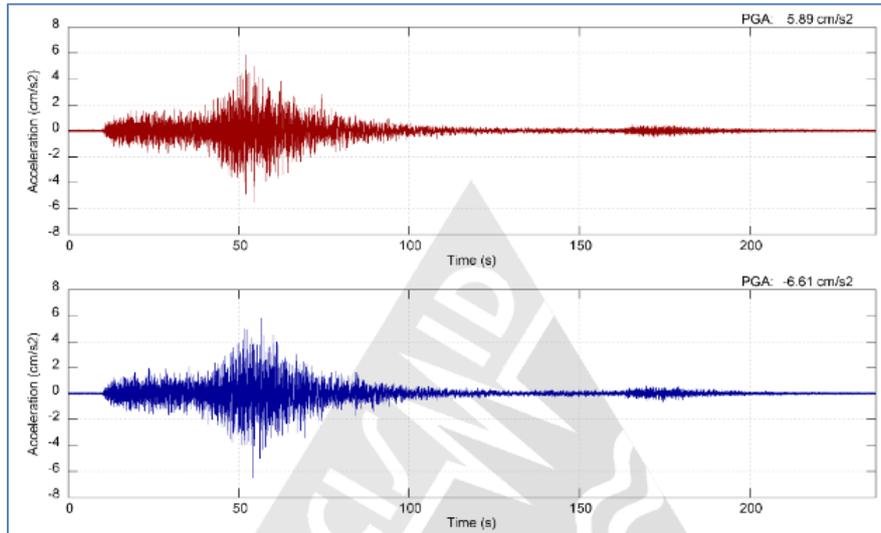


Figura 16. Acelerogramas del sismo 30 de junio del 2011 (Fuente: CISMID)

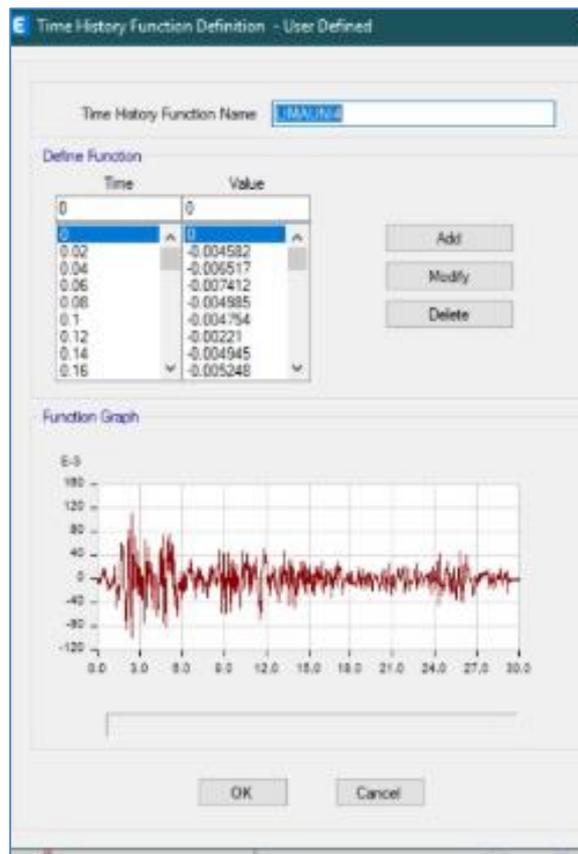


Figura 17. Asignación de los acelerogramas al software ETABS 2016.

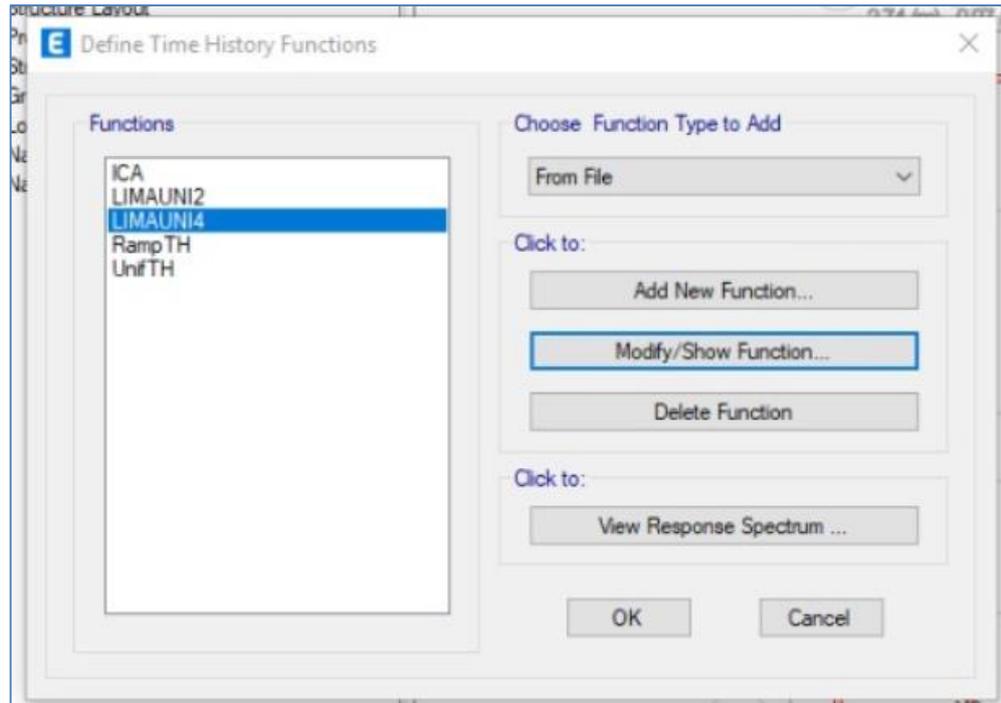


Figura 18. Definición de la función tiempo historia (time history)

4.2.3 Resultados del Análisis sísmico Tiempo historia

Fuerza cortante en la base:

Se procede a extraer la cortante de la base en las dos direcciones del análisis.

Tabla 16. Fuerza cortante en la base debido a los tres registros sísmicos

Casos de cargas	Tipo	VX (ton)	VY (ton)
TH ICA07SC	Max	226.956	251.8398
TH ICA07 SC	Min	-238.1543	-203.0733
TH LIMAUNI212 SC	Max	238.7547	259.9409
TH LIMAUNI212 SC	Min	-253.417	-212.6436
TH LIMAUNI411SC	Max	255.6577	270.0348
TH LIMAUNI411SC	Min	-263.4206	-224.5824

Fuente: Elaboración propia

Fuerza internas en muros:

Tabla 17. Fuerzas de comprensión y Tensión en muros del Primer Nivel con el registro de aceleración Sismo de Pisco 2007.

Niveles	Pier	Casos de cargas	Tipo	Localización	P (ton)
Piso1	X1	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	14.9969
Piso1	X1	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-24.2455
Piso1	X2	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	10.1662
Piso1	X2	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-11.5818
Piso1	X3	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	12.2434
Piso1	X3	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-11.3111
Piso1	X4	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	15.7584
Piso1	X4	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-13.7313
Piso1	X5	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	12.4752
Piso1	X5	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-10.3378
Piso1	X6	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	16.9987
Piso1	X6	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-14.8234
Piso1	Y1	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	168.9273
Piso1	Y1	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-171.8200
Piso1	Y2	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	261.1051
Piso1	Y2	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-271.3936
Piso1	Y3	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	1.8861
Piso1	Y3	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-1.2304
Piso1	Y4	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	16.1519
Piso1	Y4	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-12.9623
Piso1	X7	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	26.5928
Piso1	X7	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-26.1581
Piso1	X8	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	12.5089
Piso1	X8	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-16.1463
Piso1	X9	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	39.6165
Piso1	X9	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-40.8075
Piso1	Y5	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	56.3091
Piso1	Y5	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-57.2333

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Fuerzas de comprensión y tensión en muros del Primer Nivel con el registro de aceleración al Sismo de Lima 2012

Niveles	Pier	Casos de cargas	Tipo	Localizacion	P (ton)
Piso1	X1	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	15.2532
Piso1	X1	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-25.0679
Piso1	X2	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	10.778
Piso1	X2	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-12.1784
Piso1	X3	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	12.696
Piso1	X3	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-11.9717
Piso1	X4	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	16.3086
Piso1	X4	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-14.56

Piso1	X5	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	12.6937
Piso1	X5	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-11.4699
Piso1	X6	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	17.8107
Piso1	X6	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-16.2521
Piso1	Y1	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	178.8144
Piso1	Y1	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-176.7891
Piso1	Y2	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	268.9736
Piso1	Y2	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-287.1037
Piso1	Y3	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	1.9261
Piso1	Y3	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-1.2952
Piso1	Y4	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	16.468
Piso1	Y4	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-14.1381
Piso1	X7	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	28.1609
Piso1	X7	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-26.8515
Piso1	X8	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	13.275
Piso1	X8	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-16.6883
Piso1	X9	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	41.3085
Piso1	X9	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-44.0593
Piso1	Y5	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	59.6048
Piso1	Y5	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-58.9297

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Fuerzas de comprensión y tensión en muros del Primer Nivel con el registro de aceleración Sismo de Lima 2011

Niveles	Pier	Casos de cargas	Tipo	Localización	P (ton)
Piso1	X1	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	15.5647
Piso1	X1	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-25.745
Piso1	X2	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	11.3888
Piso1	X2	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-12.4702
Piso1	X3	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	12.9265
Piso1	X3	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-12.3241
Piso1	X4	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	16.6019
Piso1	X4	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-15.0129
Piso1	X5	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	12.8636
Piso1	X5	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-12.0656
Piso1	X6	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	18.2098
Piso1	X6	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-17.0722
Piso1	Y1	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	184.1780
Piso1	Y1	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-179.1156
Piso1	Y2	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	272.6098
Piso1	Y2	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-295.6176
Piso1	Y3	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	1.979
Piso1	Y3	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-1.3503

Piso1	Y4	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	16.781
Piso1	Y4	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-15.2302
Piso1	X7	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	29.0205
Piso1	X7	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-27.1466
Piso1	X8	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	13.6952
Piso1	X8	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-17.0297
Piso1	X9	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	42.064
Piso1	X9	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-46.1594
Piso1	Y5	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	61.3906
Piso1	Y5	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-59.7052

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Fuerzas cortantes en muros del Primer Nivel con el registro de aceleración Sismo de Pisco 2007

Niveles	Pier	Casos de cargas	Tipo	Localizacion	V2 (ton)
Piso1	X1	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	39.4151
Piso1	X1	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-46.2112
Piso1	X2	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	21.1218
Piso1	X2	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-24.699
Piso1	X3	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	22.8546
Piso1	X3	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-24.555
Piso1	X4	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	27.8425
Piso1	X4	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-26.755
Piso1	X5	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	29.7647
Piso1	X5	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-27.3779
Piso1	X6	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	21.8457
Piso1	X6	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-17.9009
Piso1	Y1	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	69.5816
Piso1	Y1	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-96.9527
Piso1	Y2	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	94.053
Piso1	Y2	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-128.3841
Piso1	Y3	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	11.0411
Piso1	Y3	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-17.0065
Piso1	Y4	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	6.671
Piso1	Y4	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-8.8462
Piso1	X7	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	27.263
Piso1	X7	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-28.0483
Piso1	X8	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	28.7936
Piso1	X8	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-26.9602
Piso1	X9	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	33.6364
Piso1	X9	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-24.3478
Piso1	Y5	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	23.1939
Piso1	Y5	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-32.3178

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Fuerzas cortantes en muros del Primer Nivel con el registro de aceleración Sismo de Lima 2012

Niveles	Pier	Casos de cargas	Tipo	Localizacion	V2 (ton)
Piso1	X1	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	41.8525
Piso1	X1	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-46.6758
Piso1	X2	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	22.4361
Piso1	X2	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-24.9748
Piso1	X3	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	24.2498
Piso1	X3	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-24.886
Piso1	X4	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	29.5012
Piso1	X4	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-27.2022
Piso1	X5	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	31.5365
Piso1	X5	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-27.8147
Piso1	X6	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	23.1288
Piso1	X6	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-18.2313
Piso1	Y1	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	70.5014
Piso1	Y1	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-100.8542
Piso1	Y2	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	101.5219
Piso1	Y2	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-132.141
Piso1	Y3	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	11.1203
Piso1	Y3	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-17.5557
Piso1	Y4	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	7.1309
Piso1	Y4	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-9.1827
Piso1	X7	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	28.906
Piso1	X7	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-28.4129
Piso1	X8	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	30.5093
Piso1	X8	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-27.3543
Piso1	X9	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	35.5546
Piso1	X9	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-27.1097
Piso1	Y5	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	23.5005
Piso1	Y5	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-33.6181

Fuente: Elaboración propia

Tabla 1. Fuerzas cortantes en muros del Primer Nivel con el registro de aceleración Sismo de Lima 2011

Niveles	Pier	Casos de cargas	Tipo	Localizacion	V2 (ton)
Piso1	X1	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	43.2404
Piso1	X1	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-46.9982
Piso1	X2	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	23.1901
Piso1	X2	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-25.1679
Piso1	X3	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	25.0476
Piso1	X3	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-25.0962

Piso1	X4	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	30.4424
Piso1	X4	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-27.4423
Piso1	X5	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	32.5501
Piso1	X5	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-28.0468
Piso1	X6	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	23.8661
Piso1	X6	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-18.3914
Piso1	Y1	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	96.1285
Piso1	Y1	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-79.4650
Piso1	Y2	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	107.5248
Piso1	Y2	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-137.246
Piso1	Y3	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	11.3246
Piso1	Y3	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-18.1631
Piso1	Y4	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	7.5138
Piso1	Y4	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-9.5922
Piso1	X7	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	29.8397
Piso1	X7	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-28.6241
Piso1	X8	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	31.4869
Piso1	X8	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-27.5527
Piso1	X9	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	36.6504
Piso1	X9	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-28.4911
Piso1	Y5	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	34.9844
Piso1	Y5	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-26.4883

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23. Momentos flectores en muros del Primer Nivel con el registro de aceleración Sismo de Pisco 2007

Niveles	Pier	Casos de cargas	Tipo	Localizacion	M3 (ton-m)
Piso1	X1	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	87.3934
Piso1	X1	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-101.1232
Piso1	X2	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	38.4155
Piso1	X2	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-43.9981
Piso1	X3	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	41.4961
Piso1	X3	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-44.1693
Piso1	X4	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	47.6535
Piso1	X4	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-46.3817
Piso1	X5	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	66.3224
Piso1	X5	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-62.7794
Piso1	X6	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	46.6
Piso1	X6	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-39.6655
Piso1	Y1	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	613.4855
Piso1	Y1	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-931.4174
Piso1	Y2	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	509.6524
Piso1	Y2	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-746.0833
Piso1	Y3	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	18.5597

Piso1	Y4	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	13.0836
Piso1	Y4	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-19.5215
Piso1	X7	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	56.9314
Piso1	X7	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-59.8547
Piso1	X8	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	61.5628
Piso1	X8	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-60.1208
Piso1	X9	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	93.629
Piso1	X9	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-77.0329
Piso1	Y5	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	204.4952
Piso1	Y5	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-310.4725

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24. Momentos flectores en muros del Primer Nivel con el registro de aceleración Sismo de Lima 2012

Niveles	Pier	Casos de cargas	Tipo	Localizacion	M3 (ton-m)
Piso1	X1	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	92.7733
Piso1	X1	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-102.5754
Piso1	X2	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	40.7845
Piso1	X2	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-44.5753
Piso1	X3	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	44.0142
Piso1	X3	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-44.8491
Piso1	X4	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	50.4913
Piso1	X4	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-47.2278
Piso1	X5	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	70.2505
Piso1	X5	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-64.0348
Piso1	X6	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	49.3215
Piso1	X6	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-40.553
Piso1	Y1	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	622.5798
Piso1	Y1	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-960.3701
Piso1	Y2	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	513.3029
Piso1	Y2	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-765.4623
Piso1	Y3	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	18.6886
Piso1	Y3	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-28.8213
Piso1	Y4	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	13.9355
Piso1	Y4	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-20.1934
Piso1	X7	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	60.3678
Piso1	X7	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-60.8302
Piso1	X8	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	65.2287
Piso1	X8	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-61.2491
Piso1	X9	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	99.0258
Piso1	X9	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-79.1127
Piso1	Y5	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	207.5266
Piso1	Y5	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-320.1234

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25. Momentos flectores en muros del Primer Nivel con el registro de aceleración al Sismo de Lima 2011

Niveles	Pier	Casos de cargas	Tipo	Localizacion	M3 (ton-m)
Piso1	X1	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	95.8102
Piso1	X1	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-103.4279
Piso1	X2	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	42.1321
Piso1	X2	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-44.9393
Piso1	X3	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	45.4432
Piso1	X3	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-45.2483
Piso1	X4	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	52.0946
Piso1	X4	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-47.6776
Piso1	X5	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	72.4663
Piso1	X5	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-64.6861
Piso1	X6	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	50.8626
Piso1	X6	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-40.9878
Piso1	Y1	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	635.9288
Piso1	Y1	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-988.3545
Piso1	Y2	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	524.3098
Piso1	Y2	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-790.1417
Piso1	Y3	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	19.0492
Piso1	Y3	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-29.8752
Piso1	Y4	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	14.6755
Piso1	Y4	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-21.0047
Piso1	X7	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	62.308
Piso1	X7	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-61.3751
Piso1	X8	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	67.2963
Piso1	X8	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-61.8413
Piso1	X9	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	102.0501
Piso1	X9	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-80.1058
Piso1	Y5	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	211.9763
Piso1	Y5	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-329.4515

Fuente: Elaboración propia

Desplazamientos máximos:

Tabla 26. Desplazamientos sometidos al registro de sismo Ica 2007

Niveles	Casos de carga	Tipo	Z (elevación)	UX (m)	UY (m)
Piso4	TH ICA 07 SC	Max	10.4	0.011558	0.003402
Piso3	TH ICA 07 SC	Max	7.8	0.008985	0.002808
Piso2	TH ICA 07 SC	Max	5.2	0.005756	0.00197
Piso1	TH ICA 07 SC	Max	2.6	0.002459	0.000974

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27. Desplazamientos sometidos al registro de sismo Lima 2012

Niveles	Casos de carga	Tipo	Z (elevación)	UX (m)	UY (m)
Piso4	TH LIMAUNI212 SC	Max	10.4	0.012274	0.003535
Piso3	TH LIMAUNI212 SC	Max	7.8	0.009543	0.002873
Piso2	TH LIMAUNI212 SC	Max	5.2	0.006117	0.001989
Piso1	TH LIMAUNI212 SC	Max	2.6	0.002616	0.000983

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28. Desplazamientos sometidos al registro de sismo Lima 2011

Niveles	Casos de carga	Tipo	Z (elevación)	UX (m)	UY (m)
Piso4	TH LIMAUNI411 SC	Max	10.4	0.012659	0.003744
Piso3	TH LIMAUNI411 SC	Max	7.8	0.009843	0.003041
Piso2	TH LIMAUNI411 SC	Max	5.2	0.006312	0.002102
Piso1	TH LIMAUNI411 SC	Max	2.6	0.002732	0.001038

Fuente: Elaboración propia

Derivas máximas:

Tabla 29. Derivas en X sometidos al registro de sismo Ica 2007

Niveles	Casos de carga	Tipo	Diafragma	Deriva	Norma <0.005
Piso4	TH ICA 07 SC	Max	Diaph D4 X	0.001409	Si cumple
Piso3	TH ICA 07 SC	Max	Diaph D3 X	0.001697	Si cumple
Piso2	TH ICA 07 SC	Max	Diaph D2 X	0.00172	Si cumple
Piso1	TH ICA 07 SC	Max	Diaph D1 X	0.001163	Si cumple

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30. Derivas en Y sometidos al registro de sismo Ica 2007

Niveles	Casos de carga	Tipo	Diafragma	Deriva	Norma <0.005
Piso4	TH ICA 07 SC	Max	Diaph D4 Y	0.000263	Si cumple
Piso3	TH ICA 07 SC	Max	Diaph D3 Y	0.000351	Si cumple
Piso2	TH ICA 07 SC	Max	Diaph D2 Y	0.000393	Si cumple
Piso1	TH ICA 07 SC	Max	Diaph D1 Y	0.000324	Si cumple

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31. Derivas en X sometidos al registro de sismo Lima 2012

Niveles	Casos de carga	Tipo	Diafragma	Deriva	Norma <0.005
Piso4	TH LIMAUNI212 SC	Max	Diaph D4 X	0.001491	Si cumple
Piso3	TH LIMAUNI212 SC	Max	Diaph D3 X	0.001794	Si cumple
Piso2	TH LIMAUNI212 SC	Max	Diaph D2 X	0.001818	Si cumple
Piso1	TH LIMAUNI212 SC	Max	Diaph D1 X	0.00123	Si cumple

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32. Derivas en Y sometidos al registro de sismo Lima 2012

Niveles	Casos de carga	Tipo	Diafragma	Deriva	Norma <0.005
Piso4	TH LIMAUNI212 SC	Max	Diaph D4 Y	0.000267	Si cumple
Piso3	TH LIMAUNI212 SC	Max	Diaph D3 Y	0.000357	Si cumple
Piso2	TH LIMAUNI212 SC	Max	Diaph D2 Y	0.0004	Si cumple
Piso1	TH LIMAUNI212 SC	Max	Diaph D1 Y	0.000329	Si cumple

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33. Derivas en X sometidos al registro de sismo Lima 2011

Niveles	Casos de carga	Tipo	Diafragma	Deriva	Norma <0.005
Piso4	TH LIMAUNI411 SC	Max	Diaph D4 X	0.001535	Si cumple
Piso3	TH LIMAUNI411 SC	Max	Diaph D3 X	0.001846	Si cumple
Piso2	TH LIMAUNI411 SC	Max	Diaph D2 X	0.00187	Si cumple
Piso1	TH LIMAUNI411 SC	Max	Diaph D1 X	0.001268	Si cumple

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34. Derivas en Y sometidos al registro de sismo Lima 2011

Niveles	Casos de carga	Tipo	Item	Drift	Norma <0.005
Piso4	TH LIMAUNI411 SC	Max	Diaph D4 Y	0.000273	Si cumple
Piso3	TH LIMAUNI411 SC	Max	Diaph D3 Y	0.000366	Si cumple
Piso2	TH LIMAUNI411 SC	Max	Diaph D2 Y	0.000409	Si cumple
Piso1	TH LIMAUNI411 SC	Max	Diaph D1 Y	0.000338	Si cumple

Fuente: Elaboración propia

4.3 Análisis Final de Resultados

Se muestra de forma ordenada los resultados obtenidos del ETABS de los muros X de los análisis sísmicos modales espectrales y tiempo historia realizados en esta tesis, con la finalidad de contrastar de forma clara y así visualizar las conclusiones de manera más evidente.

Fuerzas Internas

Tabla 35. Fuerza Axial, Fuerzas cortantes y Momentos flectores del Muro X1

Niveles	Pier	Casos de carga	Tipo	Localizacion	P (tonf)	V2 (tonf)	M3 (ton-m)
Piso1	X1	SDIN-X-X	Max	Bottom	14.9822	56.7782	122.4028
Piso1	X1	SDIN-Y-Y	Max	Bottom	17.4223	7.874	14.9111
Piso1	X1	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	14.9969	39.4151	87.3934
Piso1	X1	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-24.2455	-46.2112	-101.1232
Piso1	X1	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	15.2532	41.8525	92.7733
Piso1	X1	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-25.0679	-46.6758	-102.5754
Piso1	X1	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	15.5647	43.2404	95.8102
Piso1	X1	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-25.745	-46.9982	-103.4279

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36. Fuerza Axial, Fuerzas cortantes y Momentos flectores del Muro X2

Niveles	Pier	Casos de carga	Tipo	Localizacion	P (tonf)	V2 (tonf)	M3 (ton-m)
Piso1	X2	SDIN-X-X	Max	Bottom	14.1485	29.7442	53.2022
Piso1	X2	SDIN-Y-Y	Max	Bottom	4.7809	3.911	6.1579
Piso1	X2	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	10.1662	21.1218	38.4155
Piso1	X2	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-11.5818	-24.699	-43.9981
Piso1	X2	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	10.778	22.4361	40.7845
Piso1	X2	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-12.1784	-24.9748	-44.5753
Piso1	X2	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	11.3888	23.1901	42.1321
Piso1	X2	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-12.4702	-25.1679	-0.1284

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37. Fuerza Axial, Fuerzas cortantes y Momentos flectores del Muro X3

Niveles	Pier	Casos de carga	Tipo	Localizacion	P (tonf)	V2 (tonf)	M3 (ton-m)
Piso1	X3	SDIN-X-X	Max	Bottom	14.4558	30.1245	54.2482
Piso1	X3	SDIN-Y-Y	Max	Bottom	0.7016	2.3015	3.7428
Piso1	X3	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	12.2434	22.8546	41.4961
Piso1	X3	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-11.3111	-24.555	-44.1693
Piso1	X3	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	12.696	24.2498	44.0142
Piso1	X3	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-11.9717	-24.886	-44.8491
Piso1	X3	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	12.9265	25.0476	45.4432
Piso1	X3	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-12.3241	-25.0962	-45.2483

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38. Fuerza Axial, Fuerzas cortantes y Momentos flectores del Muro X4

Niveles	Pier	Casos de carga	Tipo	Localizacion	P (tonf)	V2 (tonf)	M3 (ton-m)
Piso1	X4	SDIN-X-X	Max	Bottom	17.6815	35.1981	60.1476
Piso1	X4	SDIN-Y-Y	Max	Bottom	1.2697	1.8577	3.0329
Piso1	X4	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	15.7584	27.8425	47.6535
Piso1	X4	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-13.7313	-26.755	-46.3817
Piso1	X4	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	16.3086	29.5012	50.4913
Piso1	X4	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-14.56	-27.2022	-47.2278
Piso1	X4	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	16.6019	30.4424	52.0946
Piso1	X4	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-15.0129	-27.4423	-47.6776

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39. Fuerza Axial, Fuerzas cortantes y Momentos flectores del Muro X5

Niveles	Pier	Casos de carga	Tipo	Localizacion	P (tonf)	V2 (tonf)	M3 (ton-m)
Piso1	X5	SDIN-X-X	Max	Bottom	13.793	37.964	84.2335
Piso1	X5	SDIN-Y-Y	Max	Bottom	4.1999	2.5558	5.1874
Piso1	X5	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	12.4752	29.7647	66.3224
Piso1	X5	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-10.3378	-27.3779	-62.7794
Piso1	X5	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	12.6937	31.5365	70.2505
Piso1	X5	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-11.4699	-27.8147	-64.0348
Piso1	X5	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	12.8636	32.5501	72.4663
Piso1	X5	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-12.0656	-28.0468	-64.6861

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40. Fuerza Axial, Fuerzas cortantes y Momentos flectores del Muro X6

Niveles	Pier	Casos de carga	Tipo	Localizacion	P (tonf)	V2 (tonf)	M3 (ton-m)
Piso1	X6	SDIN-X-X	Max	Bottom	21.4878	28.6012	60.7111
Piso1	X6	SDIN-Y-Y	Max	Bottom	10.6993	3.6247	7.0358
Piso1	X6	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	16.9987	21.8457	46.6
Piso1	X6	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-14.8234	-17.9009	-39.6655
Piso1	X6	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	17.8107	23.1288	49.3215
Piso1	X6	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-16.2521	-18.2313	-40.553
Piso1	X6	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	18.2098	23.8661	50.8626
Piso1	X6	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-17.0722	-18.3914	-40.9878

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41. Fuerza Axial, Fuerzas cortantes y Momentos flectores del Muro X7

Niveles	Pier	Casos de carga	Tipo	Localizacion	P (tonf)	V2 (tonf)	M3 (ton-m)
Piso1	X7	SDIN-X-X	Max	Bottom	33.6567	35.7733	74.0957
Piso1	X7	SDIN-Y-Y	Max	Bottom	3.2926	2.49	4.8276
Piso1	X7	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	26.5928	27.263	56.9314
Piso1	X7	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-26.1581	-28.0483	-59.8547
Piso1	X7	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	28.1609	28.906	60.3678
Piso1	X7	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-26.8515	-28.4129	-60.8302
Piso1	X7	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	29.0205	29.8397	62.308
Piso1	X7	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-27.1466	-28.6241	-61.3751

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42. Fuerza Axial, Fuerzas cortantes y Momentos flectores del Muro X8

Niveles	Pier	Casos de carga	Tipo	Localizacion	P (tonf)	V2 (tonf)	M3 (ton-m)
Piso1	X8	SDIN-X-X	Max	Bottom	16.4675	36.2109	77.568
Piso1	X8	SDIN-Y-Y	Max	Bottom	3.4952	2.455	3.9324
Piso1	X8	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	12.5089	28.7936	61.5628
Piso1	X8	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-16.1463	-26.9602	-60.1208
Piso1	X8	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	13.275	30.5093	65.2287
Piso1	X8	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-16.6883	-27.3543	-61.2491
Piso1	X8	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	13.6952	31.4869	67.2963
Piso1	X8	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-17.0297	-27.5527	-61.8413

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Fuerza Axial, Fuerzas cortantes y Momentos flectores del Muro X9

Niveles	Pier	Casos de carga	Tipo	Localizacion	P (tonf)	V2 (tonf)	M3 (ton-m)
Piso1	X9	SDIN-X-X	Max	Bottom	48.8911	44.7808	123.8437
Piso1	X9	SDIN-Y-Y	Max	Bottom	38.4492	10.1337	17.4141
Piso1	X9	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	39.6165	33.6364	93.629
Piso1	X9	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-40.8075	-24.3478	-77.0329
Piso1	X9	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	41.3085	35.5546	99.0258
Piso1	X9	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-44.0593	-27.1097	-79.1127
Piso1	X9	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	42.064	36.6504	102.0501
Piso1	X9	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-46.1594	-28.4911	-80.1058

Fuente: Elaboración propia

De manera análoga, se presenta los resultados obtenidos del ETABS de los muros Y debido al análisis sísmico modal espectral y tiempo historia.

Tabla 44. Fuerza Axial, Fuerzas cortantes y Momentos flectores del Muro Y1

Niveles	Pier	Casos de carga	Tipo	Localizacion	P (tonf)	V2 (tonf)	M3 (ton-m)
Piso1	Y1	SDIN-X-X	Max	Bottom	285.3194	56.2152	615.1671
Piso1	Y1	SDIN-Y-Y	Max	Bottom	21.5449	148.4821	1082.6135
Piso1	Y1	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	225.2364	92.7754	817.9806
Piso1	Y1	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-229.0933	-129.2703	-1241.8899
Piso1	Y1	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	238.4192	94.0018	830.1064
Piso1	Y1	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-235.7188	-134.4722	-1280.4934
Piso1	Y1	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	245.5624	96.1285	847.9051
Piso1	Y1	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-238.8208	-139.9377	-1317.806

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45. Fuerza Axial, Fuerzas cortantes y Momentos flectores del Muro Y2

Niveles	Pier	Casos de carga	Tipo	Localizacion	P (tonf)	V2 (tonf)	M3 (ton-m)
Piso1	Y2	SDIN-X-X	Max	Bottom	341.2572	44.6111	82.8262
Piso1	Y2	SDIN-Y-Y	Max	Bottom	29.4037	174.7386	895.8852
Piso1	Y2	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	261.1051	94.053	509.6524
Piso1	Y2	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-271.3936	-128.3841	-746.0833
Piso1	Y2	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	268.9736	101.5219	513.3029
Piso1	Y2	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-287.1037	-132.141	-765.4623
Piso1	Y2	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	272.6098	107.5248	524.3098
Piso1	Y2	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-295.6176	-137.246	-790.1417

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46. Fuerza Axial, Fuerzas cortantes y Momentos flectores del Muro Y3

Niveles	Pier	Casos de carga	Tipo	Localizacion	P (tonf)	V2 (tonf)	M3 (ton-m)
Piso1	Y3	SDIN-X-X	Max	Bottom	1.5056	4.2299	4.7176
Piso1	Y3	SDIN-Y-Y	Max	Bottom	1.5536	17.022	30.5815
Piso1	Y3	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	1.8861	11.0411	18.5597
Piso1	Y3	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-1.2304	-17.0065	-27.8911
Piso1	Y3	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	1.9261	11.1203	18.6886
Piso1	Y3	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-1.2952	-17.5557	-28.8213
Piso1	Y3	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	1.979	11.3246	19.0492
Piso1	Y3	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-1.3503	-18.1631	-29.8752

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47. Fuerza Axial, Fuerzas cortantes y Momentos flectores del Muro Y4

Niveles	Pier	Casos de carga	Tipo	Localizacion	P (tonf)	V2 (tonf)	M3 (ton-m)
Piso1	Y4	SDIN-X-X	Max	Bottom	12.6512	1.2103	0.8908
Piso1	Y4	SDIN-Y-Y	Max	Bottom	21.7426	12.1079	24.6479
Piso1	Y4	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	16.1519	6.671	13.0836
Piso1	Y4	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-12.9623	-8.8462	-19.5215
Piso1	Y4	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	16.468	7.1309	13.9355
Piso1	Y4	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-14.1381	-9.1827	-20.1934
Piso1	Y4	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	16.781	7.5138	14.6755
Piso1	Y4	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-15.2302	-9.5922	-21.0047

Fuente: Elaboración propia

Tabla 48. Fuerza Axial, Fuerzas cortantes y Momentos flectores del Muro Y5

Niveles	Pier	Casos de carga	Tipo	Localizacion	P (tonf)	V2 (tonf)	M3 (ton-m)
Piso1	Y5	SDIN-X-X	Max	Bottom	12.6512	1.2103	0.8908
Piso1	Y5	SDIN-Y-Y	Max	Bottom	21.7426	12.1079	24.6479
Piso1	Y5	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	16.1519	6.671	13.0836
Piso1	Y5	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-12.9623	-8.8462	-19.5215
Piso1	Y5	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	16.468	7.1309	13.9355
Piso1	Y5	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-14.1381	-9.1827	-20.1934
Piso1	Y5	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	16.781	7.5138	14.6755
Piso1	Y5	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-15.2302	-9.5922	-21.0047

Fuente: Elaboración propia

Derivas de entrepiso en la dirección X

Tabla 49. Derivas del Piso 1 en la dirección X

Niveles	Casos de cargas	Tipo	Item	Derivada
Piso1	SDIN-X-X	Max	Diaph D1 X	0.001295
Piso1	TH ICA 07 SC	Max	Diaph D1 X	0.000917
Piso1	TH ICA 07 SC	Min	Diaph D1 X	0.000916
Piso1	TH LIMAUNI212 SC	Max	Diaph D1 X	0.000971
Piso1	TH LIMAUNI212 SC	Min	Diaph D1 X	0.000934
Piso1	TH LIMAUNI411 SC	Max	Diaph D1 X	0.001002
Piso1	TH LIMAUNI411 SC	Min	Diaph D1 X	0.000943

Fuente: Elaboración propia

Tabla 50. Derivas del Piso 2 en la dirección X

Niveles	Casos de cargas	Tipo	Item	Derivada
Piso2	SDIN-X-X	Max	Diaph D1 X	0.001806
Piso2	TH ICA 07 SC	Max	Diaph D1 X	0.00131
Piso2	TH ICA 07 SC	Min	Diaph D1 X	0.001346
Piso2	TH LIMAUNI212 SC	Max	Diaph D1 X	0.001388
Piso2	TH LIMAUNI212 SC	Min	Diaph D1 X	0.001381
Piso2	TH LIMAUNI411 SC	Max	Diaph D1 X	0.00143
Piso2	TH LIMAUNI411 SC	Min	Diaph D1 X	0.001399

Fuente: Elaboración propia

Tabla 51. Derivas del Piso 3 en la dirección X

Niveles	Casos de cargas	Tipo	Item	Derivada
Piso3	SDIN-X-X	Max	Diaph D1 X	0.001747
Piso3	TH ICA 07 SC	Max	Diaph D1 X	0.001276
Piso3	TH ICA 07 SC	Min	Diaph D1 X	0.001357
Piso3	TH LIMAUNI212 SC	Max	Diaph D1 X	0.001352
Piso3	TH LIMAUNI212 SC	Min	Diaph D1 X	0.001404
Piso3	TH LIMAUNI411 SC	Max	Diaph D1 X	0.001392
Piso3	TH LIMAUNI411 SC	Min	Diaph D1 X	0.001428

Fuente: Elaboración propia

Tabla 52. Derivas del Piso 4 en la dirección X

Niveles	Casos de cargas	Tipo	Item	Derivada
Piso4	SDIN-X-X	Max	Diaph D1 X	0.001415
Piso4	TH ICA 07 SC	Max	Diaph D1 X	0.001044
Piso4	TH ICA 07 SC	Min	Diaph D1 X	0.001132
Piso4	TH LIMAUNI212 SC	Max	Diaph D1 X	0.001106
Piso4	TH LIMAUNI212 SC	Min	Diaph D1 X	0.001177
Piso4	TH LIMAUNI411 SC	Max	Diaph D1 X	0.001139
Piso4	TH LIMAUNI411 SC	Min	Diaph D1 X	0.001201

Fuente: Elaboración propia

Derivas de entrepiso en la dirección Y.

Tabla 53. Derivas del Piso 1 en la dirección Y

Niveles	Casos de cargas	Tipo	Item	Derivada
Piso1	SDIN-Y-Y	Max	Diaph D1 Y	0.000531
Piso1	TH ICA 07 SC	Max	Diaph D1 Y	0.000308
Piso1	TH ICA 07 SC	Min	Diaph D1 Y	0.000443
Piso1	TH LIMAUNI212 SC	Max	Diaph D1 Y	0.000311
Piso1	TH LIMAUNI212 SC	Min	Diaph D1 Y	0.000458
Piso1	TH LIMAUNI411 SC	Max	Diaph D1 Y	0.000321
Piso1	TH LIMAUNI411 SC	Min	Diaph D1 Y	0.000475

Fuente: Elaboración propia

Tabla 54. Derivas del Piso 2 en la dirección Y

Niveles	Casos de cargas	Tipo	Item	Derivada
Piso2	SDIN-X-X	Max	Diaph D2 Y	0.000583
Piso2	TH ICA 07 SC	Max	Diaph D2 Y	0.000355
Piso2	TH ICA 07 SC	Min	Diaph D2 Y	0.000487
Piso2	TH LIMAUNI212 SC	Max	Diaph D2 Y	0.000359
Piso2	TH LIMAUNI212 SC	Min	Diaph D2 Y	0.000501
Piso2	TH LIMAUNI411 SC	Max	Diaph D2 Y	0.000368
Piso2	TH LIMAUNI411 SC	Min	Diaph D2 Y	0.000518

Fuente: Elaboración propia

Tabla 55. Derivas del Piso 3 en la dirección Y

Niveles	Casos de cargas	Tipo	Item	Derivada
Piso3	SDIN-Y-Y	Max	Diaph D3 Y	0.000506
Piso3	TH ICA 07 SC	Max	Diaph D3 Y	0.000309
Piso3	TH ICA 07 SC	Min	Diaph D3 Y	0.000417
Piso3	TH LIMAUNI212 SC	Max	Diaph D3 Y	0.000313
Piso3	TH LIMAUNI212 SC	Min	Diaph D3 Y	0.00043
Piso3	TH LIMAUNI411 SC	Max	Diaph D3 Y	0.000321
Piso3	TH LIMAUNI411 SC	Min	Diaph D3 Y	0.000449

Fuente: Elaboración propia

Tabla 56. Derivas del Piso 4 en la dirección Y

Niveles	Casos de cargas	Tipo	Item	Derivada
Piso4	SDIN-Y-Y	Max	Diaph D4 Y	0.000357
Piso4	TH ICA 07 SC	Max	Diaph D4 Y	0.000224
Piso4	TH ICA 07 SC	Min	Diaph D4 Y	0.000303
Piso4	TH LIMAUNI212 SC	Max	Diaph D4 Y	0.000227
Piso4	TH LIMAUNI212 SC	Min	Diaph D4 Y	0.000318
Piso4	TH LIMAUNI411 SC	Max	Diaph D4 Y	0.000232
Piso4	TH LIMAUNI411 SC	Min	Diaph D4 Y	0.000331

Fuente: Elaboración propia

Fuerzas cortantes de Piso en la dirección X.

Tabla 57. Fuerzas cortantes del Piso 1 en la dirección X

Niveles	Casos de cargas	Tipo	Localización	VX (tonf)
Piso1	SDIN-X-X	Max	Bottom	310.09
Piso1	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	226.956
Piso1	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-238.1543
Piso1	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	238.7547
Piso1	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-253.417
Piso1	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	255.6577
Piso1	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-263.4206

Fuente: Elaboración propia

Tabla 58. Fuerzas cortantes del Piso 2 en la dirección X

Niveles	Casos de cargas	Tipo	Localizacion	VX (tonf)
Story2	SDIN-X-X	Max	Bottom	275.9976
Story2	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	204.2029
Story2	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-211.9049
Story2	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	212.0095
Story2	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-224.9664
Story2	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	216.7851
Story2	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-231.9263

Fuente: Elaboración propia

Tabla 59. Fuerzas cortantes del Piso 3 en la dirección X

Niveles	Casos de cargas	Tipo	Localizacion	VX (tonf)
Piso3	SDIN-X-X	Max	Bottom	211.0091
Piso3	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	161.3006
Piso3	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-159.1075
Piso3	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	169.6569
Piso3	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-168.773
Piso3	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	174.0994
Piso3	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-173.7974

Fuente: Elaboración propia

Tabla 60. Fuerzas cortantes del Piso 4 en la dirección X

Niveles	Casos de cargas	Tipo	Localización	VX (tonf)
Piso4	SDIN-X-X	Max	Bottom	112.0263
Piso4	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	85.0056
Piso4	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-79.9313
Piso4	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	90.73
Piso4	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-84.9003
Piso4	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	94.0285
Piso4	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-87.5597

Fuente: Elaboración propia

Fuerzas Cortantes de piso en la dirección Y

Tabla 61. Fuerzas cortantes del Piso 1 en la dirección Y

Niveles	Casos de cargas	Tipo	Localización	VY (tonf)
Piso1	SDIN-Y-Y	Max	Bottom	309.374
Piso1	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	251.8398
Piso1	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-203.0733
Piso1	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	259.9409
Piso1	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-212.6436
Piso1	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	270.0348
Story1	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-224.5824

Fuente: Elaboración propia

Tabla 62. Fuerzas cortantes del Piso 2 en la dirección Y

Niveles	Casos de cargas	Tipo	Localizacion	VY (tonf)
Piso2	SDIN-Y-Y	Max	Bottom	271.488
Piso2	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	210.073
Piso2	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-168.9605
Piso2	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	214.9604
Piso2	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-180.7613
Piso2	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	221.808
Piso2	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-191.4833

Fuente: Elaboración propia

Tabla 63. Fuerzas cortantes del Piso 3 en la dirección Y

Niveles	Casos de cargas	Tipo	Localizacion	VY (tonf)
Piso3	SDIN-Y-Y	Max	Bottom	203.875
Piso3	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	148.4547
Piso3	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-121.3
Piso3	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	149.8287
Piso3	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-130.0512
Piso3	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	152.7628
Piso3	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-138.5151

Fuente: Elaboración propia

Tabla 64. Fuerzas cortantes del Piso 4 en la dirección Y

Niveles	Casos de cargas	Tipo	Localización	VY (tonf)
Piso4	SDIN-Y-Y	Max	Bottom	105.0061
Piso4	TH ICA 07 SC	Max	Bottom	71.2787
Piso4	TH ICA 07 SC	Min	Bottom	-57.9184
Piso4	TH LIMAUNI212 SC	Max	Bottom	70.9629
Piso4	TH LIMAUNI212 SC	Min	Bottom	-62.1785
Piso4	TH LIMAUNI411 SC	Max	Bottom	71.404
Piso4	TH LIMAUNI411 SC	Min	Bottom	-66.5945

Fuente: Elaboración propia

4.4 Comparaciones entre los resultados del análisis sísmico modal espectral y tiempo historia

A continuación se muestra la comparación de los resultados exportados del ETABS, para cada caso de carga.

Tabla 65. Comparación de cortantes máximos en la base según el caso de carga.

Casos de cargas	PISO1	
	VX (ton)	VY (ton)
MODAL ESPECTRAL	310.09	309.374
TH ICA 07 SC	226.956	251.8398
TH LIMAUNI212 SC	238.7547	259.9409
TH LIMAUNI411 SC	255.6577	270.0348

Fuente: Elaboración propia

Donde:

VX: Cortante en la base en dirección X por sismo en X.

VY: Cortante en la base en dirección Y por sismo en Y.

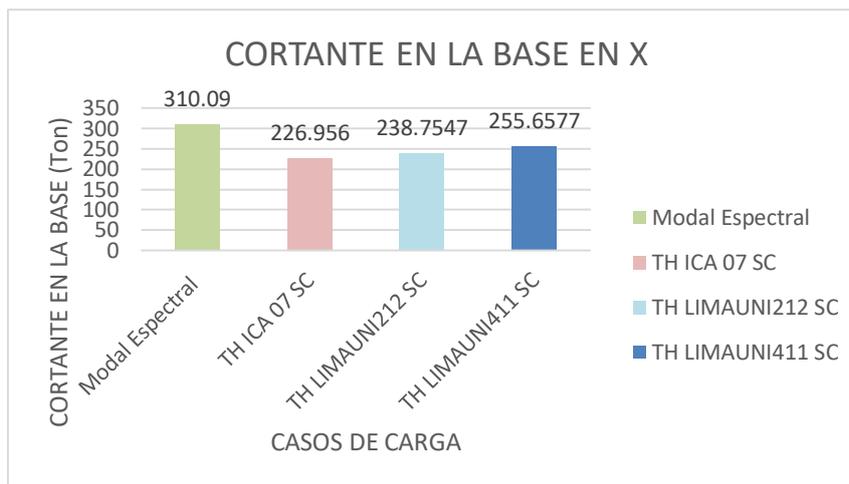


Figura 19. Comparación en cortantes en la base dirección X

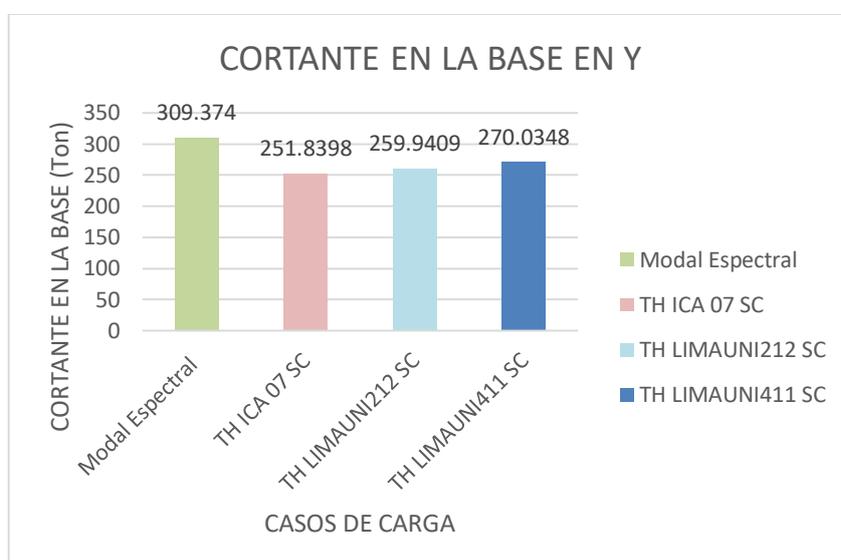


Figura 20. Comparación de cortantes en la base dirección Y

Tabla 66. Cortantes de entrepisos según casos de carga en dirección X.

CASOS DE CARGA	VX (ton)			
	Piso1	Piso2	Piso3	Piso4
SDIN-X-X MAX	310.09	275.9976	211.0091	112.0263
SDIN-Y-Y MAX	14.8575	12.8446	9.3139	4.7029
TH ICA 07 SC MAX	226.956	204.2029	161.3006	85.0056
TH ICA 07 SC MIN	238.1543	211.9049	159.1075	79.9313
TH LIMAUNI212 SC MAX	238.7547	212.0095	169.6569	90.73
TH LIMAUNI212 SC MIN	253.417	224.9664	168.773	84.9003
TH LIMAUNI411 SC MAX	255.6577	216.7851	174.0994	94.0285
TH LIMAUNI411 SC MIN	263.4206	231.9263	173.7974	87.5597

Fuente: Elaboración propia

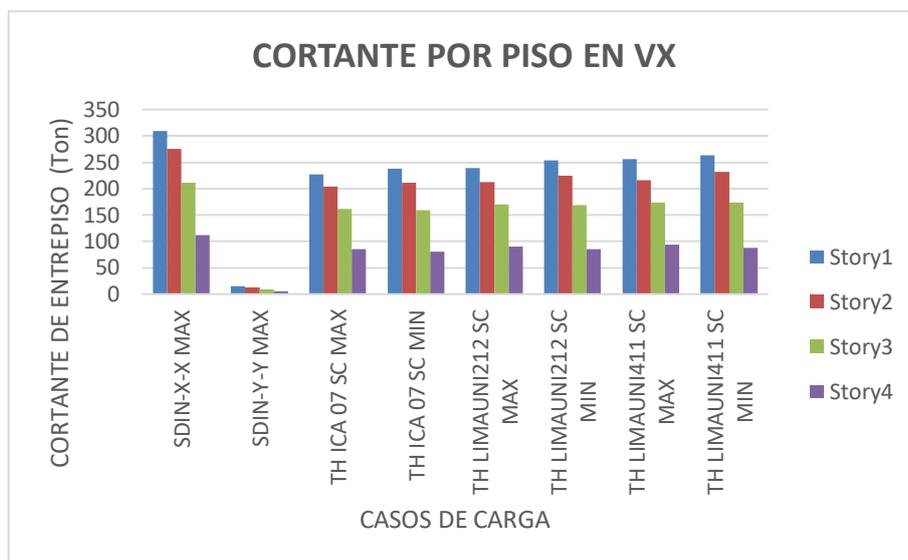


Figura 21. Comparación de cortante por piso dirección X

Tabla 67. Cortantes de entrepisos según casos de carga en dirección Y.

CASOS DE CARGA	VY (ton)			
	Piso1	Piso2	Piso3	Piso4
SDIN-X-X MAX	14.8575	13.4735	10.3436	5.3419
SDIN-Y-Y MAX	309.374	271.488	203.875	105.0061
TH ICA 07 SC MAX	251.8398	210.073	148.4547	71.2787
TH ICA 07 SC MIN	203.0733	168.9605	121.3	57.9184
TH LIMAUNI212 SC MAX	259.9409	214.9604	149.8287	70.9629
TH LIMAUNI212 SC MIN	212.6436	180.7613	130.0512	62.1785
TH LIMAUNI411 SC MAX	270.0348	221.808	152.7628	71.404
TH LIMAUNI411 SC MIN	224.5824	191.4833	138.5151	66.5945

Fuente: Elaboración propia

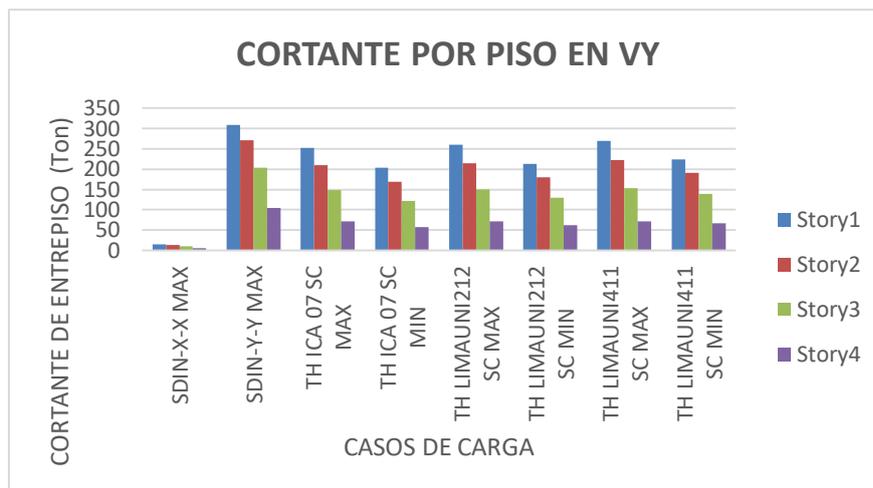


Figura 22. Comparación de cortante por piso dirección Y

Tabla 68. Comparación de desplazamientos máximos en el último nivel.

CASOS DE CARGA	PISO4	
	DUX (m)	DUY (m)
MODAL ESPECTRAL	0.015076	0.005513
TH ICA 07 SC	0.011558	0.003402
TH LIMAUNI212 SC	0.012274	0.003535
TH LIMAUNI411 SC	0.012659	0.003744

Fuente: Elaboración propia

Donde:

DUX: desplazamiento en dirección X por sismo X en el último nivel.

DUY: desplazamiento en dirección Y por sismo Y en el último nivel.

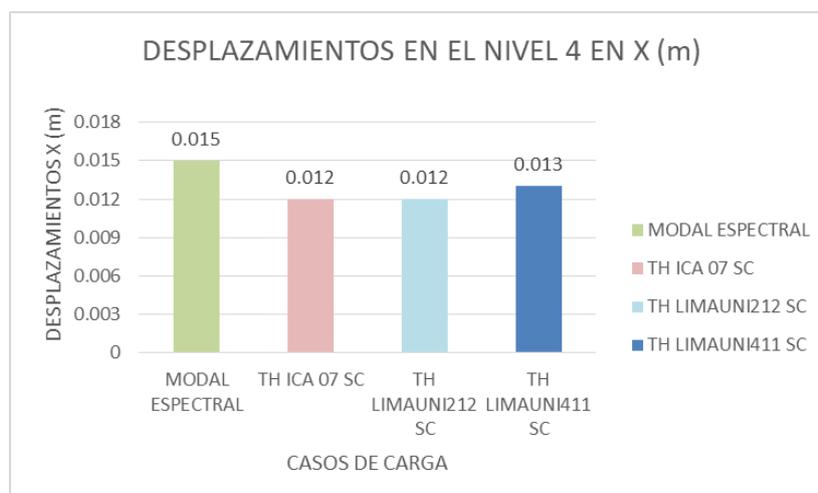


Figura 23. Comparación de desplazamientos en X – ultimo nivel

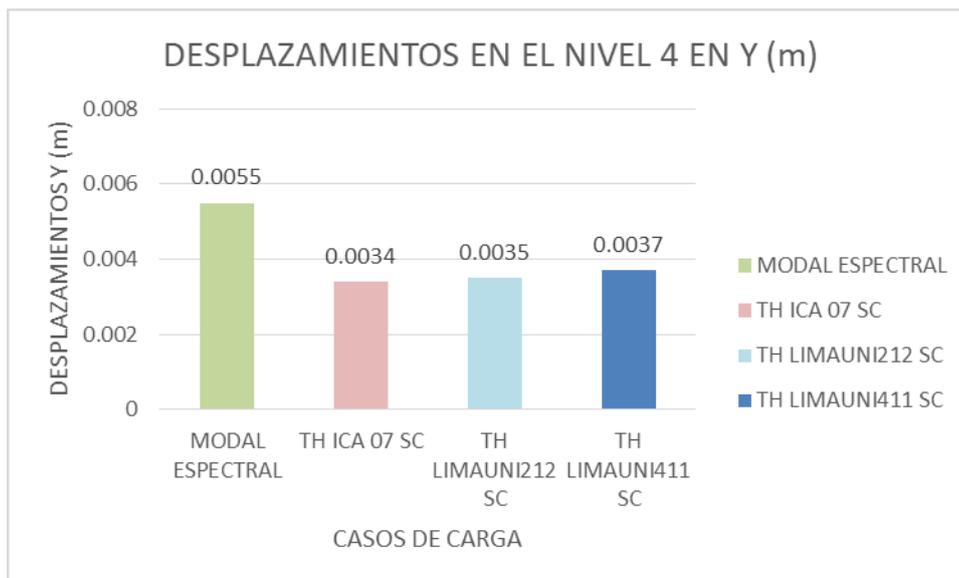


Figura 24. Comparación de desplazamientos en Y – ultimo nivel

Tabla 69. Desplazamientos máximos en X de entrepisos según los casos de carga.

CASOS DE CARGA	DUX (m)			
	Story1	Story2	Story3	Story4
SDIN-X-X	0.003242	0.007523	0.011694	0.015076
TH ICA 07 SC	0.002459	0.005756	0.008985	0.011558
TH LIMAUNI212 SC	0.002616	0.006117	0.009543	0.012274
TH LIMAUNI411 SC	0.002732	0.006312	0.009843	0.012659

Fuente: Elaboración propia

Tabla 70. Desplazamientos máximos en Y de entrepisos según los casos de carga.

CASO DE CARGA	DUX (m)			
	Piso1	Story2	Story3	Story4
SDIN-Y-Y	0.001463	0.003026	0.00444	0.005513
TH ICA 07 SC	0.000974	0.00197	0.002808	0.003402
TH LIMAUNI212 SC	0.000983	0.001989	0.002873	0.003535
TH LIMAUNI411 SC	0.001038	0.002102	0.003041	0.003744

Fuente: Elaboración propia

Tabla 71. Derivas máximas de los entrepisos según casos de cargas en la dirección X.

CASOS DE CARGA	MAX DRIFT			
	Piso1	Piso2	Piso3	Piso4
SDIN-X-X	0.001295	0.001806	0.001747	0.001415
TH ICA 07 SC	0.000917	0.00131	0.001276	0.001044
TH LIMAUNI212 SC	0.000971	0.001388	0.001352	0.001106
TH LIMAUNI411 SC	0.001002	0.00143	0.001392	0.001139

Fuente: Elaboración propia

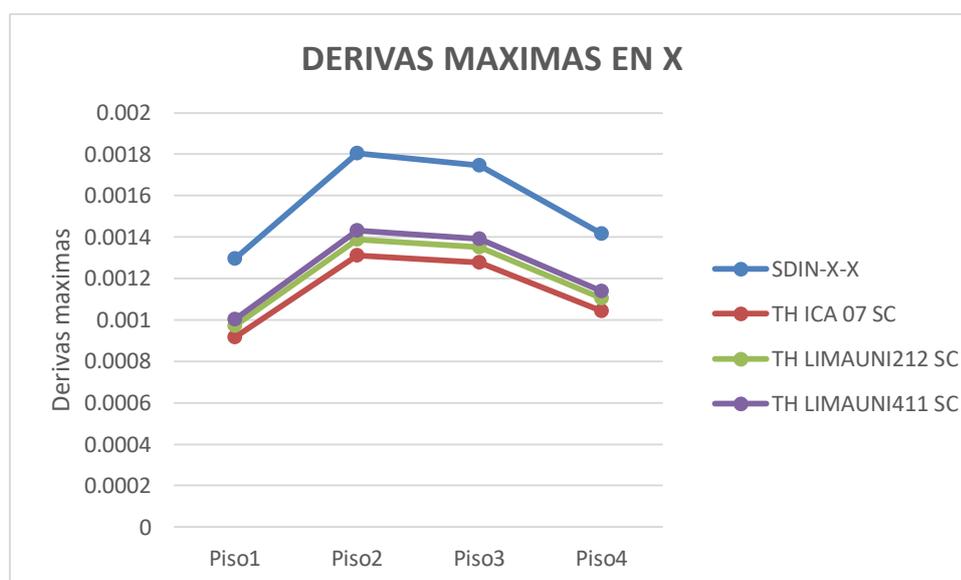


Figura 25. Comparación de derivas máximas de entrepiso en X

Tabla 72. Derivas máximas de los entrepisos según casos de carga en la dirección Y.

CASOS DE CARGA	DERIVAS MAXIMAS			
	Piso1	Piso2	Piso3	Piso4
SDIN-Y-Y	0.000531	0.000583	0.000506	0.000357
TH ICA 07 SC	0.000308	0.000355	0.000309	0.000224
TH LIMAUNI212 SC	0.000311	0.000359	0.000313	0.000227
TH LIMAUNI411 SC	0.000321	0.000368	0.000321	0.000232

Fuente: Elaboración propia

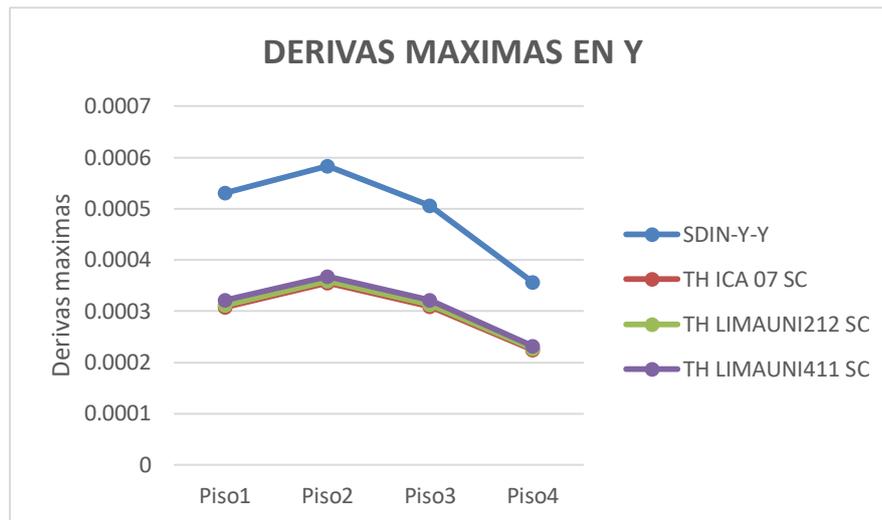


Figura 26. Comparación de derivas máximas de entrepiso en Y

Tabla 73. Cuadro de comparación de solicitaciones máximas por el análisis modal espectral y tiempo historia para entrepisos

ENTREPISO	ANALISIS SISMICOS				% AME vs ATH
	solicitud	dimensión	Modal espectral	Tiempo historia	
Piso1	Cortante en base – Dir. X	Ton	310.09	263.421	117.72
Piso1	Cortante en base – Dir. Y	Ton	309.374	270.034	114.57
Piso2	Deriva – Dir. X	-	0.001806	0.00143	126.29
Piso2	Deriva – Dir. Y	-	0.000583	0.000368	158.42
Piso4	Desplazamiento – Dir. X	M	0.015076	0.012659	119.09
Piso4	Desplazamiento – Dir. Y	M	0.005513	0.003744	147.25
				promedio	130.56

Fuente: Elaboración propia

V. DISCUSION DE RESULTADOS

- Conforme a los resultados de los desplazamientos obtenidos según los casos de cargas analizados, los valores máximos del método modal espectral son levemente mayores a los del método tiempo historia, en 0.015m y 0.013m respectivamente. Así mismo, el desplazamiento máximo obtenido por el método modal espectral surge de la aceleración espectral con dirección en X esto en aplicación por lo indicado en la E.030-2018, por lo cual el desplazamiento horizontal tiene una variación de 19.09% respecto al desplazamiento máximo obtenidos por el método tiempo historia.
- También, los resultados de las derivas máximas obtenidas por el método modal espectral son levemente mayores en relación a las derivas obtenidas por el método tiempo historia con una variación del 26.29%, de esta manera alcanzaron los valores menores a 0.005 lo que prescribe la norma E.030-2018 esto para una edificación de albañilería.
- Los resultados de la cortante basal en el primer piso con mayores por el método modal espectral en relación al método tiempo historia y presentan una variación de 17.72% esto en dirección X.
- Ante lo mencionado, se determina que no se asemeja con ciertos investigadores concernientes al tema en estudio tal como el caso de Rojas Valencia y Dante Hernán que en su tesis de pregrado denominado “Comparación entre el método estático y el método dinámico (modal espectral y tiempo historia) aplicados a una edificación multifamiliar de cuatro niveles de albañilería confinada en la ciudad de Cajamarca” en la cual en sus conclusiones afirma que los resultados obtenidos por el método tiempo historia superan al método modal espectral.
- Esta diferencia puede relacionarse al tipo de zonificación del cual están ubicados la edificación, el tipo de suelo, estructuración, características de los materiales y otras variables de entrada.
- Esta investigación tuvo como objetivo analizar y comparar los resultados

obtenidos de los análisis sísmicos por el método modal espectral y el método tiempo historia en una edificación de cuatro pisos, donde los valores de desplazamientos, fuerzas cortantes y derivas por el método modal espectral superan con pequeña diferencia al método tiempo historia.

- La importancia de haberse realizado la comparación de los análisis sísmicos estudiados es la evaluación de solicitaciones que estos demandan en la estructura, sin marginar aquellos métodos dado que para el diseño estructural de albañilería tienen que llevar un análisis en el rango no lineal.

VI. CONCLUSIONES

- En esta tesis se determinó que el análisis sísmico por el método modal espectral superan ligeramente en respuesta sísmicas, en relación a los casos comparativos obtenidos por el método tiempo historia; de esta manera análisis sísmico por el método modal espectral es en promedio 30.56% mayor que el análisis sísmico por tiempo historia.
- Se concluye que los desplazamientos laterales en el último nivel obtenidos por el método modal espectral dan mayores resultados en comparación al método tiempo historia; dando una variación de 19.09% en la dirección X y 47.25% en la dirección Y
- Se concluye que las derivas máximas obtenidos por los métodos estudiados modal espectral y tiempo historia cumplen con los parámetros establecidos de la norma E.030-2018 de ser menores que el valor 0.005 para estructuras de albañilería. Así mismo, las derivas del segundo piso con respecto al sismo Y son las que presentan mayor variación entre los análisis sísmicos estudiados, dando una variación de 58.42%.
- Por otro lado, se concluye que las fuerzas cortantes en la base obtenidos del análisis modal espectral superan levemente con relación al análisis tiempo historia, presentando una variación de 17.72% en la dirección X y 14.57% en la dirección Y.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda hacer el diseño de la edificación estudiada en la presente tesis considerando el análisis sísmico modal espectral, pues sus resultados son levemente mayores a los obtenidos por el método tiempo historia.
- Para los diseño de edificaciones de albañilería confinada se recomienda realizar los análisis sísmicos modal espectral y tiempo historia, para así conseguir resultados como patrón de control y usarlos para el diseño, de acuerdo con el criterio del ingeniero.
- Al realizar la comparación entre resultados obtenidos, también se puede adicionar más variables de entrada, como por ejemplo diferentes uso de las edificaciones, diferente estructuración, diferentes resistencias del concreto, solo por nombrar algunas. Los resultados obtenidos por los análisis sísmicos estudiados en esta presenta tesis son solo una pequeña muestra del comportamiento estructural ante estos métodos de análisis y la recomendación es que se continúen con los estudios en esta rama de la ingeniería para, poder mejorar los diseños y análisis a lo largo del tiempo y a fin de bajar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones ante a un evento telúrico.

REFERENCIA

VILLAMIL Karen y TARQUINO, David. Comparación del método lineal elástico y método lineal dinámico en estructuras a porticadas en concreto reforzado. Tesis (Ingeniería Civil). Colombia: Universidad Católica de Colombia, 2018.

RODRIGUEZ, Diego. Análisis sismorresistente mediante el Método Modal Espectral de un edificio Habitacional ubicado en la comuna de Tomé. Tesis (Ingeniería Civil). Chile: Universidad Católica de la Santísima Concepción, 2016.

ARAGADOVAY, Luis. Análisis comparativo utilizando el método tiempo – historia con el espectrograma del sismo el centro y la norma ecuatoriana de la construcción NEC 2015. Tesis (ingeniería Civil). Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, 2016.

GONZÁLEZ, G. (2018). Estudio del comportamiento de la albañilería confinada en el análisis estático y dinámico para la ciudad de Potosí, Bolivia. Revista Ingeniería, 2(3), 77-84.

ROJAS, Dante. Comparación entre el método estático y el método dinámico (modal espectral y tiempo historia) aplicado a una edificación multifamiliar de cuatro niveles de albañilería confinada en la ciudad de Cajamarca. Tesis (Ingeniería Civil) Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2017.

ESPINOZA, Alejandro y QUINTO, William. Estudio comparativo de respuestas sísmicas entre modal espectral y tiempo-historia aplicado a un edificio 16 pisos en el distrito de Magdalena del Mar – Lima, 2018. Tesis (Ingeniería Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2018.

GALLEGOS, Carlos. Comparación de los métodos de análisis sísmico tiempo historia lineal elástico y modal espectral. Tesis (Ingeniería Civil). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín, 2018.

LOPEZ HUAMAN, Erwin. Análisis comparativo de las respuestas sísmicas de una vivienda de albañilería confinada de cuatro niveles con distintos casos de

configuración arquitectónica. Tesis (Ingeniería Civil). Lima: Universidad Peruana Unión, 2018.

SALDAÑA CRUZADO, Félix. Evaluación del desempeño sísmico de edificaciones esenciales – pabellón de emergencias del hospital regional de Ica - 2019”. Tesis (Ingeniería Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2019.

San Bartolomé, A., Quiun, D. & Silva, W. (2011). Diseño y Construcción de Estructuras Sismorresistente de Albañilería. Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

San Bartolomé, A. (1994). Construcciones de Albañilería. Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Abanto Castillo, F., (2007). Análisis y Diseño de Edificaciones de Albañilería. Lima: Editorial San Marcos.

Salinas Basualdo, Rafael. Fundamentos del Análisis Dinámico de Estructuras. CISMID-FIC-UNI. 10 de mayo 2019.

Gallegos, H., & Casabonne, C. (2005). Albañilería Estructural. Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Ministerio de Vivienda y Construcción (07 de diciembre 2018). Norma E.030 Diseño Sismorresistente. Lima, Perú: El Peruano.

Ministerio de Vivienda y Construcción (23 de mayo 2006). Norma E.070 Albañilería. Lima, Perú: El Peruano.

Ministerio de Vivienda y Construcción (09 de junio 2006). Norma E.020 Cargas. Lima, Perú: El Peruano

PARI, Sonia., & MANCHEGO, Juan. Análisis Experimental de muros de albañilería

confinada en viviendas de baja altura en Lima, Perú. Tesis (Magister en Ingeniería Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2017.

HERNANDEZ, Luis. Diseño estructural de un edificio de vivienda de albañilería confinada. Tesis (Ingeniería Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2012. Disponible en http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/1450/HERNANDEZ_PINEDO_LUIS_ALBA%c3%91ILERIA_CONFINADA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Asociación colombiana de Ingeniería Sísmica AIS, (2010), Reglamento colombiano de construcción sismo resistente. República de Colombia.

LOZANO, Natalia. Comparación sismo resistente y económica entre una estructura convencional entre una estructura convencional y una no convencional en un mismo edificio irregular. Tesis (Ingeniería Civil). Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, 2013. Disponible en <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/11128>

Rochel Award, R. Análisis y diseño sísmico de edificios. Segunda edición 2012. Medellín: Fondo Editorial Universidad EAFIT. https://www.academia.edu/33610418/Analisis_y_diseno_sismico_de_edificios_Roberto_Rochel_Awadv

Donobhan, Gerardo. Aplicación de los métodos estáticos y dinámico modal para el diseño sísmico de edificios con disipadores de energía. Tesis (Maestro en Ingeniería). México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2007. Disponible en <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/1928/donobhanpresichi.pdf?sequence=1>

López, Carlos; Pérez, Carlos & Solórzano, Luis. Aplicación de la metodología de evaluación estructural por desempeño sísmico para la evaluación de ala norte del

edificio de la Facultad de Medicina de la Universidad de El Salvador. Tesis Doctoral. El Salvador: Universidad de El Salvador, 2017. Disponible en <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/13122/>

Hernández, R., Fernández, C. & Bautista M. Metodología de la Investigación. Edición 5 Ciudad México, México: Mc Graw Hill, 2014

Sandi, V. La investigación aplicada y básica/pura en el Instituto Centro Americano de Administración Pública, ICAP. San José, Costa Rica, 2014. http://www.icap.ac.cr/files/documentos/Investigacin_Aplicada_y_BsicaPura.pdf

Otzen, Tamara, & Manterola, Carlos. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. International Journal of Morphology, 35(1), 227-232. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>

Risquez, G; Fuenmayor, E. y Pereira, B. Metodología de la Educación. Manual teórico Práctico. Maracaibo, 1999.

Bautista, Eugenia. Manual para la metodología de investigación. Tercera edición. Caracas Venezuela, 2009. ISBN 980-07-8119

ANEXO N°01

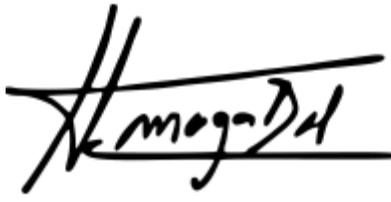
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES

Nosotros DEL CARPIO HUARCAYA, Magaly Teódula y VASQUEZ MORON, Juan Raúl alumnos de la facultad de Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo filial Trujillo, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Proyecto de Investigación titulado: “Análisis comparativo de los métodos Modal Espectral y Tiempo historia para una edificación de albañilería confinada en Parcona, Ica - 2020”, es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que el Proyecto de Investigación:

5. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
6. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
7. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
8. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Trujillo, 07 febrero del 2021.

DEL CARPIO HUARCAYA, Magaly Teodula	
DNI: 45918915	
ORCID: 0000-0001-5171-2786	
VASQUEZ MORON, Juan Raúl	
DNI: 47153591	
ORCID: 0000-0002-0862-1659	

ANEXO N°02

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR

Yo, Roger Alberto, docente de la Facultad de Ingeniería de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo filial Trujillo, asesor del Proyecto de Investigación titulado:

“Análisis comparativo de los métodos Modal Espectral y Tiempo historia para una edificación de albañilería confinada en Parcona, Ica - 2020”, de los autores DEL CARPIO HUARCAYA, Magaly Teódula y VASQUEZ MORON, Juan Raúl, constato que la investigación tiene un índice de similitud del 24 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

Trujillo, 08 de febrero del 2021.

Dr. PRINCIPE REYES, Roger Alberto	
DNI: 02805945	
ORCID: 0000-0002-0498-9544	

ANEXO N°03



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo: Roger Alberto Príncipe Reyes con DNI N°: 02805945 Dr. en Administración N° CIP 43516, de profesión Ingeniero Civil Desempeñándome actualmente como Docente a tiempo completo en la Facultad de Ingeniería Escuela Profesional de Ingeniería Civil En la Universidad Cesar Vallejo

- Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación el instrumento: Ficha técnica: Densidad de Muros y Análisis Sísmicos.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			X		
2. Objetividad			X		
3. Actualidad			X		
4. Organización			X		
5. Suficiencia			X		
6. Intencionalidad			X		
7. Consistencia			X		
8. Coherencia			X		
9. Metodología			X		

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Trujillo el 29 de diciembre del 2020.

Dr. : Roger Alberto Príncipe Reyes
DNI : 02805945
Especialidad : Ingeniero Civil
E-mail : principe20066@yahoo.es

ANEXO N°04

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Matriz de Consistencia: "Análisis Comparativo de los métodos Modal Espectral y Tiempo Historia para una edificación de albañilería confinada en Parcona, Ica - 2020"						
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál es la variación de resultados al realizar el análisis sísmico mediante el método dinámico modal espectral y el método dinámico tiempo historia aplicado a una edificación albañilería confinada en Parcona, Ica - 2020? 	<ul style="list-style-type: none"> • Analizar y Comparar las respuestas sísmicas entre el método dinámico Modal espectral y método tiempo Historia aplicado a una edificación de albañilería confinada en Parcona. Ica - 2020. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los resultados de análisis sísmico por el método dinámico modal espectral tendrán mayores solicitaciones en la edificación de albañilería confinada con respecto al análisis sísmico por el método tiempo historia en Parcona, Ica. 	Métodos de análisis sísmicos	<ul style="list-style-type: none"> • Desplazamiento laterales • Derivas • Fuerzas 	-- Peso W (ton) - Altura (m) - Fuerzas laterales (tonf) - Periodo (seg) - Rigidez - Altura de entre piso (m) - *Desplazamiento relativo (cm) - Momentos (tonf-m) - Cortantes (tonf-m) - Torsión (Tonf – m)	Tipo de Investigación: <ul style="list-style-type: none"> • Básica Diseño de investigación: <ul style="list-style-type: none"> • No experimental transversal-descriptiva • Enfoque Cuantitativo Población y muestra: <ul style="list-style-type: none"> • Todas las edificaciones de
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas				

<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál es la variación de los desplazamientos laterales entre el análisis sísmico por el método dinámico modal espectral y el método dinámico tiempo historia aplicado a una edificación de albañilería confinada en Parcona, Ica? • ¿Cuál es la variación de las derivas entre el análisis sísmico por el método dinámico modal espectral y el método dinámico tiempo historia aplicado a una edificación de albañilería confinada en Parcona, Ica? • ¿Cuál es la variación de las fuerzas entre el análisis sísmico por el método dinámico modal espectral y el método dinámico tiempo historia aplicado a una edificación de albañilería confinada en Parcona, Ica - 2020? 	<ul style="list-style-type: none"> • Analizar y comparar los desplazamientos laterales entre el análisis sísmico por el método dinámico modal espectral y el método a una edificación de albañilería confinada en Parcona, Ica. • Analizar y comparar las derivas entre el análisis sísmico por el método dinámico modal espectral y el método a una edificación de albañilería confinada de 4 pisos en Parcona, Ica. • Analizar y comparar las fuerzas cortantes entre el análisis sísmico por el método dinámico modal espectral y el método a una edificación en Parcona, Ica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los desplazamientos laterales por el análisis sísmico mediante el método dinámico modal espectral da mayores resultados con respecto al análisis sísmico tiempo historia aplicado a una edificación de albañilería confinada en Parcona, Ica. • Las derivas laterales por el análisis sísmico mediante el método dinámico modal espectral da mayores resultados con respecto al análisis dinámico tiempo historia aplicado a una edificación de albañilería confinada en Parcona, Ica. • Las fuerzas cortantes por el análisis sísmico mediante el método por modal espectral da mayores resultados al análisis sísmico tiempo historia aplicado a una edificación de albañilería confinada en Parcona, Ica. 	<p>Edificación de albañilería confinada</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Estructuración • Densidad de muro 	<ul style="list-style-type: none"> - Peso Sísmico (ton) - Espesor de muro (cm) 	<p>albañilería confinada de 04 pisos en el centro histórico del distrito de Parcona.</p> <p>Técnica e Instrumentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Análisis bibliográfico • Fichas técnicas
--	--	--	---	--	--	---

ANEXO N°05

Cuadro de operacionalización de Variables

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicador	Escala de medición
Métodos de análisis sísmicos	El análisis sísmico es el ver el comportamiento de las estructuras frente a un movimiento sísmico. En el norma peruana E.030-2018, indica los métodos de análisis sísmicos, el análisis estático y análisis dinámico (esta última mediante el análisis dinámico modal espectral y tiempo historia) (Salinas, 2012)	Se llevara a cabo los métodos de análisis sísmicos dinámicos en el programa ETABS.16, de la estructura de estudio; el cual no arrojará resultados de desplazamiento, derivas y fuerzas.	Desplazamiento laterales	Peso (ton)	Razón
				Altura (m)	
				Fuerzas laterales (ton)	
				Periodo (seg)	
			Derivas	Altura de entrepiso (m)	Razón
				Desplazamiento relativo (Cm)	
			Fuerzas	momentos (tonf-m)	Razón
				Cortantes (tonf-m)	
				Torsión (tonf-m)	Razón
Edificación de albañilería confinada	La albañilería confinada es aquella formada por losas aligeradas o macizas apoyadas en muro de ladrillo, en cuyo perímetro se ha colocado elementos de concreto armado. (Abanto Flavio, 2017, p. 19)	Se basara en la estructuración y dimensionamiento de la edificación de estudio, en el cual se determinara el espesor de muro.	Estructuración	Peso Sísmico (ton)	Razón
			Densidad de muros	Espesor del muro (cm)	Razón

ANEXO N°06: INSTRUMENTO



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FICHA TÉCNICA

DATOS GENERALES

UNIVERSIDAD:	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
FACULTAD:	INGENIERIA
ESCUELA:	INGENIERIA CIVIL
TITULO DE LA INVESTIGACION:	ANALISIS COMPARTIVO DE LOS METODOS DINAMICO MODAL ESPECTRAL Y TIEMPO HISTORIA PARA UNA EDIFICACION DE ALBAÑILERIA CONFINADA EN PARCONA, ICA - 2020

AUTORES:
 - DEL CARPIO HUARCAYA MAGALY TEODULA
 - VASQUEZ MORON JUAN RAUL

POBLACION Y MUESTRA DE ESTU EDIFICACION DE ALBAÑILERIA CONFINADA DE 4 PISOS

LOCALIDAD DE ESTU CERCADO HISTORICO DE PARCONA

DATOS PARA LA ESTRUCTURACION DE LA EDIFICACION

predimensionamiento de muros		características	
espesor efectivo (t) para la zona sismica 4		Ap	area de la planta tipica
t= h/20	h: <input style="width: 50px;" type="text"/> m	Z	factor de zona
	t: <input style="width: 50px;" type="text"/>	U	factor de uso
	t: <input style="width: 50px;" type="text"/>	S	factor de suelo
usaremos un espesor efectivo para t:	<input style="width: 50px;" type="text"/> m	N	numero de pisos

DENSIDAD DE MUROS

$$\frac{\text{Area de corte de los muros reforzados}}{\text{Area de la planta tipica}} = \frac{\sum Lt}{Ap} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

densidad minima de muros X			
MUROS EN DIRECCION X			
MUROS	L (m)	t (m)	L*t (m2)
TOTAL			

$$\frac{\sum Lt}{Ap} \geq \frac{ZUSN}{56} \quad \text{CUMPLE} \quad \text{NO CUMPLE}$$

--	--

densidad minima de muros Y			
MUROS EN DIRECCION Y			
MUROS	L (m)	t (m)	L*t (m2)
TOTAL			0

$$\frac{\sum Lt}{Ap} \geq \frac{ZUSN}{56} \quad \text{CUMPLE} \quad \text{NO CUMPLE}$$

--	--



FICHA TÉCNICA

DATOS GENERALES

UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

FACULTAD: INGENIERIA

ESCUELA: INGENIERIA CIVIL

TITULO DE LA INVESTIGACION: ANALISIS COMPARTIVO DE LOS METODOS DINAMICOS MODAL ESPECTRAL Y TIEMPO HISTORIA PARA UNA EDIFICACION DE ALBAÑILERIA CONFINADA EN PARCONA, ICA - 2020

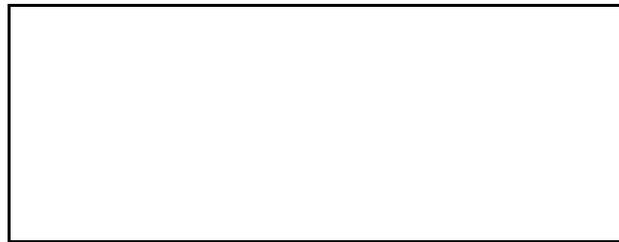
AUTORES:
- DEL CARPIO HUARCAYA MAGALY TEODULA
- VASQUEZ MORON JUAN RAUL

POBLACION Y MUESTRA DE ESTUD: EDIFICACION DE ALBAÑILERIA CONFINADA DE 4 PISOS

LOCALIDAD DE ESTUDIO: DISTRITO DE PARCONA

RECOLECCION DE DATOS

1RO: SE REALIZA EL MODELADO DE LA ESTRUCTURA



PLANO DE ARQUITECTURA

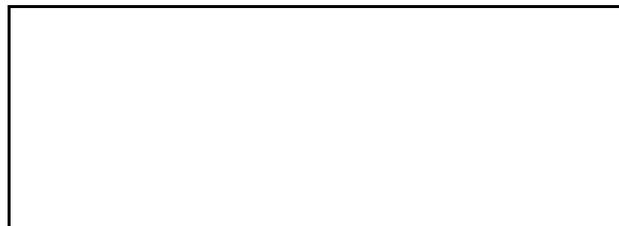
2DO: SE INGRESAN LAS CARACTERISTICAS DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

espesor de muros		cm
losa		cm
altura de entrepiso		cm
cortante basal		

3RO: SE ASIGNAN LAS CARGAS SISMICAS

CORTANTE BASAL =

4TO: SE ASIGNA EL REGISTRO MODAL ESPECTRAL Y TIEMPO HISTORIA



REGISTRO MODAL ESPECTRAL



REGISTRO TIEMPO HISTORIA

4TO: RESULTADOS

	METODO MODAL ESPECTRAL	METODO TIEMPO HISTORIA	VARIACION (%)
Desplazamientos laterales (cm)			
derivas			
fuerzas cortantes (tonf)			

	DERIVA	Limite de distorsion de entrepiso (tabla N°11 RNE E.030-2018)	Condicion (CUMPLE/NO CUMPLE)
Metodo modal espectral		0.005	
Metodo tiempo historia		0.005	