



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Análisis Dinámico comparativo Modal espectral Vs Tiempo historia de una estructura con muros de ductilidad limitada, Villa el Salvador- 2019.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniera Civil**

**AUTORA**

Ricalde Estrada, Greicy Yuliana (ORCID: 0000-0003-2795-5248)

**ASESORA**

Mg. Arriola Moscoso, Cecilia (ORCID: 0000-0003-2497-294X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño sísmico y estructural

LIMA-PERÚ

2019


## **DEDICATORIA**

Este trabajo va dedicado a mi familia por ser el apoyo para lograr todos mis objetivos propuestos.

## **AGRADECIMIENTO**

A todas las personas que aportan en mi desarrollo profesional y personal. Y en especial a mi familia.

Página del jurado

	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
---	---------------------------------------	---

**EL JURADO** encargado de evaluar la **TESIS** presentada por

don(a) Ricalde Estrada , Greicy Yuliana

Cuyo título es:


"Análisis Dinámico comparativo Modal espectral Vs Tiempo historia de una estructura con muros de ductilidad limitada, Villa el Salvador- 2019."

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de:

..... 1A (Número)..... CATORCE (Letras).

  
.....  
**PRESIDENTE**  
Dr. Córdoba Salcedo, Felimon

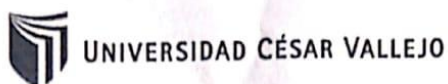
Los Olivos, 21 de diciembre del 2019  
  
.....  
**SECRETARIO**  
Dr. Tello Malpartida, Omart

  
.....  
**VOCAL**  
MG. Arriola Moscoso, Cecilia

**NOTA:** En el caso de que haya nuevas observaciones en el informe, el estudiante debe levantar las observaciones para dar el pase a Resolución.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

# Declaratoria de autenticidad



## Declaratoria de Originalidad del Autor

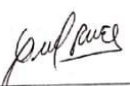
Yo, **RICALDE ESTRADA, Greicy Yuliana** estudiante de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo sede Lima Norte, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Informe de Investigación titulado:

**"Análisis dinámico comparativo modal espectral vs tiempo historia de una estructura con muros de ductilidad limitada, Villa el Salvador - 2019"**, es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

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

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

Lima 21 de diciembre de 2019

Apellidos y Nombres del Autor <b>RICALDE ESTRADA, Greicy Yuliana</b>	
DNI: 77130021	Firma 
ORCID: 0000-0003-2795-5248	



## ÍNDICE

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Página de jurado .....	iv
Declaratoria de autenticidad .....	v
Índice .....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. MÉTODO .....</b>	<b>20</b>
2.1 Tipo y diseño de investigación .....	20
2.2 Operacionalización de las variables .....	22
2.3 Población, muestra y muestreo.....	23
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	23
2.5 Procedimiento.....	25
2.6 Método de análisis de datos.....	25
2.7 Aspectos éticos .....	25
<b>III. RESULTADOS.....</b>	<b>27</b>
<b>IV. DISCUSIÓN.....</b>	<b>67</b>
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>68</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>70</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>71</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>78</b>

## RESUMEN

El desarrollo de esta investigación nace debido a todas las ocasiones sísmicas que ocurren alrededor del mundo. Lima es un Departamento del Perú excepcionalmente sísmico, lo cual está expuesto a actividades sísmicas de grandes magnitudes ya que este situado ubicado en el cinturón del fuego. A pesar de los diversos cambios que se han expandido al reglamento nacional de edificaciones, sigue desempeñándose la autoconstrucción, donde no cumplen con ningún estándar requeridos por el reglamento, pues no se toma en cuenta el análisis estructural y análisis sísmico correspondiente, que debería tener cualquier estructura. Para cualquier tipo de edificaciones se deberían tener en cuenta este tipo de requisitos para poder garantizar y brindar mayor seguridad a las edificaciones y las personas que habitan en ellas.

Se tiene como objetivo realizar el análisis dinámico comparativo modal espectral y análisis dinámico tiempo historia de una estructura con muros de ductilidad limitada Villa El Salvador-2019. Y determinar si los resultados de la comparación de ambos Análisis dinámicos varían entre sí.

El método es científico, diseño experimental, con enfoque cuantitativo y nivel explicativo. se toma como muestra el edificio con muros de ductilidad limitada. Como instrumentos principales para obtener resultados se usó los softwares: Etabs 2016, Seismosignal 2020, Seismomatch 2020, los cuales se trabajó con las licencias requeridas, por lo que cumplen con la confiabilidad y validez de nuestro desarrollo de investigación. También se utilizó las normas E 0.20, E 0.30, E 0.50 y E 0.60 del reglamento nacional de edificaciones.

Se obtiene como resultados que los desplazamientos, derivas y fuerza cortante en la base son más favorables los del análisis tiempo historia respecto al análisis dinámico modal espectral. Lo cual se concluye que se debería dar mayor importancia al análisis tiempo historia, ya que son muy pocos los antecedentes que se tienen sobre este tema.

Palabras claves: Análisis dinámico, espectro de diseño, Modal espectral, Tiempo historia.

## ABSTRACT

The development of this research is born due to all the seismic occasions that occur around the world. Lima is an exceptionally seismic Department of Peru, which is exposed to seismic activities of great magnitude since it is located in the belt of fire. Despite the various changes that have expanded to the national building regulations, self-construction continues, where they do not meet any standard required by the regulation, since the corresponding structural analysis and seismic analysis, which should have any structure. For any type of buildings, this type of requirements should be taken into account in order to guarantee and provide greater security to the buildings and the people who inhabit them.

The objective is to perform the dynamic spectral modal comparative dynamic analysis and dynamic time history analysis of a structure with limited ductility walls Villa El Salvador-2019. And determine if the results of the comparison of both dynamic analyzes vary among themselves.

The method is scientific, experimental design, with quantitative approach and explanatory level. The building with limited ductility walls in the District of Villa El Salvador is taken as shown. The software was used as main instruments to obtain results: Etabs 2016, Seismosignal 2020, Seismomatch 2020, which worked with the required licenses, so they comply with the reliability and validity of our research development. The standards E 0.20, E 0.30, E 0.50 and E 0.60 of the national building regulations were also used.

It is obtained as results that the displacements, drifts and shear force per floor of the spectral modal analysis vary with respect to the dynamic analysis of time history. Which concludes that the history time analysis should be given greater importance, since there is very little background on this subject.

Keywords: Dynamic analysis, design spectrum, Spectral mode, Time history.



## **I. Introducción**

A nivel del mundial, Perú es un departamento altamente sísmico ya que está situada en el cinturón de fuego del Pacífico. Lugar donde la tierra tiende a liberar gran cantidad de energía acumulada, aproximadamente hasta el 85%. (IGP, 2018).

Los eventos sísmicos ocurridos en el Perú a través de la historia, afirman que nuestro país está expuesto a sísmicos de magnitudes grandes y moderadas, esa es la razón por la cual las edificaciones que se construyen deben ser analizadas de manera correcta desde el planteamiento del análisis sísmico, para así puedan tener una respuesta satisfactoria ante cualquier evento sísmico que se presente.

Los distritos más vulnerables, ante una amenaza sísmica, son: Villa El Salvador, Ventanilla, etc. Ya que las ondas sísmicas tienden a amplificarse en suelos blandos. Esto se debe al tipo de terreno que poseen. No obstante, debido a la gran cantidad de viviendas antiguas que existen en otros distritos, también tienden a ser vulnerables (Ríos, 2019).

Sin embargo, Perú alcanzó un crecimiento en la construcción de un 5.42 % en el año 2018. En el rubro público destacó en las construcciones de carreteras, puentes, túneles, obras de saneamiento y agua potable, y las construcciones para los Panamericanos que se realizaron en la Ciudad de Lima. En el área privada, superó las expectativas en estructuras privadas, por ejemplo, condominios, oficinas, desarrollo de escuelas, centros comerciales. (Revista Perú construye, 2018).

En Lima se ha incrementado construcciones de edificios de manera masiva. En los últimos años debido a la gran demanda en la construcción; sin embargo, la mayoría de estas construcciones se ha visto atendido por la autoconstrucción. Donde dichas construcciones son ejecutadas por individuos que no tienen la información suficiente para realizar un análisis sísmico decente y de esta manera tener la opción de desarrollar un buen diseño estructural.

En la etapa de construcción, la mayoría de empresas busca utilizar estrategias de construcción que ayuden a disminuir el tiempo en la ejecución de la obra y generar utilidades. Esa es la razón que en los diferentes departamentos del Perú. Se ha completado la ejecución de obras con muros de ductilidad limitada. La ventaja de utilizar este sistema es que; Reduce el tiempo de ejecución de la obra, asimismo disminuye el gasto en un 40% en contraste con el sistema de albañilería confinada. (Villareal, 2015).

El análisis dinámico tiempo historia, ayuda a determinar las fuerzas sísmicas de las estructuras. Ya que permite conocer la fuerza en cualquier momento del tiempo. Y poder determinar el comportamiento de la edificación.

El terreno donde se llevó a cabo el desarrollo del proyecto, es en la Zona de Villa El Salvador, con dirección Av. Circunvalación. Dicho terreno cuenta con un área de 258.88 m<sup>2</sup>. Según el estudio de suelos realizados esta Zona tiene un tipo de suelo S2 (suelos intermedios).

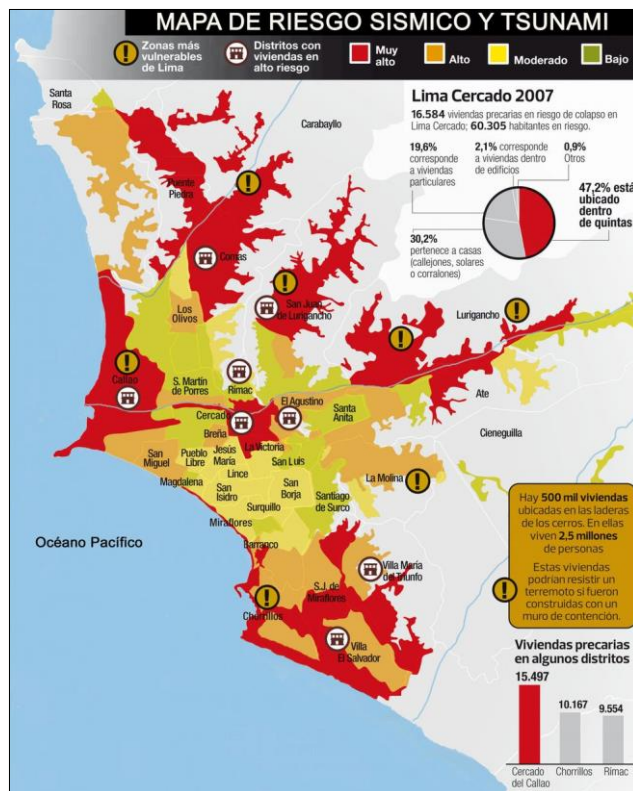


Figura 1. Mapa de riesgo sísmico de Lima

Fuente: Empresa editora Gestión Perú (2018).

**Antecedentes Internacionales,** (Ballestos Sosa, 2016) **Título** Diseño estructural de un edificio de concreto de cinco ubicado en López cotilla- México. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional Autónoma de México. **Objetivo** diseñar las diversas actividades estructurales, para precisar la textura, medidas y características específicas de la edificación. Para que cumplan sus diversas funciones y no presenten fallas o mal comportamiento a la hora de soportar cargas. **Conclusión,** se infiere que, para la realización de diseño estructural, se debe tener mucho cuidado y criterios al ingresar información, cargas. Deben considerarse las limitaciones de los programas utilizados, ya que la seguridad básica de la estructura estaría en peligro.

(Chasi Benavides, 2016) **Título** Análisis comparativo de un sistema aporticado y un sistema de muros de ductilidad limitada y su incidencia en el costo beneficio. – Ecuador. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil en la Universidad Técnica de Ambato. **Objetivo** Diseñar dos edificaciones utilizando 2 sistemas estructurales: sistema aporticado y sistema de muros de ductilidad limitada; explicar los distintos procesos constructivos para cada uno de los sistemas. Para evaluar los costos, mano de obra y volumen de materiales a utilizar para cada sistema. **Conclusión** se concluye que el sistema aporticado resiste las cargas laterales frente a una amenaza de un sismo, mientras que el sistema de ductilidad limitada, estructuralmente es superior, debido a que su resistencia y rigidez es tres veces más que la del sistema aporticado. Lo cual acoge de manera adecuada a los elementos no estructurales del edificio.

(Pantoja Abarca, 2017) **Título** Diseño estructural de viviendas de interés social (VIS) para el proyecto habitacional “San Sebastián”. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil en la Universidad de San Francisco de Quito. **Objetivo** realizar el diseño de la vivienda social; sometándose a condiciones de costo limitado y cumpliendo la normativa ecuatoriana. Además, analiza el efecto financiero de diferentes tipos de elementos no estructurales en el costo total del proyecto. **Conclusión** se concluye que la vivienda cumple con todos los atributos y requerimientos mínimos de diseño en estructuras necesarias de vivienda de interés social. Además, el método de mampostería es la más conservadora y más generalmente reconocida por el negocio ecuatoriano.

(Pazmiño Lescano , 2018) **Título** Estudio comparativo de la productividad de construcción de viviendas, utilizando el sistema tradicional y el sistema de muros portantes de hormigón armado. **Objetivo** realizar un análisis comparativo para determinar

cual de los 2 sistemas es mas productivo, en relación al tiempo y costos. **Conclusión** Con el sistema de muros portantes de hormigón armado se tarda aproximadamente 4 días en la construcción de obra civil de una vivienda de 54 m<sup>2</sup>. Mientras al construir una vivienda de igual área con el sistema tradicional se tarda alrededor de 20 días laborables. Por lo que notoriamente se observa que la productividad es mucho mayor en ahorro de tiempo, por lo tanto, ahorro en recursos como pago a mano de obra.

**Antecedentes Nacionales,** (Enríquez Ranilla, 2017) Título Análisis de costos, diseño sismoresistente- estructural comparativo entre los sistemas de muros de ductilidad limitada y albañilería estructural de un edificio multifamiliar. Tesis para obtener el título de Ingeniero civil en la Universidad nacional de San Agustín. Arequipa- Perú. **Objetivo** Realizar la comparación de los dos diseños estructurales, para así poder determinar cual resulta más económico para poder ejecutar un proyecto. **Conclusión** se concluye que los muros de ductilidad limitada poseen mayor fuerza cortante debido a que estos están divididos por años. Asimismo, también el diseño con muros de ductilidad limitada resulta más económico, ya que se ahorraría en mano de obra y tiempo en la ejecución en comparación al diseño de albañilería confinada.

(Mendoza Linares, 2017) **Título** Comparación entre el método estático y método dinámico (modal espectral y tiempo historia) aplicados en una edificación multifamiliar de cuatro niveles de albañilería confinada en la ciudad Cajamarca. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional Autónoma de Cajamarca. **Objetivo** Analizar cuál de los tres métodos de Análisis sísmicos posee mayor o menor solicitaciones sísmicas dados en la Norma E.030. Y así poder comprender bien la aplicación de los distintos métodos de análisis y comparar cada uno de ellos. **Conclusión** se concluye que el Análisis estático resulto con mayores solicitaciones en un 23% mayor que el análisis dinámico modal espectral. Y un 183% mayor que el Análisis tiempo historia.

(Merodio Mejía y Vásquez Ortiz, 2018) **Título** Estudio comparativo del comportamiento y diseño estructural de un edificio multifamiliar de cinco pisos diseñado con los sistemas de albañilería confinada y muros de ductilidad limitada en suelo flexible en la ciudad de Piura. Tesis para obtener el título de Ingeniero civil en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas- Perú. **Objetivo** estudiar el comportamiento estructural de las propuestas por medio de la contraposición de desplazamientos, deformaciones y el diferente tipo de resistencia que posee cada uno de las propuestas. Con la intención de estimar los

beneficios del sistema muros de ductilidad limitada, con relación al sistema de albañilería confinada. **Conclusión** se concluye que, con los resultados obtenidos, es conveniente diseñar la edificación de los cinco niveles, empleando el sistema de muros de ductilidad limitada, puesto que dicho sistema posee menores deformaciones y desplazamientos laterales. De este modo tiene una mayor relación de resistencia. Además, la construcción con dicho sistema contribuye al ahorro en el precio directo.

(Gallegos Vicente, 2018) **Título** Comparación de los métodos de análisis sísmico tiempo historia lineal elástico y modal espectral. Tesis para obtener el título de Ingeniero civil en la Universidad San Agustín- Arequipa. **Objetivo** Determinar cuál de los 2 métodos sísmicos poseen mayores resultados, es decir que el tiempo historia lineal puede proporcionar mayores desplazamientos y fuerzas respecto al análisis modal espectral. **Conclusión** se concluye el análisis tiempo historia proporciona a la estructura mayores fuerzas cortantes, y además da mayores desplazamientos.

(Espinoza Villafane y Quinto De la cruz, 2018) **Título** Estudio comparativo de respuestas sísmicas entre modal espectral y tiempo historia aplicado a un edificio 16 pisos en el distrito de Magdalena del Mar-2018. Tesis para obtener el Título de Ingeniero Civil en la Universidad Cesar Vallejo. **Objetivo** Realizar el análisis dinámico modal espectral y tiempo historia, para determinar las respuestas sísmicas de la estructura. Y determinar si los desplazamientos, derivas y cortantes varían respecto a ambos análisis. **Conclusión** se concluye que las respuestas sísmicas tiempo historia son mayores en relación al análisis dinámico espectral; es decir los desplazamientos, derivas y cortantes son mucho más mayores.

**Artículos científicos,** (Braguim y Bittencourt, 2014) **Título** Design of reinforced concrete walls casted in place Artículo científico de la revista Ibracon de estructuras y Materiais. **Objetivo** comparar el esfuerzo normal máximo de compresión en la sección transversal crítica de las paredes de hormigón de una edificación, obtenido por dos modelos matemáticos diferentes (MEF y MPT), verificarlo con la máxima resistencia de compresión. A partir de la comparación de los resultados es un propósito evaluar la calidad del modelo más simple sobre el modelo más refinado y ver si el grosor de la pared adoptado inicialmente es suficiente. **Conclusión,** Por lo tanto, se concluye que el modelo de marco tridimensional se puede utilizar en el análisis estructural de edificios construidos en el sistema de muro de hormigón. El MPT demostró ser un modelo confiable para la

proximidad de los resultados en comparación con el MEF. El análisis de los resultados a través de MEF es complicado, por lo que es una herramienta que no se utiliza a menudo en la vida cotidiana de una oficina. Se recomienda el uso de MEF para análisis locales y para situaciones que requieren más detalles.

(Nikzad y Yoshitomi, 2018) **Titulo** Structural Optimization method for 3D reinforced concrete building structure with shear wall. Artículo científico de la revista Internacional de Ciencias Arquitectónicas, Civiles y de la Construcción **Objetivo** aplicar un procedimiento de optimización para la estructura de edificio de concreto reforzado en 3D con muro cortante. **Conclusión** se concluye que, en el problema de optimización, las secciones transversales de vigas, columnas y dimensiones del muro cortante se consideran variables de diseño y las secciones transversales óptimas se pueden derivar para minimizar el costo total de la estructura.

(Cortes Oscar y Ortega Darwin, 2015) Titulo Dynamic soil interaction - structure in a hard soil, using accelerograms of real tremors. **Objetivo** Calcular y analizar la respuesta dinámica de los casos elegidos, de diferentes modelos estructurales, para comparar los dos tipos de estudio, uno con interacción suelo estructura y otro donde no existe interacción suelo estructura. **Conclusión** Es importante saber que incluir los efectos de interacción suelo estructura, está ligada a la ubicación de los periodos que más masa activen en los espectros.

**Análisis sísmico:** Este análisis trata de aproximar los efectos que tendrá un movimiento sísmico sobre la edificación. Manejando un comportamiento de la estructura. Con este análisis sísmico se obtienen las fuerzas internas, desplazamientos en el edificio y así poder diseñar todos los elementos estructurales que conforman la edificación. (Cennamo y Di fiore, 2013).

**Análisis dinámico Modal espectral:** Describe las propiedades dinámicas (modos de vibración, amortiguamiento) que posee una estructura. En necesario identificar en el diseño dichas propiedades para poder conocer cómo reacciona la estructura frente a fuerzas actuantes sobre ella. (Herrera y Vielma, 2012).

Una de las principales características del modal espectral es que busca, explicar, entender y modelar el comportamiento de las estructuras.

**Espectro:** Representación gráfica, matemática con valores de aceleración producida por las ondas sísmicas sobre la edificación.

**Espectro de respuesta:** Es la reacción que tiene una estructura frente a la vibración del terreno, la cual lo soporta. (Morales y Bernal, 2017).

**Desplazamientos laterales:** Según la Norma E.030 el desplazamiento lateral se debe calcular multiplicando por 0.75 R. Los resultados obtenidos del análisis lineal elástico.

**Derivas:** Son los desplazamientos relativos de entre piso.

**Tabla 1.** Límites para la distorsión del entrepiso

Materia predominante	$(\Delta_i / hei)$
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0.005

Fuente: Reglamento Nacional de edificaciones E – 030 de Diseño sismoresistente (2018).

**Modos de vibración: Modos de vibración:** Los modos de vibración, es la forma de vibrar ante cargas dinámicas de un edificio. (Luévanos, 2015).



Figura 2. Modos de vibración

Fuente: Ingeniería sísmica y construcción civil (2013).

**Centro de masa:** Lugar geométrico donde se genera el movimiento, es decir es el punto donde todas las fuerzas ejercidas por los cuerpos se anulan. (Velásquez y Fonten, 2015, p. 19).

**Centros de rigidez:** Es el centro geométrico donde la estructura se deforma menos. (Velásquez y Fonten, 2015, p. 19).

**Calculo de fuerza cortante:** Es la suma de las fuerzas externas perpendiculares a un eje que actúan sobre una sección. (Medina, 2018).

**Calculo de momento flector:** Sumatoria de todos los momentos que se han generado por las fuerzas externas sobre una sección. (Nayive, 2017).

**Análisis Tiempo historia:** Es un análisis empleado para analizar la respuesta dinámica de una estructura frente a una carga determinada, la cual puede variar respecto al tiempo (Nieto y Rivero, 2016).

Según la Norma E. 030, el análisis tiempo historia se debe emplear un modelo matemático de la estructura, que considere el comportamiento de los elementos, para determinar la respuesta frente a diversas aceleraciones del terreno.

Se debe tomar como mínimo tres registros de aceleraciones, el cual cada uno debe tener dos componentes en direcciones ortogonales.

Cada registro se tomó del CISMID (Center for Earthquake Engineering Research and Disaster Mitigation).

Las cuales dichas aceleraciones se corrigen en el programa SEISMOSIGNAL. Y posteriormente se escalan.

**Acelerogramas:** Son las representaciones gráficas de la aceleración que percibe un terreno ante movimientos sísmicos. (Barradas y Ayala,2014).



## Registros sísmicos: Sismo 1970- Lima

Tabla 2. Registros sísmicos Lima 1970

<b>Información sobre la estación sísmica</b>	
Nombre de estación	Parque de la Reserva
Código de estación	PRQ
Ubicación de la estación	Parque de la reserva, Cercado de Lima, Lima
Latitud	-12.07
Longitud	-77.04
Altitud (m)	130
Modelo de acelerómetro	Acelerógrafo
Frecuencia de muestreo (Hz)	50
<b>Información sobre el terremoto</b>	
Fecha	31 mayo 1970
Hora de origen (Local)	15:23:00
Latitud	-9.36
longitud	-78.87
Profundidad (km)	64
Magnitud	6.6 Mb
Fuente de información	IGP
<b>Información sobre el Registro</b>	
Tiempo récord (Local)	15:23:00
Número de muestras	2255
Máxima aceleración	-105.05, - 97.81, 74.03
Unidades de datos	cm/s <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración Propia.

## Sismo 1974- Lima

Tabla 3. Registros sísmicos Lima 1974

<b>Información sobre la estación sísmica</b>	
Nombre de estación	La Molina
Código de estación	MOL
Ubicación de la estación	Universidad nacional agraria de la molina, lima
Latitud	-12.13
Longitud	-76.98
Altitud (m)	237
Modelo de acelerómetro	Aceleróg
Frecuencia de muestreo (Hz)	50
<b>Información sobre el terremoto</b>	
Fecha	09 noviembre 1974
Hora de origen (Local)	: 07:59:54
Latitud	: -12.52
longitud	: -77.59
Profundidad (km)	: 12.80
Magnitud	: 6.0 mb
Fuente de información	: IGP
<b>Información sobre el Registro</b>	
Tiempo record (Local)	: 07:59:54
Número de muestras	: 1971
Máxima aceleración	: -117.08, -93.56,41.32
Unidades de datos	: cm/s <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración Propia.

## Sismo 1966- Lima

Tabla 4 . Registros sísmicos Lima 1966

<b>Información sobre la estación sísmica</b>	
Nombre de estación	Parque de la Reserva
Código de estación	PRQ
Ubicación de la estación	Parque de la Reserva, Cercado de Lima, Lima
Latitud	-12.07
Longitud	-77.04
Altitud (m)	13 0
Modelo de acelerómetro	Acelerógrafo Analógico
Frecuencia de muestreo (Hz)	50
<b>Información sobre el terremoto</b>	
Fecha	17 Octubre , 1966
Hora de origen (Local)	16:41:00
latitud	-10.70
longitud	-78.70
Profundidad (km)	24:00.0
Magnitud	8.1 Mw
Fuente de información	IGP
<b>Información sobre el Registro</b>	
Tiempo record (Local)	16:41:00
Número de muestras	3283
Máxima aceleración	-180.56 , -268.24 , 94.29
Unidades de datos	cm/s <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración Propia.

**Tipos de medición de escalas de los sismos: Que es un sismo,** Es la vibración de la tierra producida por la liberación rápida y espontánea de energía.

**Escala de Richter:** Es una escala que se usa para cuantificar la magnitud de un terremoto. Dicha escala se usa para los terremotos que llegan a tener los 7 grados. (Moncayo y Mora, 2017).

**Escala de Mercalli:** Es una escala sismológica que ha sido creada para evaluar y calcular la intensidad de los terremotos hasta de 12 grados, demostrando los efectos y daños que puede causar el terremoto a distintas estructuras. (Ambiente.net, s.f.).

**Escala de magnitud de momento:** Es un método que se utiliza para determinar la magnitud de los grandes sismos, y también determina la cantidad de energía liberada del sismo. (solutions, s.f.).

**Parámetros y requisitos generales: Parámetros de sitio (Z),** En el capítulo 2 de la norma E.030, el territorio peruano se divide en 4 zonas diferentes, la cual cada una de ellas posee un factor Z diferente. El valor Z se entiende como la aceleración máxima horizontal de un terreno con una probabilidad de 10% de ser extendida en 50 años. La edificación en estudio se ubica en la ciudad de Lima, por lo tanto, pertenece a la zona 4 y su factor es **Z=0.45**

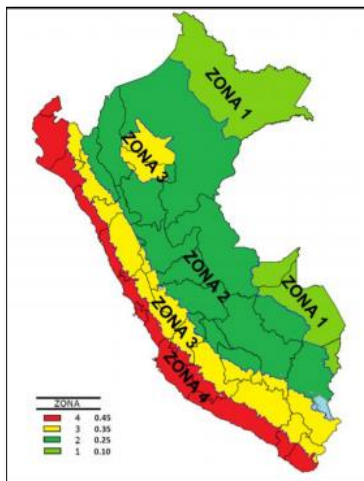


Figura 3. Mapa de zonificación sísmica del Perú

Fuente: Reglamento Nacional de edificaciones E – 030 de Diseño sísmoresistente (2018).

**Tabla 5. Zonificación**

ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.1

Fuente: Elaboración Propia.

**Condiciones geotécnicas:** Según el estudio de suelo realizado en el terreno del proyecto, por la empresa Modelad.

Las características del suelo es de tipo **S2**, por lo que le corresponde un valor de **S=1.05** y el periodo del terreno es de **Tp = 0.6 s y Tl = 2.0 s**.

**Tabla 6. Parámetros del suelo**

Parámetros del suelo			
Tipo	Descripción	Tp(s)	S
S2	Suelos intermedios	0.6	1.05

Fuente: Elaboración Propia.

**Factor de amplificación sísmica (C):** Según la Norma E.030 en el capítulo 3, este coeficiente se interpreta como el factor de amplificación de la aceleración estructural con respecto a la aceleración del suelo.

CT = 60 ..... Para muros de ductilidad limitada.

$$T = \frac{H}{CT} \dots\dots\dots \text{Ecuación 1}$$

$$T = \frac{H}{CT} = \frac{19.20}{60} = 0.32 \quad \text{H: altura * n° de pisos} = 2.40 * 8 = 19.20 \text{ mts}$$

T: Periodo de la estructura

- T=0.32
- Tp= 0.60s

$$C = 2.5 \times \left(\frac{T_p}{T}\right); C \leq 2.5 \dots\dots\dots \text{Ecuación 2}$$

Realizando las operaciones tenemos que  $C= 4.69$  por lo cual usamos el valor máximo permitido.  $C= 2.5$

**Factor de uso e importancia (U):** Es una edificación de vivienda multifamiliar; corresponde a la categoría C. U= 1

C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
-------------------------------	--	-----

Figura 4. Categoría de las edificaciones y factor U

Fuente: Reglamento Nacional de edificaciones E – 030 de Diseño sísmoresistente (2018).

**Coefficiente de reducción de fuerzas sísmicas (R):** En cuanto a la dirección X, Y la cortante es absorbida por un **sistema de muros de ductilidad limitada** para lo cual se emplea el coeficiente de reducción sísmica  **$R_o=4$** .

Tabla 7. Sistema Estructurales

Sistema estructural	Coeficiente Básico de reducción $R_o$ (*)
Muros de ductilidad limitada	4

Fuente: Reglamento Nacional de edificaciones E – 030 de Diseño sísmoresistente (2018).

**Muros de ductilidad limitada:** Es un sistema donde sus muros no disponen de ningún tipo de confinamiento en sus extremos, debido al reducido espesor que posee (10 a 12cm). Es inevitable realizar el confinamiento con estribos a corto espaciamiento. Dicho refuerzo que se utiliza en dichos muros son mallas electrosoldadas de poca ductilidad. (San Bartolomé y Ríos, 2013).

Este tipo de edificaciones se identifican por poseer un sistema estructural, en donde la resistencia sísmica y la carga de gravedad está dada por muros de concreto armado de grosor reducido. Solo se puede construir ocho pisos. (Norma E.030 2018, p. 386).

**Ventajas de la construcción con muros de ductilidad limitada:** El uso de muros de concreto armado le brinda a la estructura diferentes propiedades resistentes y una buena rigidez para soportar sismos. Asimismo, ayuda en la Optimización del proceso constructivo; la utilización de encofrados metálicos y concreto premezclado, agilizan y economizan la construcción de la edificación. Todos son muros portantes; es decir

portantes de la carga de gravedad y de las fuerzas laterales del sismo. (Villareal Castro, 2015).

**Desventajas de la construcción con muros de ductilidad limitada:** En el proceso de construcción este tipo de edificación es expuesto a la aparición de fisuras en las placas y techos, debido a la aglomeración de acero y los diferentes tipos de tuberías procede a la aparición de cangrejas y segregación del concreto.

Asimismo, al no existir columnas ni vigas, puede haber mayor desplazamiento en los muros. (Villareal Castro, 2015).

**Estudio de suelos con fines de cimentación: Estudio de campo,** Es una investigación que se realiza en el mismo lugar donde se va a realizar el estudio, para recopilar información específica de lo que se va investigar. Es siempre necesario realizar estudio de suelos antes de realizar una construcción civil. (Gallarday, 2005).

**Calicatas:** Son aquellas excavaciones, donde se emplea técnicas de prospección, para poder proporcionar el estudio geotécnico de un terreno. (Crespo, 2015 p. 30).

**Ensayo de laboratorio:** Es una investigación que se realiza en un laboratorio utilizando equipos especializados, para obtener los parámetros requeridos para el estudio de suelo, y el diseño de excavaciones y cimentaciones. (Nec, 2014, p. 32).

**Análisis granulométrico:** Es un análisis cuyo objetivo es definir la distribución de las dimensiones de las partículas del suelo, dicho análisis se realiza a través de la utilización de distintos tamices para su análisis. (Bonifacio y Silveira, 2011).

**Contenido de humedad:** Es un ensayo que se realiza pesando una muestra de una porción de suelo en estado húmedo, luego se lleva al horno. Se pesa después de salir del horno; y la diferencia de los pesos. Representará la porción de agua que posee el suelo. Expresado en porcentaje (Crespo, 2015, p. 64).

**Clasificación unificada de los suelos (SUCS):** Es un estudio que se realiza para clasificar los suelos, y poder especificar la contextura y dimensión de las partículas del suelo. (Camilo y Cruz, 2018).

**Ensayo de corte directo:** Es un ensayo elaborado para decretar cual es la resistencia al esfuerzo cortante de una muestra, lo cual es primordial para calcular la capacidad portante del terreno. (Salazar y Sáez, 2015).

**Losa de cimentación:** Elemento de hormigón armado de un edificio, que tiene grandes dimensiones, y está hecho para soportar cargas perpendiculares como; columnas, paredes, etc. también se usa cuando la capacidad de un terreno es reducida. (Alva, 2017 p. 70).

El uso de losas de cimentación en la ejecución de obras con muros de ductilidad limitada, siempre se utilizan para distribuir mejor el peso de la estructura al suelo o terreno de fundación. (Chagayen y Negrin, 2018).

**Elementos estructurales: Losa maciza,** Es un elemento estructural de concreto armado de superficies planas o curvas, de pequeño espesor. Sus esfuerzos se sitúan en dos direcciones ortogonales para resistir los momentos desarrollados en cada uno de ellos. (Dávila y Fortes, 2015).

**Escaleras de concreto armado:** Es un elemento estructural que nos ayuda a unir los diferentes niveles de una edificación.

**Muros de concreto:** Elemento estructural que está compuesto con diferentes tipos de refuerzos (longitudinal, vertical, etc.). Con espesores pequeños, lo cual proporciona una gran resistencia al muro. (Norma Técnica Metrados para obras de Edificaciones, 2015, p. 53).

**Mallas electrosoldadas:** Las mallas electro soldadas se utilizan en elementos tales como: losas, muros. Y están constituidas por varillas de acero lisas o corrugadas. Dichos aceros están soldados en todas sus uniones de refuerzo. (Harmsen, 2017, p. 38).

**Predimensionamiento:** Es el procedimiento previo al cálculo de dimensiones en los elementos de una estructura antes de poder determinar con precisión los esfuerzos sobre las mismas.

**Metrado de cargas:** Es un procedimiento que se emplea para determinar la estimación de las cargas que se ejercen sobre una edificación. (Aslam, 2015).

**Carga viva:** Es el conjunto de pesos de los elementos estructurales. Que tiene que soportar la edificación. (Norma E.0.20, 2018, p. 374).

**Carga muerta:** Peso de todos los elementos, que debe soportar la edificación, incluyendo su peso propio. (Norma E.0.20, 2018, p. 374).



**Análisis estático:** Es el grupo de fuerzas que actúan en el centro de masa de cada nivel de una edificación. La cual consiste en aplicar a la estructura un patrón de cargas laterales y poder medir su capacidad de desplazamiento. (Norma E.030, 2018, p. 23).

**Fuerza cortante en la base:** permite determinar las fuerzas laterales que se obtiene como resultado de las fuerzas de inercia a las que se somete una estructura. se está determinado por la siguiente expresión (Norma E.030, 2018, p. 23).

$$V = \frac{Z.U.C.S}{R} \cdot P \dots \dots \dots \text{Ecuación 3}$$

Z: Zona sísmica

U: Categoría de la edificación

S: Tipo de suelo

C: Factor de amplificación sísmica

R: Coeficiente de reducción de fuerzas

P: Peso de la edificación

**Software a utilizar en el Análisis Sísmico: AutoCAD,** Es un programa de dibujo CAD para PC de 2 y 3 dimensiones, puede hacer dibujos o planos no exclusivos, grabar proyectos de diseño, ingeniería, mapas o marcos de datos geográficos para especificar algunas empresas y aplicaciones. Los registros producidos a través de AutoCAD tienen el diseño licenciado de Autodesk DWG, este es el programa de punta de lanza que habla de la innovación CAD. (Sousa da Silva, 2018).

**Etabs:** Programa especializado que permite realizar análisis, modelado y dimensionar elementos estructurales. Posee un model Explorer que permite generar informes de manera detallada. Y acceder a los objetos, propiedades y reportes. Asimismo, tiene una gran selección de plantillas de trabajo para iniciar de manera inmediata un nuevo modelo. (Csi, s.f).

**Seismosignal:** SeismoSignal constituye una manera fácil y eficiente de procesar datos de movimiento fuerte, presentando una interfaz visual fácil de usar y la capacidad de derivar una serie de parámetros de movimiento fuerte a menudo requeridos por ingenieros sismólogos e ingenieros sísmicos. (Seismosoft, 2019).

**Seismomatch:** SeismoMatch es una aplicación equipada para modificar acelerogramas de terremoto para coordinar un rango de reacción objetivo particular, utilizando el cálculo de wavelets propuesto por Abrahamson [1992] y Hancock et al. [2006] o el cálculo propuesto por Al Atik y Abrahamson [2010]. (Seismosoft, 2019).

**Formulación del Problema: Problema General** ¿Cuáles serán los resultados de comparar el análisis dinámico modal espectral y el análisis dinámico tiempo historia de una estructura con muros de ductilidad limitada Villa El Salvador-2019?

**Problemas Específicos:** ¿Cuál será el resultado de comparar los desplazamientos laterales entre el análisis modal espectral y análisis dinámico tiempo historia de una estructura con muros de ductilidad limitada Villa El Salvador-2019?

¿Cuál será el resultado de comparar las derivas entre el análisis modal espectral y análisis dinámico tiempo historia de una estructura con muros de ductilidad limitada Villa El Salvador-2019?

¿Cuál será el resultado de comparar las fuerzas cortantes entre el análisis modal espectral y análisis dinámico tiempo historia de una estructura con muros de ductilidad limitada Villa El Salvador-2019?

**Justificación del estudio:** Justificación económica, La construcción durante años viene siendo atendida esencialmente por la autoconstrucción, esto ha generado la construcción de viviendas de baja calidad y numerosos costos. Sin embargo, al realizar un buen análisis sísmico, garantiza a la población la construcción de una edificación segura, mejor calidad. Además, con la seguridad que ante eventos sísmicos la edificación estará protegida. Y no tendrán que hacer gastos innecesarios por temas de colapso de la vivienda.

**Justificación práctica:** Esta investigación se realiza, porque existe la necesidad de contar con edificaciones seguras y económicas al ubicarnos en una zona sísmica. A través de la comparación de análisis dinámico modal espectral y análisis tiempo historia. Se obtiene ratios comparativas que faciliten en tener mayor confiabilidad al realizar los cálculos estructurales. Y a partir de ello realizar un buen diseño.

**Justificación académica:** Desde el punto de vista institucional, este proyecto de investigación se realiza con el objetivo de aportar nuevos conocimientos y sirva para futuras investigaciones a personas interesadas o estudiantes que busquen información relacionada a este tema de investigación.

**Hipótesis: Hipótesis General,** Los resultados obtenidos en el análisis dinámico Tiempo historia son favorables respecto al análisis dinámico modal espectral en una estructura con muros de ductilidad limitada Villa El Salvador-2019.

**Hipótesis Específicos:** Los desplazamientos laterales obtenidos por el análisis dinámico tiempo historia son favorables respecto al análisis dinámico modal espectral de una estructura con muros de ductilidad limitada Villa El Salvador-2019.

Las derivas obtenidas por el análisis dinámico tiempo historia son favorables respecto al análisis dinámico modal espectral de una estructura con muros de ductilidad limitada Villa El Salvador-2019.

Las fuerzas cortantes en la base obtenidas por el análisis dinámico tiempo historia son favorables respecto al análisis dinámico modal espectral de una estructura con muros de ductilidad limitada Villa El Salvador-2019.

**Objetivos: Objetivo General,** Realizar el análisis dinámico comparativo modal espectral y análisis dinámico tiempo historia de una estructura con muros de ductilidad limitada Villa El Salvador-2019.

**Objetivos Específicos:** Comparar los desplazamientos laterales entre el análisis tiempo historia y análisis dinámico modal espectral de una estructura con muros de ductilidad limitada Villa El Salvador-2019.

Comparar las derivas entre el análisis tiempo historia y análisis dinámico modal espectral de una estructura con muros de ductilidad limitada Villa El Salvador-2019.

Comparar las fuerzas cortantes en la base entre el análisis tiempo historia y análisis dinámico modal espectral de una estructura con muros de ductilidad limitada Villa El Salvador-2019.

## **II. Método**

El método científico tiene como procedimiento establecer relación entre hechos, y así poder responder interrogantes de una investigación que emergen sobre diversos fenómenos que aparecen en la naturaleza y también sobre problemas que afectan a la sociedad. (Borja Suarez, 2012, p.8).

Este proyecto de investigación se argumenta en el método científico, debido a que se precisa un caso tentativo y riguroso en el análisis dinámico comparativo modal espectral VS tiempo historia de una estructura con muros de ductilidad limitada, usando software para determinar resultados.

### **Fases del proceso de investigación**

#### **Enfoque**

El enfoque cuantitativo emplea el acopio de datos para demostrar la hipótesis a través de medición numérica y uso de estadística, con la finalidad de disponer patrones de comportamiento de una población u muestra. (Hernández Sampieri, 2014 p. 4).

Este proyecto de investigación tiene un enfoque cuantitativo, porque dichas variables son dimensionadas por medio de información cuantificada.

### **2.1 Tipo y diseño de investigación**

#### **Tipo de investigación**

La investigación aplicada es un tipo de investigación donde la problemática ya está establecida, por lo cual el investigador busca modificar y dar respuestas específicas al problema. (Rojas Cairampoma, 2015).

Por ello, se deduce que el tipo de investigación del proyecto es aplicada, debido a que se realiza nuevos conocimientos precedentes para dar solución a una problemática. En una situación real.

#### **Nivel de investigación**

La investigación explicativa busca resolver la realidad problemática a través de leyes y teorías. Para determinar el porqué de los hechos. A través de establecer relaciones de causa- efecto. Cauas (2015, pp. 10-11).

Es explicativa, porque gracias al Análisis dinámico modal espectral vs tiempo historia (causa), que, mediante teorías y métodos ya estudiados, se realiza el estudio del comportamiento de la estructura con muros de ductilidad limitada (efecto).

### **Diseño de Investigación**

La investigación experimental consiste en manipular la variable independiente. Para determinar el efecto de dicha variable, en la variable dependiente al ser modificada. (Borja Suarez, 2012, p. 13).

Por lo tanto, nuestra investigación es experimental porque se manipulará la variable independiente (Análisis dinámico Modal espectral, tiempo historia).

### **VARIABLES**

#### **Análisis Dinámico modal espectral, tiempo historia**

El análisis dinámico es una ciencia que trata de estudiar el comportamiento estructural de una edificación, así como la también la resistencia, rigidez. (Villarreal, 2009, p.4).

El análisis sísmico radica en poder definir la resistencia y estabilidad de una estructura que va a ser diseñada posteriormente.

#### **Estructura con muros de ductilidad limitada**

La estructura debe concebirse como un sistema o conjunto de partes y componentes que se combinan ordenadamente para cumplir una función dada. El proceso de diseño de un sistema comienza con la formulación de los objetivos que se pretenden alcanzar y de las restricciones que se deben tener en cuenta. (Morales, 2006 pág. 8).

Son muros que están diseñados para soportar todas las cargas de la edificación, y tener un óptimo comportamiento frente a movimientos sísmicos.

## 2.2 Operacionalización de las variables

Tabla 8. Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
Análisis dinámico modal espectral, tiempo historia	Según la norma E 0.30 “Es la combinación de conceptos que permiten el diseño de una construcción capaz de resistir los efectos de los sismos que se pueden presentar. [...]”.	Norma E.030 y Norma E.060. bajo el Reglamento Nacional de Edificaciones.	Desplazamientos laterales	Modos de vibración Rigidez Peso Periodos modales	Software: Seismosignal, seismomatch  Ficha de recolección de datos (unidades de medida).
			Derivas	Altura de entrepiso Desplazamiento relativo de entrepiso	
			Fuerzas	Fuerza cortante en la base	
			Registros sísmicos	Aceleraciones del sismo Intensidad de magnitud sísmica	
Estructura con muros de ductilidad limitada	Para Morales (2006, p. 8).  “la estructura debe concebirse como un sistema o conjunto de partes y componentes que se combinan ordenadamente para cumplir una función dada. [...]”.	Norma E.030 y Norma E.060. bajo el Reglamento Nacional de Edificaciones.	Parámetros técnicos	Parámetros de sitio Condiciones geotécnicas Categoría de la edificación Sistema estructural	Estudio Geotécnico de mecánica de suelos.  Software Etabs Norma E. 020 (Cargas). Norma E 030 (Diseño sismorresistente). Norma E.060(Concreto armado)
			Predimensionamiento	Altura de la edificación Espesores mínimos de muros	
			Metrado de cargas	Carga viva  Carga muerta	
			Análisis estático	Peso total de la edificación Fuerza cortante en cada piso	

Fuente: Elaboración Propia.

## 2.3 Población, muestra y muestreo

### Población

Está conformada por un grupo de individuos que tienen algunas características entre sí en un sitio y momento determinado. (Tamayo, 2017, p. 24).

La población está dada por los edificios con muros de ductilidad limitada en el Distrito de Villa el Salvador – Perú, 2019.

### Muestra

Es el estudio de los sujetos de la población, para determinar que los resultados obtenidos puedan ser empleados para sacar conclusiones aplicadas a toda la población. (Behar Rivero, 2008, p. 51).

En el proyecto se toma como muestra el edificio con muros de ductilidad limitada en el Distrito de Villa El Salvador – Perú, 2019.

### Muestreo Intencional

Se utiliza cuando el mismo investigador elige a los elementos que considere apropiados para realizar su proyecto de investigación. (López, 2004).

## 2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Procedimiento empleado para la recolección de datos, este proyecto de investigación es plasmado en formatos adecuados. Dicho instrumento de medición es el Software Etabs.

**Tabla 9.** *Técnicas e instrumentos de recolección de datos*

Tipo de investigación	Técnica	Tipo	Instrumento	Validez	confiabilidad
Campo	Estudio de suelos	Ing. Civil	Ensayos de laboratorio	Ludeña Gutierrez Lucas	-----
Gabinete	Procesamiento	software	Equipo de computo	Juicio de expertos	-----

Fuente: elaboración Propia.

## **Validez**

Es la capacidad probar mediante hechos lo que se pretende medir. (Behar, 2008, p. 73).

La validez del instrumento se realizó de acuerdo a un grupo de expertos relacionados a la línea de investigación, como es el caso del Ing. Especialista en estudio de suelos. la veracidad del estudio de suelos se ve reflejado en los certificados de calibración de equipos (ver anexo 21). Asimismo, se comprobará la relación de los ítems si se encuentra bien redactados y miden lo que se pretende medir por los expertos del tema. (ver anexo 20 instrumento de validación de datos).

**Tabla 10.** valores de validez

Rango	Magnitud	Promedio alcanzado
0	Inaceptable	1er experto: 1
0.5	mínimo aceptable	2 do experto : 1
1	Aceptable	3 do experto : 1

Fuente: Elaboración Propia.

## **Confiabilidad**

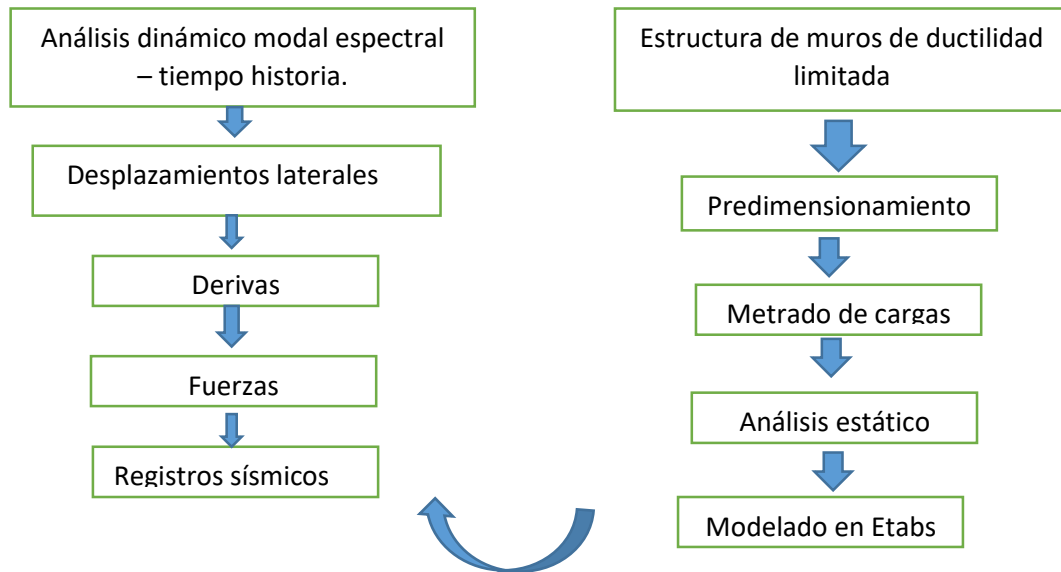
La confiabilidad es verdadera cuando al utilizar un instrumento para medir, produce resultados reales y coherentes. Asimismo, al realizar la misma aplicación al instrumento repetidas veces nos proporcione resultados iguales. (Behar, 2008, p. 73).

Para garantizar la confiabilidad de este proyecto de investigación, se desarrolló con los resultados obtenidos los ensayos de suelos, realizados en un laboratorio que conto con todas las certificaciones de los equipos, además se trabajó con software con licencias. (Ver Anexo 17-18-19)



## 2.5 Procedimiento

Tabla 11. Procedimiento del desarrollo de la investigación



Fuente: Elaboración Propia.

## 2.6 Método de análisis de datos

Para realizar el proyecto de investigación se empleó programas como Microsoft office, AutoCAD y para realizar el análisis sísmico de la estructura se usa los Softwares Etabs, empleando los datos conseguidos; mediante el estudio de suelo y teniendo en cuenta las Normas correspondientes.

**AutoCAD:** Este programa se utilizó realizar el plano de arquitectura.

**Etabs:** Programa donde se modela y predimensiona cada uno de los elementos estructurales de la edificación.

## 2.7 Aspectos éticos

Para el desarrollo del proyecto de investigación se reunió información de diversos medios tales como: Tesis, libros y distintas fuentes de averiguación. Las cuales se ven referenciadas por la norma ISO 690.

## Respeto

Es un valor primordial en todas nuestras etapas de nuestra vida. Es la empatía y el buen trato que se tiene hacia las demás personas. Por lo tanto, este proyecto de investigación

posee información autentica y precisa. Lo cual toda la información reunida de otros autores se ve referenciada con la norma ISO 690. (Uranga Alvidrez, 2016)

### **Honestidad**

Valor que consiste en decir la verdad, ante cualquier circunstancia. En el desarrollo del proyecto de investigación, se es honesto, Ya que, con las visitas realizadas en el campo del proyecto, se obtuvo un análisis de datos real, lo cual permite tener fuentes confiables para argumentar el proyecto de investigación. (Pino Lozano, 2015).

### III. Resultados

#### 3.1. Descripción del proyecto

El presente proyecto consiste en una edificación multifamiliar con muros de ductilidad limitada ubicado en el distrito de Villa el Salvador, ciudad de Lima, el terreno consta de un área de 258.88 m<sup>2</sup>.

La edificación tiene 8 pisos, con una altura total de 19.20 m. siendo la altura de piso de 2.40 m. Tiene 32 departamentos, 4 por piso cada departamento de 60 m<sup>2</sup>. Consta con un ascensor y una escalera continua. (Ver anexo 3-4)

Materiales utilizados : Resistencia a la compresión:  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Módulo de elasticidad  $E_c = 15000\sqrt{f'c}$

#### 3.2. Trabajos preliminares

Predimensionamiento de espesor de muro		
H/20	para zona 4	
H=	2.4	Altura de muro
H=	0.12	
Consideramos muros de 0.15m		

#### Predimensionamiento de escalera

Altura de entrepiso ( $H_n$ )

Proyección horizontal del tramo inclinado de la escalera ( $L_n$ )

Paso (P)

Contrapaso ( $C_p$ )

Espesor de garganta (t)

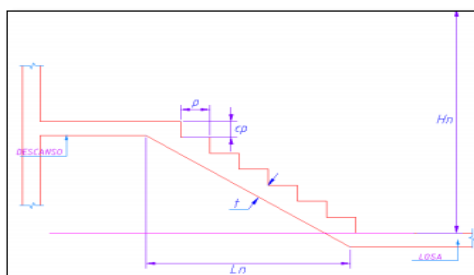


Figura 5. Predimensionamiento de escalera

Fuente: Elaboración Propia.

Para las dimensiones del paso se consideró 0.25.

El contrapaso se calcula dividiendo la altura de entrepiso, por el número de contrapasos que propone la arquitectura. En nuestro caso tenemos una altura de entre piso 2.40m y 14 contrapaso

$$Cp = \frac{Hn}{14} = \frac{2.4}{14} = 0.17m$$

El espesor de la garganta se halla con la siguiente expresión:

$$\frac{Ln}{25} \leq t \leq \frac{Ln}{20} \dots\dots\dots \text{Ecuación 4}$$

Según nuestra arquitectura el Ln es 1.95 m, se realiza la operación y se obtiene sé que trabajara con un espesor de 0.15m.

<b>Espesor de la garganta</b>	Ln/25	Ln/20
	0.078	0.0975

Resumen de predimensionamiento de escaleras:

Hn	2.4 m
Cp	0.17 m
P	0.25 m
Ln	1.95 m
T	0.15 m

**Predimensionamiento de losas macizas**

Según el ingeniero Blanco, para determinar los espesores de losas macizas en 2 direcciones.se debe cumplir que, el espesor de la losa maciza debe ser mayor a la división del perímetro del paño por 180.

Se eligió el paño con mayo perímetro, ubicado entre los ejes I3-I4

$$h \geq \frac{\Sigma lados}{180} \dots\dots\dots \text{Ecuación 5}$$

$$h \geq \frac{6.6x2+3.3x2}{180} = 0.11cm$$

Para un mejor diseño de la losa se elige una losa de 0.15cm

El paño tomado es de:

6.6m	3.3m
------	------

### **Predimensionamiento de muros de ductilidad limitada**

Para determinar la densidad de muros en cada una de las direcciones se realiza la comparación de la fuerza basal aproximada con la resistencia a fuerzas de cortantes de los muros de espesor 10.

Para realizar la densidad de muros en las direcciones X, Y se realiza la comparación de la fuerza basal aproximada con la resistencia a fuerzas cortante de los muros de 10 cm.

Entonces se tiene:

$$L_{\min}(X, Y) = \frac{V_{\text{basal}}}{\phi \cdot 0.53x\sqrt{f'c} \cdot 0.80b} \dots\dots\dots \text{Ecuación 6}$$

$$\phi = 0.85$$

b = espesor del muro

$$V_{\text{basal}} = \frac{ZUCS}{R} \times \text{Pedificación} \dots\dots\dots \text{Ecuación 7}$$

$$P_{\text{edificación}} = CM + \% CV \dots\dots\dots \text{Ecuación 8}$$

Se consideró una sobrecarga S/C = 200 kg/m<sup>2</sup>. Según indica la norma E.020 (Tabla N° 1).

Ahora que ya se calculó todos los valores se reemplaza en la formula, para determinar la longitud min en la dirección X.

$$L_{\min}(X) = \frac{V_{\text{basal}}}{\phi \cdot 0.53x\sqrt{f'c} \cdot 0.80b} \dots\dots\dots \text{Ecuación 9}$$

$$L_{\min}(X) = 99.54 \text{ m}$$

antes de realizar la sumatoria de longitudes, se procede a enumerar las placas en dirección X – Y. (Anexo 5)

**Tabla 12.** Verificación de Densidad de muros (Dirección X)

Muro dirección X	#Veces	L(m)	t(m)	Ac(m <sup>2</sup> )
M <sub>x1</sub>	1	10.9	0.10	1.09
M <sub>x2</sub>	1	3.1	0.10	0.31
M <sub>x3</sub>	1	2.9	0.10	0.29
M <sub>x4</sub>	1	2.9	0.10	0.29
M <sub>x5</sub>	1	3.1	0.10	0.31
M <sub>x6</sub>	1	3.1	0.10	0.31
M <sub>x7</sub>	1	2.9	0.10	0.29
M <sub>x8</sub>	1	3.1	0.10	0.31
M <sub>x9</sub>	1	3.7	0.10	0.37
M <sub>x10</sub>	1	1.5	0.10	0.15
M <sub>x11</sub>	1	3.7	0.10	0.37
M <sub>x12</sub>	1	1.3	0.10	0.13
M <sub>x13</sub>	1	2.3	0.10	0.23
M <sub>x14</sub>	1	2.3	0.10	0.23
M <sub>x15</sub>	1	1.3	0.10	0.13
M <sub>x16</sub>	1	2.22	0.15	0.33
M <sub>x17</sub>	1	2.43	0.15	0.36
M <sub>x18</sub>	1	3.78	0.10	0.38
M <sub>x19</sub>	1	1.07	0.10	0.11
M <sub>x20</sub>	1	5.8	0.15	0.87
M <sub>x21</sub>	1	0.69	0.10	0.07
M <sub>x22</sub>	1	0.69	0.10	0.07
M <sub>x23</sub>	1	0.75	0.10	0.08
M <sub>x24</sub>	1	0.75	0.10	0.08
M <sub>x25</sub>	1	3.2	0.15	0.48
M <sub>x26</sub>	1	1.6	0.15	0.24
M <sub>x27</sub>	1	3.7	0.10	0.37
M <sub>x28</sub>	1	1.28	0.10	0.13
M <sub>x29</sub>	1	3.7	0.10	0.37
M <sub>x30</sub>	1	3.1	0.10	0.31
M <sub>x31</sub>	1	2.9	0.10	0.29
M <sub>x32</sub>	1	3.1	0.10	0.31
M <sub>x33</sub>	1	10.9	0.10	1.09
		99.76		10.74

Fuente: Elaboración propia.

Se puede ver que la sumatoria de las longitudes en dirección X = **99.76**, están dentro del rango en relación de la **L<sub>min</sub> (X) = 99.54 m.** por lo tanto el predimensionamiento está conforme.

Algunos espesores en dirección X se ha predimensionado con espesor de 0.15, debido a que dichos muros se encuentran en la zona de la escalera y ascensores. Los cuales tienen que soportar mayores pesos.

Ahora se calcula longitud min en la dirección Y.

**Tabla 13.** Verificación de Densidad de muros (Dirección Y)

Tipo	#Veces	L(m)	t(m)	Ac(m <sup>2</sup> )
M <sub>Y1</sub>	1	1.65	0.15	0.25
M <sub>Y2</sub>	1	1.85	0.15	0.28
M <sub>Y3</sub>	1	2.77	0.15	0.42
M <sub>Y4</sub>	1	1.85	0.15	0.28
M <sub>Y5</sub>	1	1.65	0.15	0.25
M <sub>Y6</sub>	1	1.3	0.15	0.20
M <sub>Y7</sub>	1	1.7	0.15	0.26
M <sub>Y8</sub>	1	2.29	0.15	0.34
M <sub>Y9</sub>	1	2.59	0.15	0.39
M <sub>Y10</sub>	1	2.29	0.15	0.34
M <sub>Y11</sub>	1	1.7	0.15	0.26
M <sub>Y12</sub>	1	1.3	0.15	0.195
M <sub>Y13</sub>	1	0.75	0.15	0.1125
M <sub>Y14</sub>	1	1.15	0.15	0.1725
M <sub>Y15</sub>	1	2.06	0.15	0.309
M <sub>Y16</sub>	1	1.15	0.15	0.1725
M <sub>Y17</sub>	1	0.75	0.15	0.1125
M <sub>Y18</sub>	1	0.65	0.15	0.0975
M <sub>Y19</sub>	1	0.65	0.15	0.0975
M <sub>Y20</sub>	1	1.05	0.15	0.1575
M <sub>Y21</sub>	1	1.1	0.15	0.165
M <sub>Y22</sub>	1	2.2	0.15	0.33
M <sub>Y23</sub>	1	2.2	0.15	0.33
M <sub>Y24</sub>	1	2.2	0.15	0.33
M <sub>Y25</sub>	1	1.7	0.15	0.255
M <sub>Y26</sub>	1	1.7	0.15	0.255
M <sub>Y27</sub>	1	2.25	0.15	0.3375
M <sub>Y28</sub>	1	2.2	0.15	0.33
M <sub>Y29</sub>	1	0.8	0.15	0.12
M <sub>Y30</sub>	1	0.8	0.15	0.12
M <sub>Y31</sub>	1	1.3	0.15	0.195
M <sub>Y32</sub>	1	1.7	0.15	0.255
M <sub>Y33</sub>	1	1.4	0.15	0.21
M <sub>Y34</sub>	1	0.98	0.15	0.147
M <sub>Y35</sub>	1	1.88	0.15	0.282
M <sub>Y36</sub>	1	0.98	0.15	0.147
M <sub>Y37</sub>	1	1.4	0.15	0.21
M <sub>Y38</sub>	1	1.7	0.15	0.255
M <sub>Y39</sub>	1	1.3	0.15	0.195
M <sub>Y40</sub>	1	1.65	0.15	0.2475
M <sub>Y41</sub>	1	1.9	0.15	0.285
M <sub>Y42</sub>	1	2.75	0.15	0.4125
M <sub>Y43</sub>	1	1.9	0.15	0.285
M <sub>Y44</sub>		1.65	0.15	0.2475
		70.79		10.62

Fuente: elaboración propia.

$$L_{\min}(Y) = \frac{V \text{ basal}}{\phi 0.53x\sqrt{f'c} x0.80b}$$

$$L_{\min}(Y) = 74.25 \text{ m}$$

Como se observar el  $L_{\min}(Y)$  74.25m es mayor a la longitud  $Y = 70.79$ .

Por lo que se realiza de nuevo la fórmula para hallar la longitud min en Y. aumentando los espesores de muros.

$$L_{\min}(Y) = \frac{V \text{ basal}}{\phi 0.53x\sqrt{f'c} x0.80b}$$

$$L_{\min}(Y) = 66.36\text{m}$$

Con el espesor tomado cumple el predimensionamiento.

### Analisis esfuerzo de compresión

Según la Norma E. 060 de concreto armado en el artículo 14 (14.5.2). Para Determinar la resistencia vertical para un muro diseñado como elemento en compresión se emplea la siguiente formula:

$$P_u = 0.55 \times \phi \times f'c \times A_g \left[ 1 - \left( \frac{klc}{32h} \right)^2 \right] \dots\dots\dots \text{Ecuación 10}$$

$$\phi = 0.7$$

k: factor de longitud efectiva, según la norma E.060. Para muros arriostrados en la parte superior e inferior, sin restricción de rotación en sus extremos.

$A_g$ : Área bruta de la sección

lc: Distancia entre apoyos (vertical).

h: espesor del muro

una vez obtenidos los espesores de los muros de 10 cm y 15 cm. Se debe cumplir que las fuerzas de compresión aplicadas en cada uno de los muros ( $P_u$  aplicado), no debe ser mayor a los valores ultimo permitido ( $P_u$ ). (Ver Anexo 6)

Para determinar el área tributaria de cada una de las placas se emplea el método del sobre. (Ver Anexo 7)



### 3.3. Análisis de resultados

#### Análisis estático

Número de pisos : 8

Área: 258.88 m<sup>2</sup>

Peso total: 4034.61 Ton

#### Parámetros sísmicos

Zona 4 (Lima)            Z= 0.45

Edificación común      U=1

2.5 (Tp/T) ≤ 2.5        C=2.5

Suelo intermedio (S2)   S=1.05

Sistema de EMDL        R=4.00

ZUCS/R.....Ecuación 11

$$\frac{0.45 \times 1 \times 2.5 \times 1.05}{4} = 0.2953 \times 100 = \mathbf{29.53\%}$$
 (Porcentaje del peso)

Parámetros sismorresistentes se obtiene:

$$V = 0.2953P = 29.53\% \times P$$

Entonces :

$$29.53\% \times 4034.61 = 1191.47 \text{ Tn}$$

$$V = 1191.47 \text{ Tn}$$

#### Distribución de la fuerza cortante en cada piso

F piso :  $\alpha \times V$ .....Ecuación 12

$$\alpha : \frac{PxH}{\sum PXH} \dots\dots\dots \text{Ecuación 13}$$

**Tabla 14.** Fuerza cortante en cada piso

Piso	H (m)	P ton	P.H (Tn x m)	$\alpha$	$\alpha\%$	Fpiso (Tn)	Vi (ton)
8	19.2	475.900758	9137.29455	0.21101843	21.10184289	251.4224729	251.422473
7	16.8	508.387456	8540.90926	0.19724539	19.72453928	235.012291	486.434764
6	14.4	508.387456	7320.77936	0.16906748	16.90674795	201.4391066	687.873871
5	12	508.387456	6100.64947	0.14088957	14.08895663	167.8659222	855.739793
4	9.6	508.387456	4880.51958	0.11271165	11.2711653	134.2927377	990.03253
3	7.2	508.387456	3660.38968	0.08453374	8.453373976	100.7195533	1090.75208
2	4.8	508.387456	2440.25979	0.05635583	5.635582651	67.14636886	1157.89845
1	2.4	508.387456	1220.12989	0.02817791	2.817791325	33.57318443	1191.47164
		4034.61295	43300.9316			1191.471637	

Fuente: elaboración propia.

## Metrado de cargas

Ejemplo de como se ha Metrado

**Tabla 15.** *Metrado de cargas muro X4*

<b>Metrado de cargas de muro X4</b>							
Descripción	Área tributaria m2	longitud (m)	Peso específico (tn/ m2)	Espesor de muro t (m)	Altura de muro (m)	Total de carga muerta (tn)	Total de carga viva (tn)
Muro		2.9	2.4	0.10	2.4	1.67	
Losa maciza e= 0.15 cm	0.72		0.36			0.2592	
Acabados	0.72		0.1			0.072	
S/c	0.72		0.2				0.144
						2.00	

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 16.** *Metrado de cargas muro X6*

<b>Metrado de cargas de muro X6</b>							
Descripción	Área tributaria m2	longitud (m)	Peso específico (tn/ m2)	Espesor de muro t (m)	Altura de muro (M)	Total de carga muerta (tn)	Total de carga viva (tn)
Muro		3.1	2.4	0.10	2.4	1.79	
Losa maciza e= 0.15 cm	3.796		0.36			1.36656	
Acabados	3.796		0.1			0.3796	
S/c	3.796		0.2				0.7592
						3.53	

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 17.** *Metrado de cargas muro Y1*

<b>Metrado de cargas de muro Y1</b>							
Descripción	Área tributaria m2	longitud (m)	Peso específico (tn/ m2)	Espesor de muro t (m)	Altura de muro (M)	Total de carga muerta (tn)	Total de carga viva (tn)
Muro		2.9	2.4	0.15	2.4	2.51	
Losa maciza e= 0.15 cm	1.575		0.36			0.567	
Acabados	1.575		0.1			0.1575	
S/c	1.575		0.2				0.315
						3.23	

Fuente: elaboración propia.

## Resumen de Metrado de cargas

Tabla 18. Resumen de Metrado cargas

<b>Del 1er al 8vo Piso</b>				
PLACAS	Área	CM(ton)	CV (ton)	CT (ton)
PL1	1.575	2.1501	0.315	2.4651
PL2	7.3951	9.680146	1.47902	11.159166
PL3	2.5103	2.753138	0.50206	3.255198
PL4	1.9724	3.300584	0.39448	3.695064
PL5	2.5255	2.76013	0.5051	3.26523
PL6	1.5693	2.147478	0.31386	2.461338
PL7	1.20	1.6752	0.24	1.9152
PL8	5.3307	4.237722	1.06614	5.303862
PL9	2.212	2.48632	0.4424	2.92872
PL10	2.3163	3.044058	0.46326	3.507318
PL11	0.842	2.05772	0.1684	2.22612
PL12	0.72	2.0016	0.144	2.1456
PL13	2.0101	3.162406	0.40202	3.564426
PL14	2.293	3.03334	0.4586	3.49194
PL15	2.24	2.4992	0.448	2.9472
PL16	5.334	4.23924	1.0668	5.30604
PL17	3.796	3.53176	0.7592	4.29096
PL18	1.2006	1.675476	0.24012	1.915596
PL19	0.6218	0.934028	0.12436	1.058388
PL20	1.7601	1.803246	0.35202	2.155266
PL21	3.416	3.24176	0.6832	3.92496
PL22	1.552	2.49376	0.3104	2.80416
PL23	1.808	1.82528	0.3616	2.18688
PL24	3.828	3.54648	0.7656	4.31208
PL25	1.20	1.20	0.24	1.44
PL26	1.08705	2.631243	0.21741	2.848653
PL27	2.527	1.72402	0.5054	2.22942
PL28	1.667	1.63082	0.3334	1.96422
PL29	2.371	1.65226	0.4742	2.12646
PL30	8.56	6.0688	1.712	7.7808
PL31	3.685	2.4439	0.737	3.1809
PL32	4.587	3.43482	0.9174	4.35222
PL33	7.1669	4.621574	1.43338	6.054954
PL34	3.6867	2.444682	0.73734	3.182022
PL35	3.3508	2.448568	0.67016	3.118728
PL36	3.7	2.6524	0.74	3.3924
PL37	0.905	2.33438	0.181	2.51538
PL38	6.24	4.96992	1.248	6.21792
PL39	8.72	6.18848	1.744	7.93248
PL40	3.013	2.0023	0.6026	2.6049
PL41	7.341	8.38806	1.4682	9.85626
PL42	2.6274	3.109404	0.52548	3.634884
PL43	0.389	0.57638	0.0778	0.65418

PL44	1.964	2.80424	0.3928	3.19704
PL45	0.2189	0.498134	0.04378	0.541914
PL46	2.4903	3.046338	0.49806	3.544398
PL47	0.294	0.56724	0.0588	0.62604
PL48	0.2264	0.536144	0.04528	0.581424
PL49	4.25	3.4238	0.85	4.2738
PL50	9.748	7.24888	1.9496	9.19848
PL51	1.148	1.99688	0.2296	2.22648
PL52	2.16	2.376	0.432	2.808
PL53	2.037	2.88102	0.4074	3.28842
PL54	3.9636	3.724056	0.79272	4.516776
PL55	8.384	5.98784	1.6768	7.66464
PL56	1.2357	1.259622	0.24714	1.506762
PL57	0.781	1.09654	0.1562	1.25274
PL58	1.1253	1.208838	0.22506	1.433898
PL59	8.428	6.00808	1.6856	7.69368
PL60	1.2006	1.675476	0.24012	1.915596
PL61	5.3326	4.238596	1.06652	5.305116
PL62	2.206	2.48356	0.4412	2.92476
PL63	0.9466	1.645036	0.18932	1.834356
PL64	0.5378	1.094108	0.10756	1.201668
PL65	1.232	2.19104	0.2464	2.43744
PL66	0.537	1.09374	0.1074	1.20114
PL67	4.2912	3.644352	0.85824	4.502592
PL68	1.085	1.7087	0.217	1.9257
PL69	2.3206	2.536276	0.46412	3.000396
PL70	5.3314	4.238044	1.06628	5.304324
PL71	1.2006	1.675476	0.24012	1.915596
PL72	1.575	2.1501	0.315	2.4651
PL73	2.6376	2.854896	0.52752	3.382416
PL74	2.16	3.3696	0.432	3.8016
PL75	2.6032	2.839072	0.52064	3.359712
PL76	1.5356	2.131976	0.30712	2.439096
PL77	7.385	9.6755	1.477	11.1525

Fuente: elaboración propia.

## Control de derivas

**Tabla 19.** Derivas en dirección X-X

Derivas de estático X-X					
Story	Load Case/Combo	Direction	Deriva elástica	Deriva Inelástica	Comprobación < 0,005
Story8	SISMO ESTATICO X	X	0.000488	0.001464	OK
Story7	SISMO ESTATICO X	X	0.000486	0.001458	OK
Story6	SISMO ESTATICO X	X	0.000513	0.001539	OK
Story5	SISMO ESTATICO X	X	0.000523	0.001569	OK
Story4	SISMO ESTATICO X	X	0.000507	0.001521	OK
Story3	SISMO ESTATICO X	X	0.000459	0.001377	OK
Story2	SISMO ESTATICO X	X	0.000371	0.001113	OK
Story1	SISMO ESTATICO X	X	0.000223	0.000669	OK

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 20.** Derivas en dirección Y-Y

Derivas de estático Y-Y					
Story	Load Case/Combo	Direction	Deriva elástica	Deriva Inelástica	Comprobación < 0,005
Story8	SISMO ESTATICO Y	y	0.000559	0.001677	OK
Story7	SISMO ESTATICO Y	y	0.000628	0.001884	OK
Story6	SISMO ESTATICO Y	y	0.000709	0.002127	OK
Story5	SISMO ESTATICO Y	y	0.000768	0.002304	OK
Story4	SISMO ESTATICO Y	y	0.000786	0.002358	OK
Story3	SISMO ESTATICO Y	y	0.000748	0.002244	OK
Story2	SISMO ESTATICO Y	y	0.000627	0.001881	OK
Story1	SISMO ESTATICO Y	y	0.000358	0.001074	OK

Fuente: elaboración propia.

Se observa que las derivas en ambas direcciones X-Y, cumple con lo establecido en la norma E.030; son admisibles para los límites de distorsión del entrepiso 0.005.

## Plano de arquitectura en Etabs

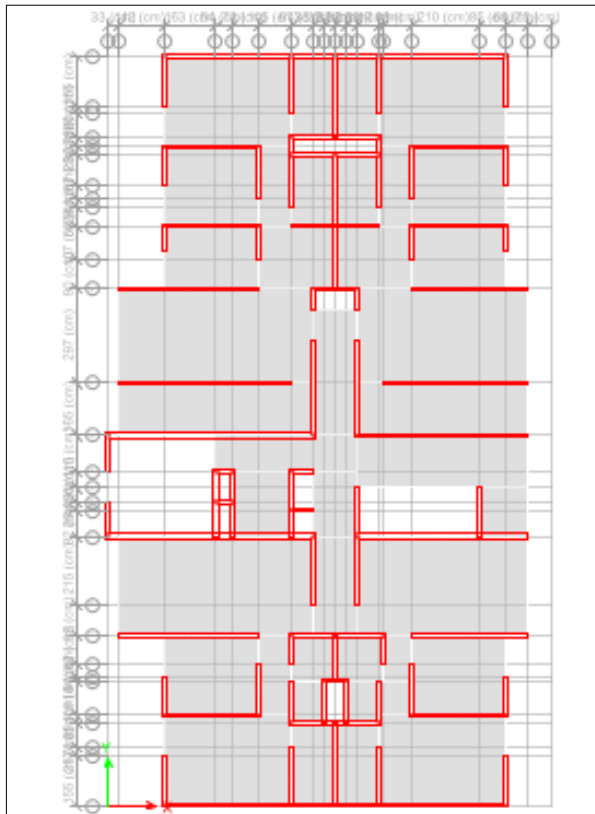


Figura 6. Plano de arquitectura en Etabs

Fuente: elaboración Propia.

## Modelado de la estructura en Etabs

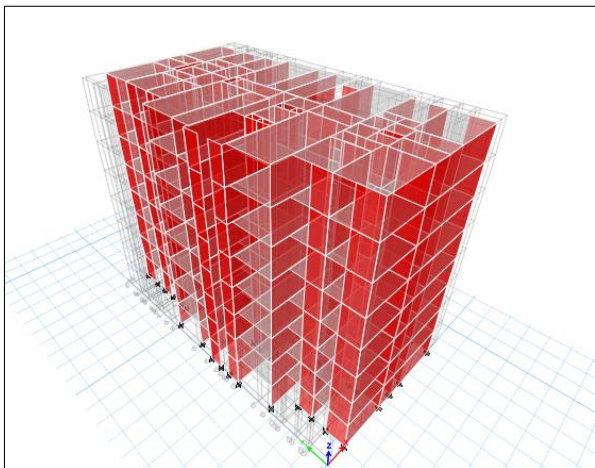


Figura 7. Plano modelado en Etabs

Fuente: elaboración Propia.

## **Irregularidades estructurales**

La estructura estudiada es sometida a diferentes evaluaciones, para poder determinar si existe algún tipo de irregularidades; la cual se trabaja con la Norma E 030 Diseño sísmoresistente (2018).

### **Irregularidad estructural en altura**

#### **Irregularidad rigidez -Piso blando**

Ocurre irregularidad por piso blando cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, las derivas son más notables que 1,4 veces en relación con un incentivo en el entresuelo superior rápido, o es más prominente que 1,25 veces la normalidad de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes. (RNE, 2018, p. 388). (Ver Anexo 8 - 9).

#### **Irregularidad Resistencia**

Aquí irregularidad de resistencia cuando en cualquiera de las direcciones X-Y, la resistencia de entrepiso frente a fuerza cortante es inferior al 80% de la resistencia del entrepiso superior. (Ver Anexo 10-11).

#### **Irregularidad de masa o peso**

Existe irregularidad de masa cuando el peso de un determinado piso, es superior en un 1.5 veces al peso del piso adyacente. (Anexo 12).

#### **Irregularidad Geométrica Vertical**

Existe irregularidad si la dimensión del sistema resistente a fuerza lateral es más que el 1.3 del piso adyacente.

Se evaluó de acuerdo a lo establecido en el reglamento E.030 -2018. Y se dedujo que no existe irregularidad geométrica vertical.

#### **Discontinuidad en los sistemas Resistentes**

No se observan deslizamientos verticales, ocasionados por cambio de orientación, o por desplazamientos por ejes, lo consiguiente no se presenta irregularidad.

Una vez analizada la estructura en todas las irregularidades estructurales de altura, se observó que no existe ningún tipo de irregularidad; por lo cual se trabajó con un factor de irregularidad igual a uno.

### **Irregularidad estructural en planta**

#### **Irregularidad torsional**

Cuando en cualquier de las direcciones X-Y, los máximos desplazamientos relativos de entrepiso, es mayor al 1, 2 veces al desplazamiento relativo del centro de masas. (Ver Anexo 13- 14).

#### **Irregularidad torsional Extrema**

Existe irregularidad torsional extrema cuando el máximo desplazamiento relativo de entrepiso del extremo de la estructura, es mayor que 1,5 veces que el desplazamiento relativo del centro de masas. (Anexo 15-16)

#### **Esquinas entrantes**

Existe irregularidad cuando las dimensiones de las esquinas en las direcciones X-Y, son superiores que el 20% de las que les corresponden a las direcciones totales en planta. En la estructura estudiada no existe este tipo de irregularidad.

#### **Discontinuidad de diafragma**

Hay irregularidad, cuando existen discontinuidades mayores en la rigidez; además cuando la losa presenta aberturas mayores que el 50% del área total.

#### **Sistemas no paralelos**

La estructura no presenta este tipo de irregularidad ya que todos sus elementos estructurales que la conforman son paralelos y simétricos.

Realizado el análisis de la estructura, en las irregularidades en planta se deduce que no tiene ningún tipo de irregularidades, por lo que la estructura tiende a trabajarse con factor de regularidad igual a uno.



### 3.3.1 Analisis dinámico modal espectral

El análisis dinámico modal espectral se trabajó cumpliendo con los estándares de la norma E.030 (Diseño sismorresistente).

#### Aceleración espectral

Se utiliza un espectro inelástico de pseudo aceleración para cada dirección horizontal, se calcula bajo la siguiente formulación:

$$S_a = \frac{Z \times U \times S \times C \times g}{R} \dots\dots\dots \text{Ecuación 14}$$

Donde:

Z= 0.45	U= 1	C= 2.5	S= 1.05	R= 4.00	g = 9.81 m/s <sup>2</sup>
---------	------	--------	---------	---------	---------------------------

#### Espectro de Diseño.

Mediante una hoja de Excel se procede a determinar el espectro de respuesta.

**Tabla 21.** Aceleración inelástica en ambas direcciones X-Y

C	T(s)	Sa (m/s <sup>2</sup> )
2.50	0	0.2953
2.50	0.1	0.2953
2.50	0.2	0.2953
2.50	0.3	0.2953
2.50	0.4	0.2953
2.50	0.5	0.2953
2.50	0.6	0.2953
2.14	0.7	0.2953
1.88	0.8	0.2953
1.67	0.9	0.1969
1.50	1	0.1772
1.25	1.2	0.1477
1.00	1.5	0.1181
0.88	1.7	0.1042
0.75	2	0.0886
0.48	2.5	0.0567
0.33	3	0.0394
0.24	3.5	0.0289
0.19	4	0.0221
0.12	5	0.0142
0.05	8	0.005537
0.02	11	0.002929
0.01	15	0.001575

Fuente: elaboración propia

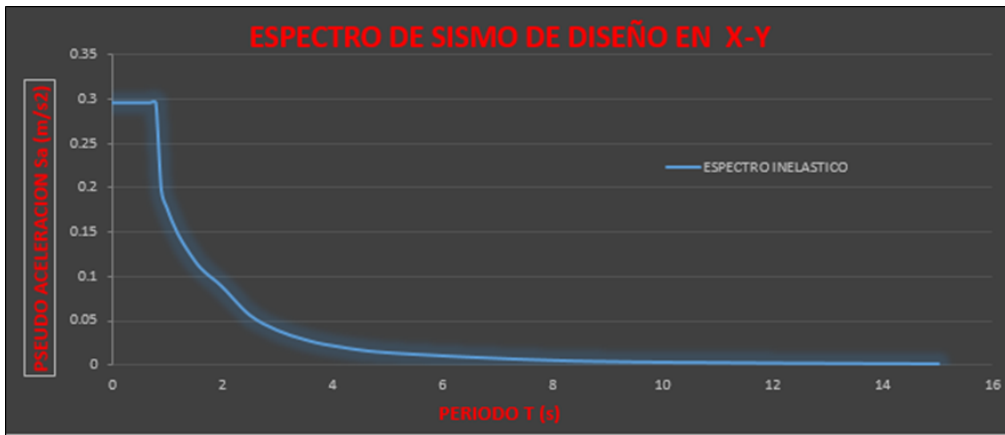


Figura 8. Espectro de diseño en X-Y E-030 2018

Fuente: elaboración Propia.

### Espectro de diseño cargado en el software ETABS

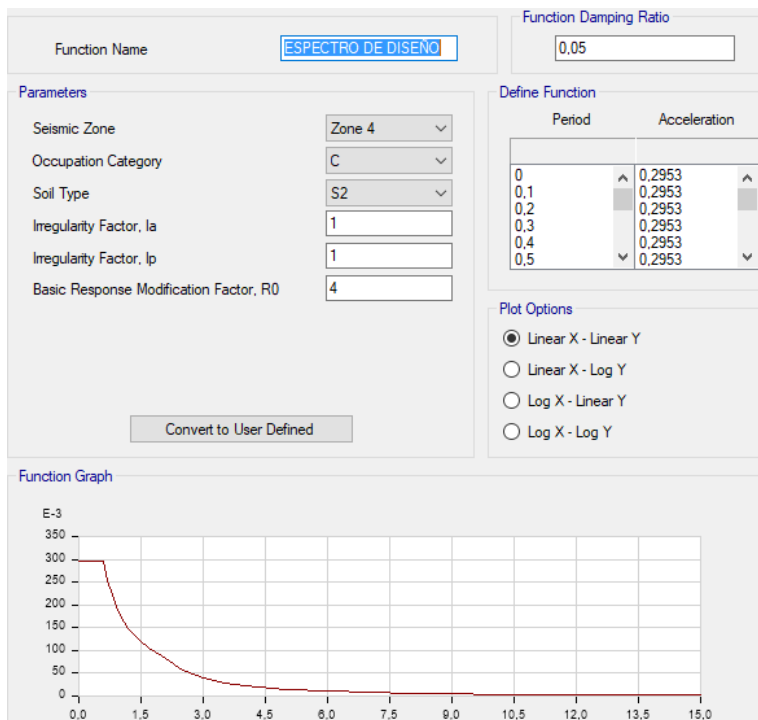


Figura 9. Asignación de Espectro de Diseño.

Fuente: elaboración propia - ETABS v.16.2.1.

Se plantea la acción de sismo en las dos direcciones global principal de la estructura X e Y.

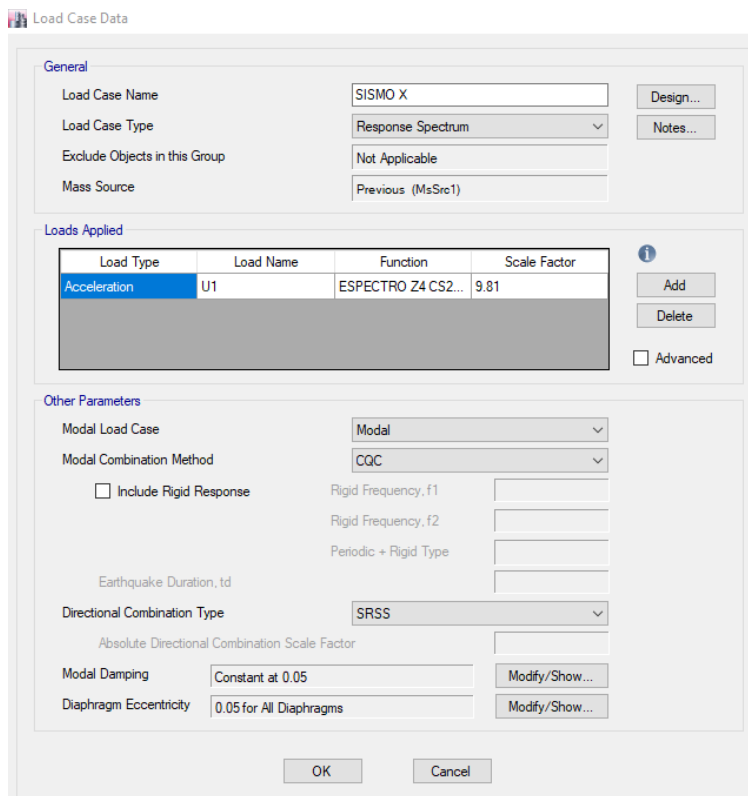


Figura 10. Métodos de combinación direccional y modal

Fuente: Elaboración propia - ETABS v.16.2.1.

Los casos de carga de sismo se definen en los ejes principales de acuerdo a los siguientes gráficos, se conoce que la norma E.030 establece la siguiente combinación de respuestas elásticas r:

$$r = 0,25 \cdot \sum_{i=1}^m |r_i| + 0,75 \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^m r_i^2} \quad \dots\dots\dots \text{Ecuación 15}$$

Alternativamente la E.030 establece que se puede emplear la **Combinación Cuadrática Completa (CQC)** de respuestas elásticas.

### Cortante dinámico en la base

La fuerza cortante dinámica en la base para ambas direcciones X-Y fue calculada en el programa ETABS v.16.2.1.

**Tabla 22.** Cortante dinámicas

Cortantes dinámicas		
Load Case/Combo	FX (tonf)	FY (tonf)
SISMO X	854.6091	0
SISMO Y	0	888.9217

Fuente: elaboración propia.

### Verificación de la fuerza cortante en la base

La norma E .030 indica que la cortante basal dinámica, para estructural regulares no debe ser menor que la cortante estática.

**Tabla 23.** Cortante dinámico y Cortante Estático

	V estática (ton)	80% V estática (ton)	V dinámico	Factor de Escala	V dinámico escalado
sismo X-X	1191.0143	952.81144	854.6091	1.114909074	952.8037
sismo Y-Y	1191.0143	952.81144	888.9217	1.071873304	952.7462

Fuente: elaboración propia.

Se aprecia que se procedió a escalar ya que no cumplió con superar el 80% del cortante estático.

$$\text{Factor de Escala : } \frac{0.8 \times V_{estatica}}{V_{Dinámica}}$$

Factor de escala en el programa:

Eje X-X: g \* 1.114

Eje Y-Y: g \* 1.0718

Load Case Data

**General**

Load Case Name: SISMO Y [Design...]

Load Case Type: Response Spectrum [Notes...]

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Mass Source: Previous (peso sismico)

**Loads Applied**

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U2	ESPECTRO Z4 CS2...	10.5144

[Add] [Delete] [Advance]

**Other Parameters**

Modal Load Case: Modal

Modal Combination Method: CQC

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1: [ ]

Rigid Frequency, f2: [ ]

Periodic + Rigid Type: [ ]

Earthquake Duration, td: [ ]

Directional Combination Type: SRSS

Absolute Directional Combination Scale Factor: [ ]

Modal Damping: Constant at 0.05 [Modify/Show...]

Diaphragm Eccentricity: 0.05 for All Diaphragms [Modify/Show...]

[OK] [Cancel]

Figura 11. Factor de Escala - Fuerza cortante Dinámico

Fuente: Elaboración propia - ETABS v.16.2.1

### Fuerza cortante por piso

Tabla 24. Cortante basal por piso (sismo X-X)

Story	Load Case/Combo	Location	VX
			tonf
Story8	SISMO X	Bottom	226.9465
Story7	SISMO X	Bottom	424.4111
Story6	SISMO X	Bottom	584.141
Story5	SISMO X	Bottom	713.9795
Story4	SISMO X	Bottom	815.4217
Story3	SISMO X	Bottom	889.3155
Story2	SISMO X	Bottom	935.599
Story1	SISMO X	Bottom	952.7462

Fuente: elaboración propia.

Tabla 25. Cortante basal por piso (sismo Y-Y)

Story	Load Case/Combo	Location	VY
			tonf
Story8	SISMO Y	Bottom	234.80
Story7	SISMO Y	Bottom	436.81
Story6	SISMO Y	Bottom	594.63
Story5	SISMO Y	Bottom	718.11
Story4	SISMO Y	Bottom	815.03
Story3	SISMO Y	Bottom	887.91
Story2	SISMO Y	Bottom	934.52
Story1	SISMO Y	Bottom	952.80

Fuente: elaboración propia.

## Masa de la Participativa

La estructura en estudio, cumple con los estándares de la norma sismorresistente en ambas direcciones. En lo cual, en un determinado número de modos de vibración, participa el 90% de la masa del edificio. considerándose para el análisis el mínimo o los tres primeros modos.

Como observamos en el cuadro siguiente, en el eje “X” a los 22 modos y para el eje “Y” a los 7 modos, ambos lograron sobrepasar el mínimo del 90 % de participativa por parte de la estructura en análisis. lo cual cumple con la norma E.030 en su artículo 4.6.1. Se puede apreciar que el periodo fundamental es 0.302 sec.

**Tabla 26.** Modos de vibración

Modos de vibración						
Case	Mode	Period sec	UX	UY	Sum UX	Sum UY
Modal	1	0.302	0.000300	0.727800	0.03%	72.78%
Modal	2	0.234	0.682800	0.000300	68.31%	72.80%
Modal	3	0.208	0.024800	0.000020	70.79%	72.81%
Modal	4	0.086	0.000036	0.151400	70.80%	87.95%
Modal	5	0.062	0.168200	0.000046	87.61%	87.95%
Modal	6	0.058	0.014900	0.000003	89.11%	87.95%
Modal	7	0.043	0.000016	0.050800	89.11%	93.03%
Modal	8	0.035	0.000000	0.000002	89.11%	93.03%
Modal	9	0.034	0.000000	0.000005	89.11%	93.03%
Modal	10	0.034	0.000001	0.000012	89.11%	93.03%
Modal	11	0.034	0.000000	0.000001	89.11%	93.03%
Modal	12	0.034	0.000002	0.000033	89.11%	93.04%
Modal	13	0.033	0.000001	0.000006	89.11%	93.04%
Modal	14	0.033	0.000001	0.000005	89.11%	93.04%
Modal	15	0.033	0.000035	0.000019	89.11%	93.04%
Modal	16	0.032	0.000100	0.000100	89.12%	93.05%
Modal	17	0.032	0.000010	0.000100	89.12%	93.05%
Modal	18	0.032	0.000004	0.000004	89.12%	93.05%
Modal	19	0.032	0.000200	0.000020	89.14%	93.05%
Modal	20	0.032	0.000700	0.000016	89.21%	93.06%
Modal	21	0.032	0.024300	0.000000	91.64%	93.06%
Modal	22	0.031	0.000100	0.000200	91.65%	93.07%
Modal	23	0.031	0.000026	0.000100	91.65%	93.08%
Modal	24	0.031	0.000600	0.001600	91.71%	93.24%

Fuente: elaboración propia.

## Desplazamientos laterales

Movimiento de la estructura de un lugar a otro de manera horizontal, ejercida por una fuerza lateral, que está en función de la masa, rigidez, altura.

**Tabla 27.** Desplazamientos laterales X-X

Nivel	Diafragma	Sismo	UX
			m
8	D8	SX max	0.02150
7	D7	SX max	0.01875
6	D6	SX max	0.01576
5	D5	SX max	0.01261
4	D4	SX max	0.00942
3	D3	SX max	0.00634
2	D2	SX max	0.00358
1	D1	SX max	0.00134

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 28.** Desplazamientos laterales Y-Y

Nivel	Diafragma	Sismo	UY
			m
8	D8	SY max	0.02865
7	D7	SY max	0.02561
6	D6	SY max	0.02208
5	D5	SY max	0.01811
4	D4	SY max	0.01383
3	D3	SY max	0.00948
2	D2	SY max	0.00536
1	D1	SY max	0.00194

Fuente: elaboración propia.

## Control de derivas

Las distorsiones de entrepiso corresponden a la deformación relativa de un nivel respecto a la posición del piso anterior, esto se calcula de la siguiente manera:

$$Drift_i = \frac{\Delta_i - \Delta_{i-1}}{H_i} \dots\dots\dots \text{Ecuación 16}$$

$\Delta_i$ : Desplazamiento del piso  $i$

$\Delta_{i-1}$ : Desplazamiento del piso  $i - 1$

$H_i$ : Altura del piso  $i$

$Drift_i$ : Distorsión del piso  $i$

**Tabla 29. Derivas dirección X-X**

Nivel	Diafragma	Sismo	UX	D.Relativo	H. entrepiso	Derivas	Derivas	Comprobación
			m	m		elastica	inelastica	
8	D8	SX max	0.007168	0.00092	2.4	0.00038	0.0011	OK
7	D7	SX max	0.00625	0.00100	2.4	0.00042	0.0012	OK
6	D6	SX max	0.005253	0.00105	2.4	0.00044	0.0013	OK
5	D5	SX max	0.004203	0.00106	2.4	0.00044	0.0013	OK
4	D4	SX max	0.003139	0.00103	2.4	0.00043	0.0013	OK
3	D3	SX max	0.002114	0.00092	2.4	0.00038	0.0012	OK
2	D2	SX max	0.001192	0.00074	2.4	0.00031	0.0009	OK
1	D1	SX max	0.000448	0.00045	2.4	0.00019	0.0006	OK

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 30. Derivas dirección Y-Y**

Nivel	Diafragma	Sismo	UX	D. Relativo	H. entrepiso	Derivas	Derivas	Comprobación
			m	m		elástica	inelástica	
8	D8	SY max	0.00955	0.00101	2.4	0.00042	0.0013	OK
7	D7	SY max	0.008537	0.00118	2.4	0.00049	0.0015	OK
6	D6	SY max	0.007361	0.00132	2.4	0.00055	0.0017	OK
5	D5	SY max	0.006037	0.00143	2.4	0.00059	0.0018	OK
4	D4	SY max	0.004611	0.00145	2.4	0.00061	0.0018	OK
3	D3	SY max	0.003159	0.00137	2.4	0.00057	0.0017	OK
2	D2	SY max	0.001786	0.00114	2.4	0.00048	0.0014	OK
1	D1	SY max	0.000646	0.00065	2.4	0.00027	0.0008	OK

Fuente: elaboración propia

Las distorsiones se calculan para efectos de los casos de sismo en la dirección global X e Y, en el modelo para muros de ductilidad limitada. Las derivas en X e Y son desplazamientos relativos reducidos, estos valores se multiplican por los 0.75 x R y los resultados son aceptables, menores a los valores máximos de 0.005 para el sistema de muros de ductilidad limitada indicado en la norma E.030.

### Centro de Masas y Rigidez

**Tabla 31. Centro de masas y rigidez**

Story	Diaphragm	Mass X	Mass Y	XCM	YCM	XCR	YCR
		tonf-s <sup>2</sup> /m	tonf-s <sup>2</sup> /m	m	m	m	m
Story8	D8	25.22968	25.22968	7.0861	11.8053	6.9523	11.3357
Story7	D7	6.66089	6.66089	6.9903	11.651	6.9466	11.3418
Story6	D6	6.66089	6.66089	6.9903	11.651	6.9413	11.3475
Story5	D5	6.66089	6.66089	6.9903	11.651	6.9337	11.3574
Story4	D4	6.66089	6.66089	6.9903	11.651	6.9201	11.3778
Story3	D3	6.66089	6.66089	6.9903	11.651	6.8962	11.4165
Story2	D2	6.66089	6.66089	6.9903	11.651	6.8576	11.484
Story1	D1	26.61668	26.61668	7.0756	11.8125	6.8147	11.5786

Fuente: elaboración propia.



### Analisis sísmico modal espectral con R=1

Los parámetros sísmicos son los mismos que se han tomado en el análisis modal espectral, a diferencia que el coeficiente de reducción (R) será 1. Para ambas direcciones X-Y. Descrito en la Norma E. 030 (Diseño sismorresistente).

$$Z= 0.45 \quad U=1 \quad C=2.5 \quad S=1.05 \quad R=1.00 \quad g = 9.81 \text{ m/ s}^2$$

**Tabla 32.** Aceleración espectral R=1 en ambas direcciones X-Y

C	T(s)	Sa (m/s <sup>2</sup> )
2.50	0.00	1.18
2.50	0.10	1.18
2.50	0.20	1.18
2.50	0.30	1.18
2.50	0.40	1.18
2.50	0.50	1.18
2.50	0.60	1.18
2.14	0.70	1.01
1.88	0.80	0.89
1.67	0.90	0.79
1.50	1.00	0.71
1.36	1.10	0.64
1.25	1.20	0.59
1.15	1.30	0.55
1.07	1.40	0.51
1.00	1.50	0.47
0.94	1.60	0.44
0.88	1.70	0.42
0.83	1.80	0.39
0.79	1.90	0.37
0.75	2.00	0.35
0.48	2.50	0.23
0.33	3.00	0.16
0.24	3.50	0.12
0.19	4.00	0.09
0.15	4.50	0.07
0.12	5.00	0.06
0.08	6.00	0.04
0.06	7.00	0.03
0.05	8.00	0.02
0.04	9.00	0.02
0.03	10.00	0.01

Fuente: elaboración propia.

Con los parámetros sísmicos se realiza el cálculo del espectro objetivo de diseño.

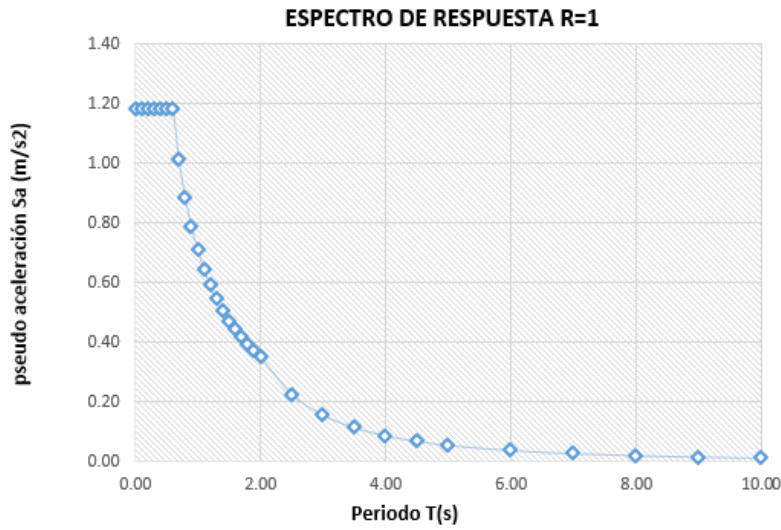


Figura 12. Espectro de Respuesta R=1

Fuente: Elaboración propia.

### Control de derivas

Tabla 33. Derivas dirección X-X

Nivel	Diafragma	Sismo	UX	D. Relativo	H. entrepiso	Derivas inelástica	Comprobación < 0,005
			M	m			
8	D8	SX max	0.02741895	0.00349	2.4	0.0015	OK
7	D7	SX max	0.02392659	0.00380	2.4	0.0016	OK
6	D6	SX max	0.02013012	0.00401	2.4	0.0017	OK
5	D5	SX max	0.01611783	0.00407	2.4	0.0017	OK
4	D4	SX max	0.01204668	0.00393	2.4	0.0016	OK
3	D3	SX max	0.00811287	0.00354	2.4	0.0015	OK
2	D2	SX max	0.00457146	0.00285	2.4	0.0012	OK
1	D1	SX max	0.00171675	0.00172	2.4	0.0007	OK

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34. Derivas dirección Y-Y

Nivel	Diafragma	Sismo	UY	D.Relativo	H. entrepiso	Derivas inelastica	Comprobación < 0,005
			m	m			
8	D8	SY max	0.03779	0.00401	2.4	0.0017	OK
7	D7	SY max	0.03378	0.00464	2.4	0.0019	OK
6	D6	SY max	0.02914	0.00523	2.4	0.0022	OK
5	D5	SY max	0.02391	0.00564	2.4	0.0024	OK
4	D4	SY max	0.01827	0.00575	2.4	0.0024	OK
3	D3	SY max	0.01252	0.00544	2.4	0.0023	OK
2	D2	SY max	0.00707	0.00451	2.4	0.0019	OK
1	D1	SY max	0.00256	0.00256	2.4	0.0011	OK

Fuente: Elaboración propia

## Comprobación de sismos escalados

**Tabla 35.** Resumen de Derivas para verificar escalado de sismos X-X

Derivas tiempo historia En X-X								
Story	Modal	1966		1970		1974		Comprobación < 0,005
	espectral R=1	Caso 1	caso 2	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2	
8	0.0015	0.0013	0.0014	0.0014	0.0012	0.0014	0.0013	OK
7	0.0016	0.0015	0.0016	0.0016	0.0013	0.0016	0.0014	OK
6	0.0017	0.0016	0.0016	0.0016	0.0014	0.0016	0.0015	OK
5	0.0017	0.0016	0.0017	0.0017	0.0015	0.0017	0.0015	OK
4	0.0016	0.0016	0.0016	0.0016	0.0015	0.0016	0.0015	OK
3	0.0015	0.0014	0.0015	0.0015	0.0014	0.0015	0.0014	OK
2	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	OK
1	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	OK

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 36.** Resumen de Derivas para verificar escalado de sismos Y-Y

Derivas tiempo historia En Y-Y								
Story	Modal	1966		1970		1974		Comprobación < 0,005
	espectral R=1	Caso 1	caso 2	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2	
8	0.0017	0.0019	0.0021	0.0016	0.0022	0.0018	0.0026	OK
7	0.0019	0.0023	0.0025	0.0019	0.0026	0.0021	0.0030	OK
6	0.0022	0.0026	0.0028	0.0022	0.0029	0.0023	0.0034	OK
5	0.0024	0.0029	0.0030	0.0024	0.0029	0.0026	0.0038	OK
4	0.0024	0.0029	0.0028	0.0025	0.0028	0.0026	0.0040	OK
3	0.0023	0.0029	0.0028	0.0024	0.0028	0.0025	0.0039	OK
2	0.0019	0.0025	0.0024	0.0021	0.0024	0.0021	0.0034	OK
1	0.0011	0.0015	0.0015	0.0012	0.0014	0.0012	0.0020	OK

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar en las tablas (29-30) que las derivas obtenidas con el análisis tiempo-historia (en los casos 1- 2) se asemejan a las derivas obtenidas en el análisis dinámico espectral con R=1, lo que demuestra que los escalamientos de los registros sísmicos son correctos en sus dos direcciones EW – NS.

### 3.3.2 Tiempo historia

Los registros sísmicos fueron tomados en suelos con las mismas características sobre la cual se proyecta la estructura (Villarreal Castro, 2016).

Registros sísmicos:

**Tabla 37.** *Registros sísmicos*

Sismo	Ubicación de la estación
31 Mayo 1970 (Lima)	Parque de la reserva, Cercado de Lima, Lima
09 noviembre 1974 (Lima)	Universidad nacional agraria de la molina, lima
17 de octubre 1966 (Lima)	Parque de la Reserva, Cercado de Lima, Lima

Fuente: Elaboración propia.

### **Corrección de sismos**

Los sismos se procedieron a corregir en el programa SEISMOSIGNAL, para realizar la corrección por línea base, filtrado de la señal. (Casana Marino, 2018).

### **De línea base**

Este método se emplea para evitar la desviación de los acelerogramas del centro, haciendo uso de una corrección de factor a factor igual a la aritmética común del signo al acelerograma.

### **Filtrado de la señal**

Es un procedimiento computacional o cálculo que cambia sobre una disposición de números a los que se dirige la señal de información en otra agrupación a la que se dirige la señal de rendimiento. El procedimiento de cribado se utiliza para expulsar las partes de recurrencia no deseadas para un signo dado, el clamor de alta y baja recurrencia que ocurre en los lugares de alistamiento, debido a componentes, por ejemplo, el paso del

vehículo, la conmoción que abarca, y así sucesivamente. primer signo se superpone otro signo de cierto nivel que puede ocultar atributos notables del mismo.

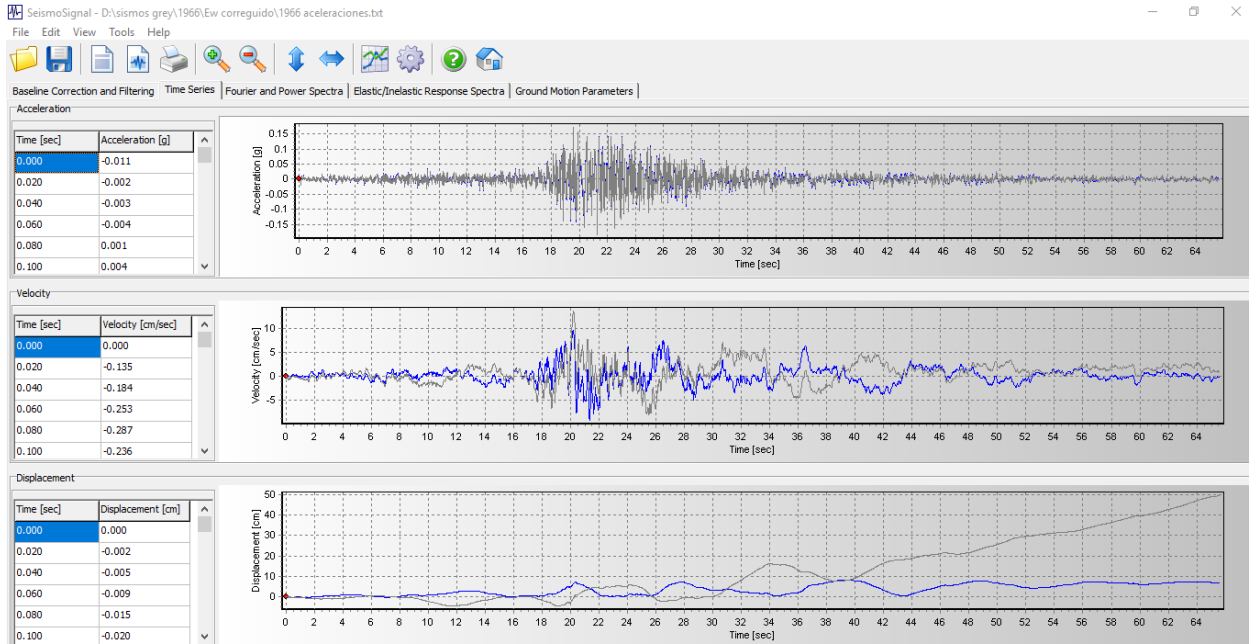
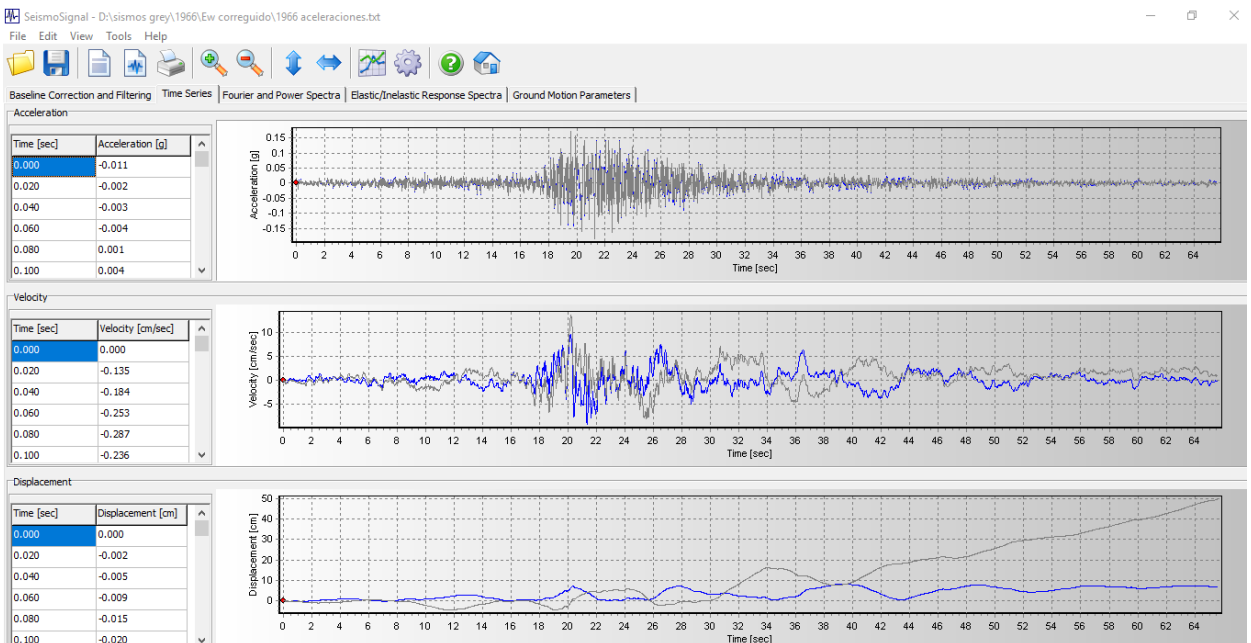


Figura 13. Sismo 1966 corregido E-W

Fuente: Elaboración propia.

Figura 14. sismo 1966 corregido N-S



Fuente: Elaboración propia.

## Escalamiento de sismos

Se escalan los acelerogramas ya corregidos, al espectro de diseño, con el software SeismoMatch.

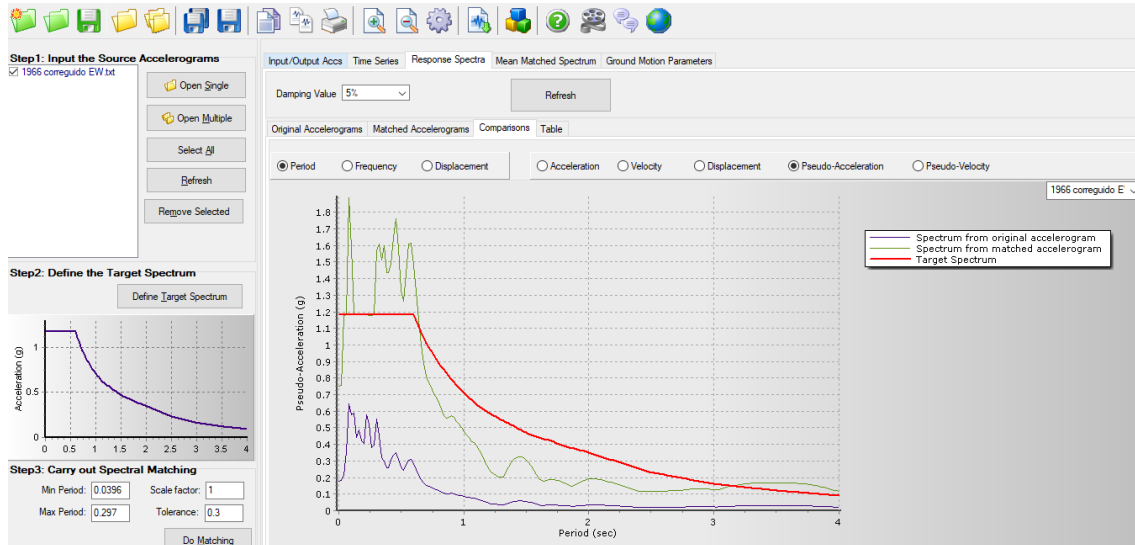


Figura 15. Sismo 1966 Escalado E-W Espectro de diseño (color Rojo), espectro escalado (color verde)

Fuente: Elaboración propia.

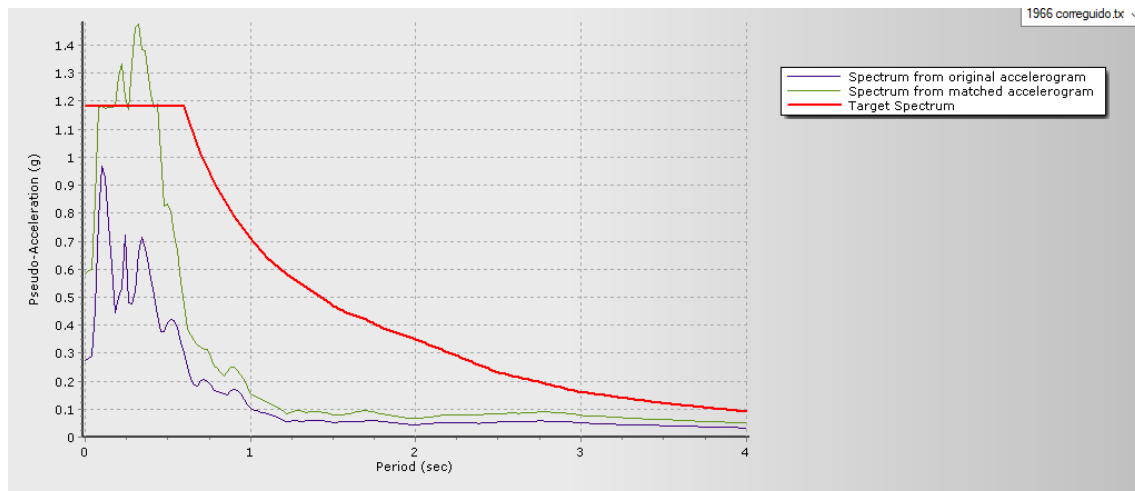


Figura 16. Sismo 1966 Escalado N-S Espectro de diseño (color Rojo), espectro escalado (color verde)

Fuente: Elaboración propia.

El análisis dinámico tiempo historia se realizó siguiendo los parámetros indicados en la norma E-030 2018, cada conjunto de registro sísmico se analizó en dos componentes (NS- EW), escalados al espectro objetivo y aplicados en fuerzas horizontales como la siguiente imagen:

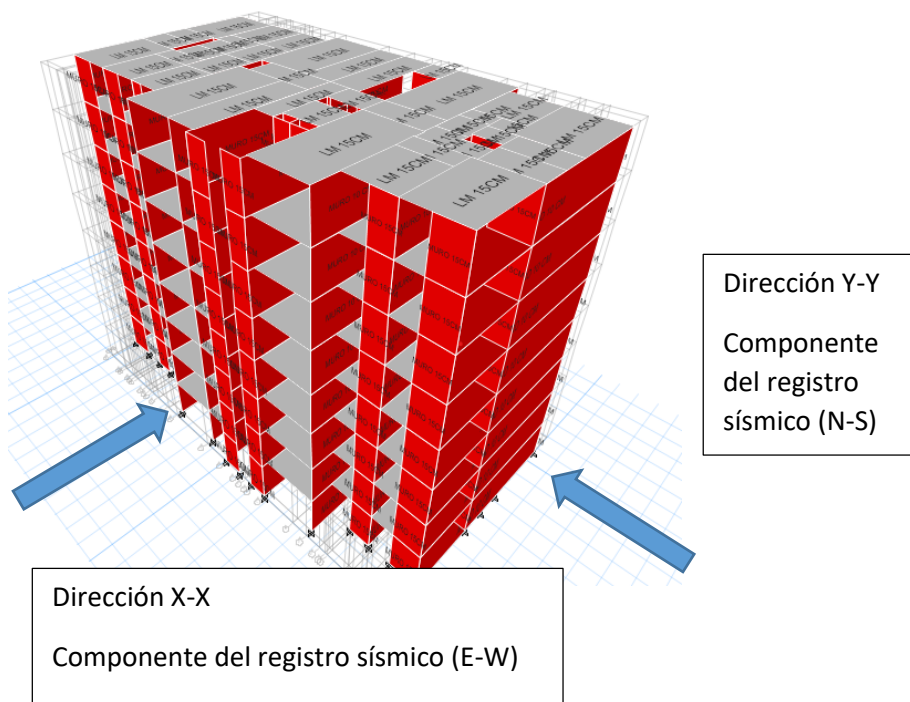


Figura 17. Primer Caso de Análisis en X (E-W) y Y (N-S)

Fuente: Elaboración propia.

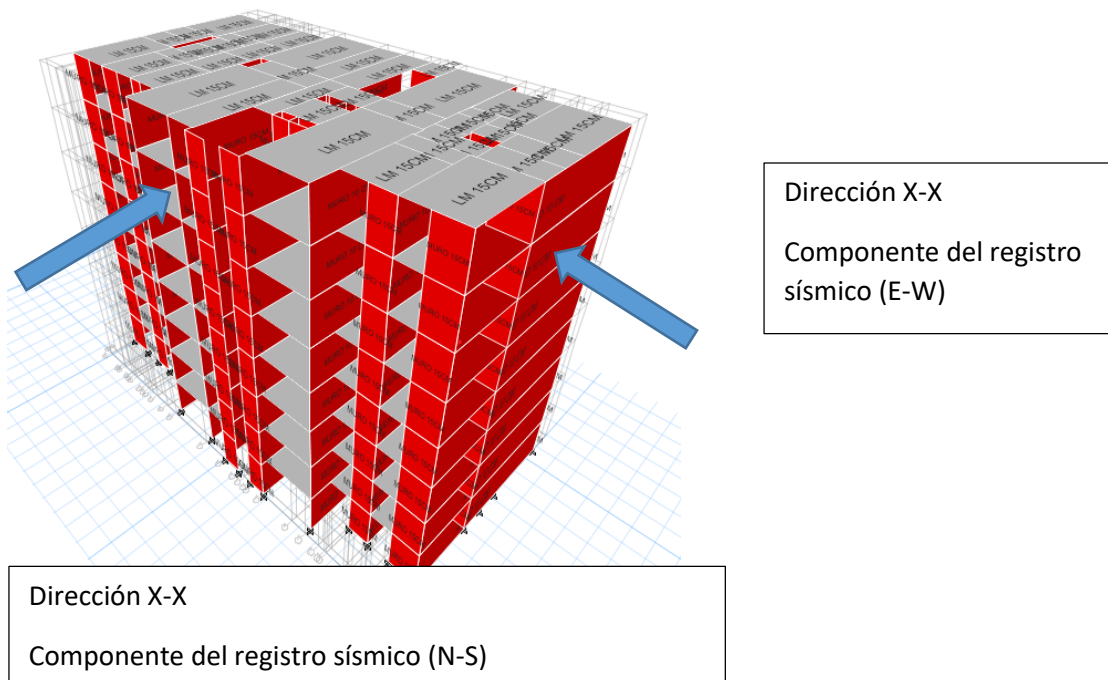


Figura 18. Primer Caso de Análisis en X (N-S) y Y (E-W)

Fuente: Elaboración propia.

Cada registro sísmico se analizó por separado, cuando la componente es E-W el registro actúa en el eje X, y la componente N-S en el eje Y.

Una vez obtenidos todos los registros sísmicos escalados en sus respectivas componentes, se procede a ejecutar en el programa ETABS.

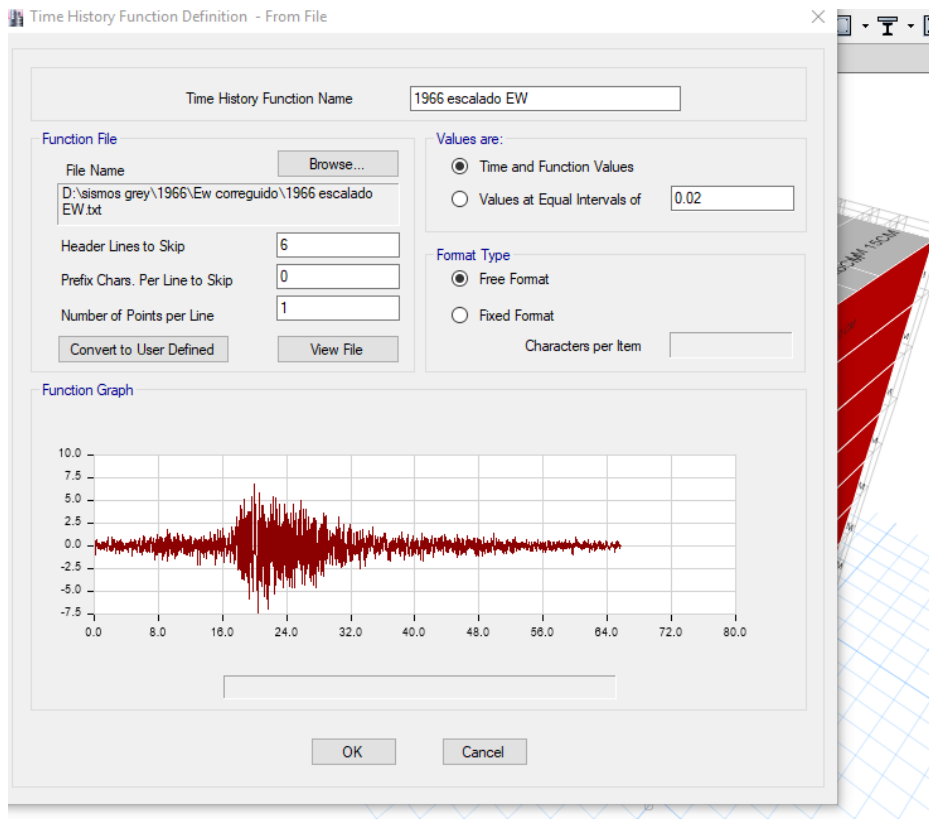


Figura 19. Análisis tiempo historia (1966- EW)

Fuente: Elaboración propia.

### Fuerzas cortantes por piso

Tabla 38. Fuerza cortante X-X

Cortantes tiempo historia X-X						
Story	1966		1970		1974	
	Caso 1	caso 2	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2
8	92.44	99.06	68.26	77.91	82.00	76.35
7	163.05	181.07	118.69	145.37	157.28	145.25
6	203.30	238.33	160.89	203.29	218.80	200.38
5	240.46	276.77	192.62	253.20	265.62	241.64
4	273.54	298.01	220.83	293.65	305.17	269.92
3	302.57	342.30	254.46	323.84	339.95	296.65
2	329.40	371.08	277.66	342.49	363.61	313.16
1	340.19	382.44	287.24	349.57	372.81	319.27

Fuente: Elaboración propia.



**Tabla 39.** Fuerza cortante Y-Y

cortantes en modal Vs tiempo historia Y-Y						
Story	1966		1970		1974	
	Caso 1	caso 2	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2
8	111.69	137.70	97.24	77.26	85.76	133.79
7	197.09	249.41	172.31	147.98	162.90	258.19
6	254.00	323.23	216.23	207.00	223.13	362.58
5	282.95	365.72	247.92	265.80	264.38	450.17
4	341.49	419.42	286.66	325.87	286.83	524.23
3	393.73	476.45	312.52	382.37	294.45	583.70
2	435.94	520.19	326.09	423.78	301.38	622.94
1	451.54	536.28	330.34	440.21	307.99	637.44

Fuente: Elaboración propia

**Desplazamientos laterales****Tabla 40.** Desplazamientos laterales X-X

Desplazamientos tiempo historia En X-X						
Story	1966		1970		1974	
	Caso 1	caso 2	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2
8	0.025876	0.0271	0.026994	0.024328	0.02726	0.024884
7	0.022662	0.023686	0.023577	0.021445	0.023838	0.021857
6	0.019164	0.019964	0.019851	0.018363	0.020107	0.018575
5	0.015444	0.016023	0.015899	0.015032	0.01615	0.015082
4	0.011622	0.012000	0.011869	0.011516	0.012108	0.011464
3	0.00788	0.008096	0.007973	0.00796	0.008179	0.007867
2	0.004463	0.004562	0.00447	0.004602	0.004618	0.004516
1	0.001681	0.001713	0.001667	0.001775	0.001736	0.001726

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 41.** Desplazamientos laterales Y-Y

Desplazamientos tiempo historia En Y-Y						
Story	1966		1970		1974	
	Caso 1	caso 2	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2
8	0.047001	0.047463	0.038879	0.047783	0.041049	0.062828
7	0.042356	0.0424	0.034998	0.042415	0.036789	0.056609
6	0.036862	0.036464	0.030419	0.036145	0.031838	0.049365
5	0.030568	0.029771	0.025228	0.029208	0.026212	0.041088
4	0.023619	0.022585	0.019543	0.022332	0.020088	0.031941
3	0.016572	0.015974	0.013605	0.015569	0.013793	0.022303
2	0.009725	0.009338	0.007822	0.00896	0.007806	0.01285
1	0.003633	0.003485	0.002869	0.003288	0.002812	0.004713

Fuente: Elaboración propia.

## Control de derivas

A través del software Etabs 2016 se extraen las derivas inelásticas, lo cual se multiplica por 0.75 por el factor de reducción.

**Tabla 42.** Derivas dirección X-X

Derivas tiempo historia En X-X							
Story	1966		1970		1974		Comprobación < 0,005
	Caso 1	caso 2	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2	
8	0.0013	0.0014	0.0014	0.0012	0.0014	0.0013	OK
7	0.0015	0.0016	0.0016	0.0013	0.0016	0.0014	OK
6	0.0016	0.0016	0.0016	0.0014	0.0016	0.0015	OK
5	0.0016	0.0017	0.0017	0.0015	0.0017	0.0015	OK
4	0.0016	0.0016	0.0016	0.0015	0.0016	0.0015	OK
3	0.0014	0.0015	0.0015	0.0014	0.0015	0.0014	OK
2	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	OK
1	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	OK

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 43.** Derivas en dirección Y-Y

Derivas tiempo historia En Y-Y							
Story	1966		1970		1974		Comprobación < 0,005
	Caso 1	caso 2	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2	
8	0.0019	0.0021	0.0016	0.0022	0.0018	0.0026	OK
7	0.0023	0.0025	0.0019	0.0026	0.0021	0.0030	OK
6	0.0026	0.0028	0.0022	0.0029	0.0023	0.0034	OK
5	0.0029	0.0030	0.0024	0.0029	0.0026	0.0038	OK
4	0.0029	0.0028	0.0025	0.0028	0.0026	0.0040	OK
3	0.0029	0.0028	0.0024	0.0028	0.0025	0.0039	OK
2	0.0025	0.0024	0.0021	0.0024	0.0021	0.0034	OK
1	0.0015	0.0015	0.0012	0.0014	0.0012	0.0020	OK

Fuente: Elaboración propia.

## Comparación de resultados

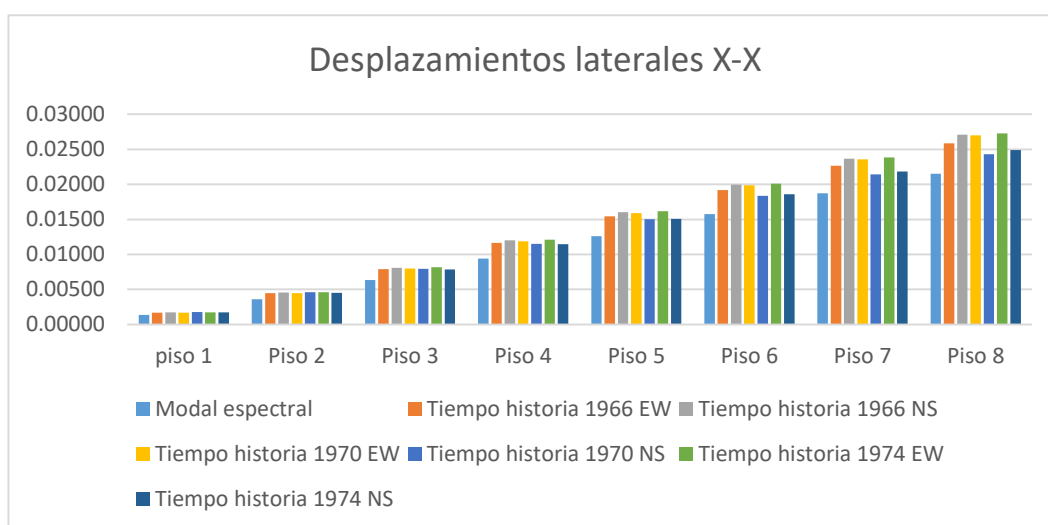
### Desplazamientos laterales

A continuación, se muestra la comparación de los desplazamientos laterales del modal espectral Vs tiempo historia.

**Tabla 44.** Desplazamientos laterales modal espectral Vs tiempo historia X-X

Desplazamientos laterales En X-X							
Story	Modal Espectral	Tiempo historia					
		1966		1970		1974	
		Ew	NS	EW	NS	EW	NS
8	0.02150	0.025876	0.0271	0.026994	0.024328	0.02726	0.024884
7	0.01875	0.022662	0.023686	0.023577	0.021445	0.023838	0.021857
6	0.01576	0.019164	0.019964	0.019851	0.018363	0.020107	0.018575
5	0.01261	0.015444	0.016023	0.015899	0.015032	0.01615	0.015082
4	0.00942	0.011622	0.012000	0.011869	0.011516	0.012108	0.011464
3	0.00634	0.00788	0.008096	0.007973	0.00796	0.008179	0.007867
2	0.00358	0.004463	0.004562	0.00447	0.004602	0.004618	0.004516
1	0.00134	0.001681	0.001713	0.001667	0.001775	0.001736	0.001726

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 20.** Comparación de Desplazamientos laterales modal espectral Vs tiempo historia X

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 45.** Variación de Desplazamientos laterales modal espectral Vs tiempo historia X-X

Story	Modal Espectral	Tiempo historia 1966 X-X	
		EW	% de Reducción
8	0.02150	0.025876	17%
7	0.01875	0.022662	17%
6	0.01576	0.019164	18%
5	0.01261	0.015444	18%
4	0.00942	0.011622	19%
3	0.00634	0.00788	20%
2	0.00358	0.004463	20%
1	0.00134	0.001681	20%

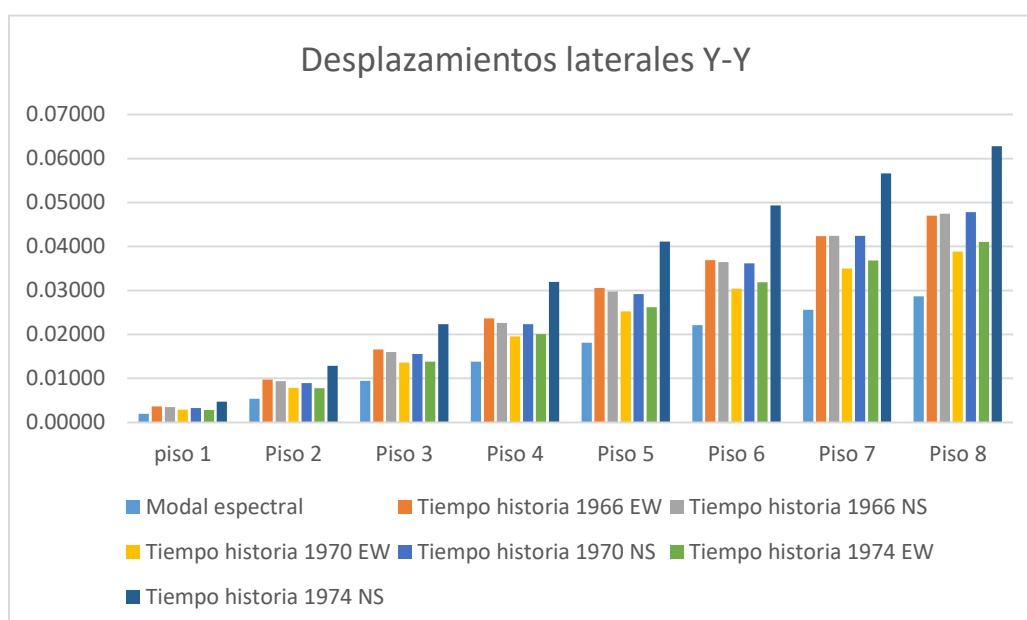
Fuente: Elaboración propia

Se tomó como muestra el sismo 1966 EW para compararlo con el modal espectral; y poder determinar el porcentaje de Variación uno respecto al otro.

**Tabla 46.** Desplazamientos laterales modal espectral Vs tiempo historia Y-Y

Desplazamientos laterales En Y-Y							
Story	Modal Espectral	Tiempo historia					
		1966		1970		1974	
		EW	NS	EW	NS	EW	NS
8	0.02865	0.047001	0.047463	0.038879	0.047783	0.041049	0.062828
7	0.02561	0.042356	0.0424	0.034998	0.042415	0.036789	0.056609
6	0.02208	0.036862	0.036464	0.030419	0.036145	0.031838	0.049365
5	0.01811	0.030568	0.029771	0.025228	0.029208	0.026212	0.041088
4	0.01383	0.023619	0.022585	0.019543	0.022332	0.020088	0.031941
3	0.00948	0.016572	0.015974	0.013605	0.015569	0.013793	0.022303
2	0.00536	0.009725	0.009338	0.007822	0.00896	0.007806	0.01285
1	0.00194	0.003633	0.003485	0.002869	0.003288	0.002812	0.004713

Fuente: Elaboración propia



**Figura 21.** Comparación de Desplazamientos laterales modal espectral Vs tiempo historia Y-Y

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 47.** Variación de Desplazamientos laterales modal espectral Vs tiempo historia Y-Y

Story	Modal Espectral	Tiempo historia 1966 Y-Y	
		EW	% de Reducción
8	0.02865	0.047001	39%
7	0.02561	0.042356	40%
6	0.02208	0.036862	40%
5	0.01811	0.030568	41%
4	0.01383	0.023619	41%
3	0.00948	0.016572	43%
2	0.00536	0.009725	45%
1	0.00194	0.003633	47%

Fuente: Elaboración propia.

Se logra observar en las tablas 43-45 en las direcciones X-Y que el análisis tiempo historia, sus desplazamientos laterales son mayores en relación al modal espectral.

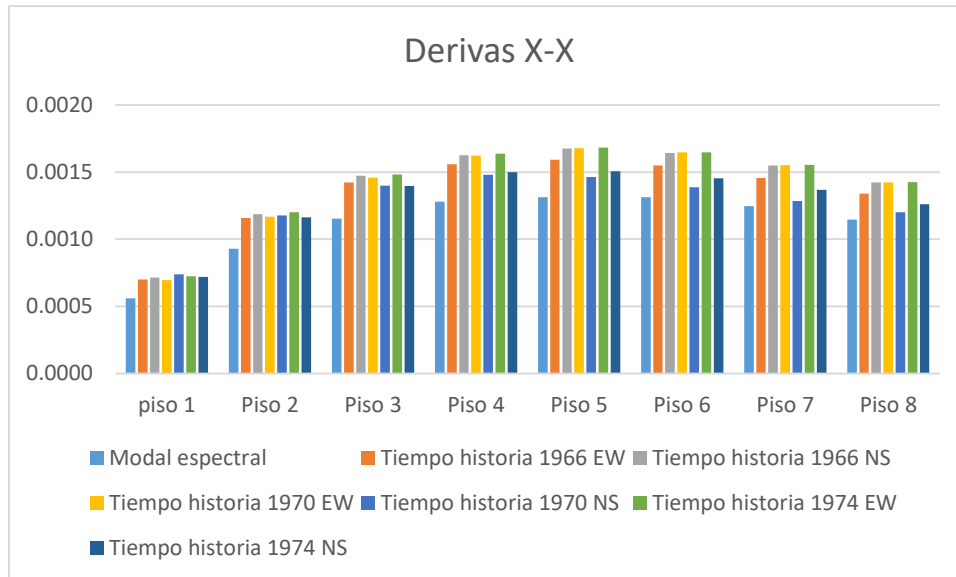
### Derivas

Se muestra a continuación las derivas que han sido comparadas entre el modal espectral y tiempo historia.

**Tabla 48.** Deriva modal espectral Vs tiempo historia X-X

Derivas en X-X								
Story	modal espectral	1966		1970		1974		Comprobación < 0,005
		EW	NS	EW	NS	EW	Ns	
8	0.0011	0.0013	0.0014	0.0014	0.0012	0.0014	0.0013	OK
7	0.0012	0.0015	0.0016	0.0016	0.0013	0.0016	0.0014	OK
6	0.0013	0.0016	0.0016	0.0016	0.0014	0.0016	0.0015	OK
5	0.0013	0.0016	0.0017	0.0017	0.0015	0.0017	0.0015	OK
4	0.0013	0.0016	0.0016	0.0016	0.0015	0.0016	0.0015	OK
3	0.0012	0.0014	0.0015	0.0015	0.0014	0.0015	0.0014	OK
2	0.0009	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	OK
1	0.0006	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	OK

Fuente: Elaboración propia



*Figura 22.* Comparación de Derivas modal espectral Vs tiempo historia X-X

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 49.** Variación de Derivas modal espectral Vs tiempo historia X-X

Story	Modal Espectral	Tiempo historia 1966 X-X	
		EW	% de Reducción
8	0.0011	0.0013	14%
7	0.0012	0.0015	14%
6	0.0013	0.0016	15%
5	0.0013	0.0016	16%
4	0.0013	0.0016	18%
3	0.0012	0.0014	19%
2	0.0009	0.0012	20%
1	0.0006	0.0007	20%

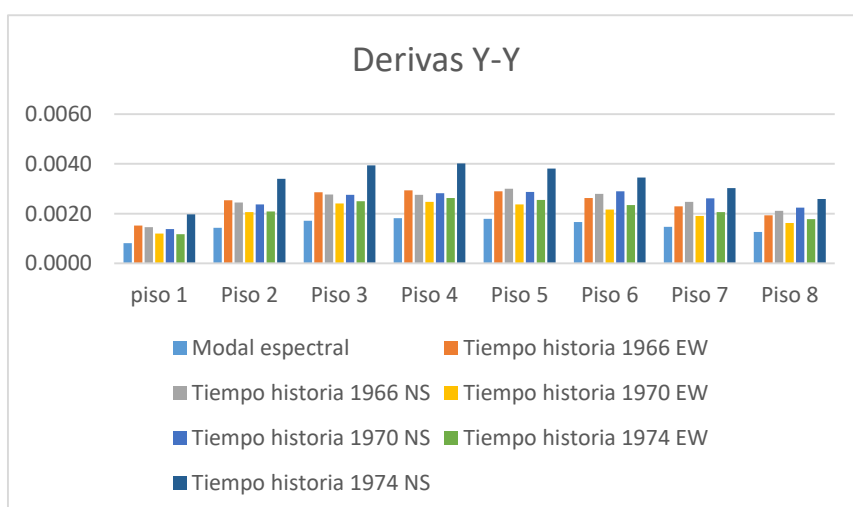
Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 50.** Deriva modal espectral Vs tiempo historia Y-Y

Derivas en Y-Y								
Story	Modal	1966		1970		1974		Comprobación < 0,005
	espectral	EW	Ns	EW	Caso 2	EW	Ns	
8	0.0013	0.0019	0.0021	0.0016	0.0022	0.0018	0.0026	OK
7	0.0015	0.0023	0.0025	0.0019	0.0026	0.0021	0.0030	OK
6	0.0017	0.0026	0.0028	0.0022	0.0029	0.0023	0.0034	OK
5	0.0018	0.0029	0.0030	0.0024	0.0029	0.0026	0.0038	OK
4	0.0018	0.0029	0.0028	0.0025	0.0028	0.0026	0.0040	OK
3	0.0017	0.0029	0.0028	0.0024	0.0028	0.0025	0.0039	OK
2	0.0014	0.0025	0.0024	0.0021	0.0024	0.0021	0.0034	OK
1	0.0008	0.0015	0.0015	0.0012	0.0014	0.0012	0.0020	OK

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar en las tablas 47-49, que las derivas en las direcciones X-Y del analisis dinámico modal varían respecto al analisis tiempo historia.



**Figura 23.** Comparación de Derivas modal espectral Vs tiempo historia Y-Y

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 51.** Variación de Derivas modal espectral Vs tiempo historia Y-Y

Story	Modal	Tiempo historia 1966 Y-Y	
	Espectral	EW	% de Reducción
8	0.0013	0.0019	35%
7	0.0015	0.0023	36%
6	0.0017	0.0026	37%
5	0.0018	0.0029	38%
4	0.0018	0.0029	38%
3	0.0017	0.0029	40%
2	0.0014	0.0025	44%
1	0.0008	0.0015	47%

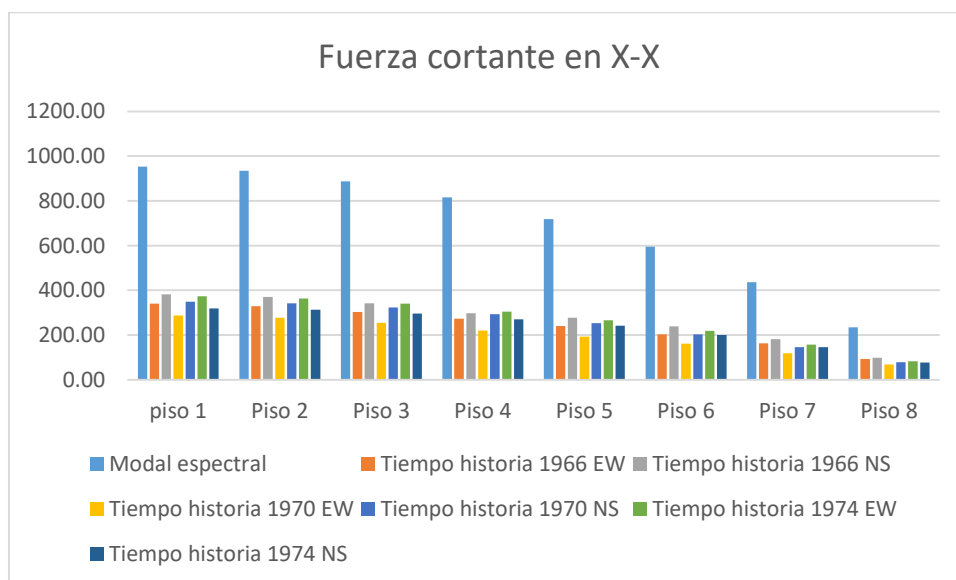
Fuente: Elaboración propia

### Fuerzas cortantes

**Tabla 52.** Fuerza cortante modal espectral Vs tiempo historia X-X

Fuerzas cortantes X-X							
Story	modal espectral	1966		1970		1974	
		Caso 1	caso 2	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2
8	234.80	92.44	99.06	68.26	77.91	82.00	76.35
7	436.81	163.05	181.07	118.69	145.37	157.28	145.25
6	594.63	203.30	238.33	160.89	203.29	218.80	200.38
5	718.11	240.46	276.77	192.62	253.20	265.62	241.64
4	815.03	273.54	298.01	220.83	293.65	305.17	269.92
3	887.91	302.57	342.30	254.46	323.84	339.95	296.65
2	934.52	329.40	371.08	277.66	342.49	363.61	313.16
1	952.80	340.19	382.44	287.24	349.57	372.81	319.27

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 24.** Comparación de Fuerzas cortantes modal espectral Vs tiempo historia X-X

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 53.** Variación de Fuerzas cortantes modal espectral Vs tiempo historia X-X

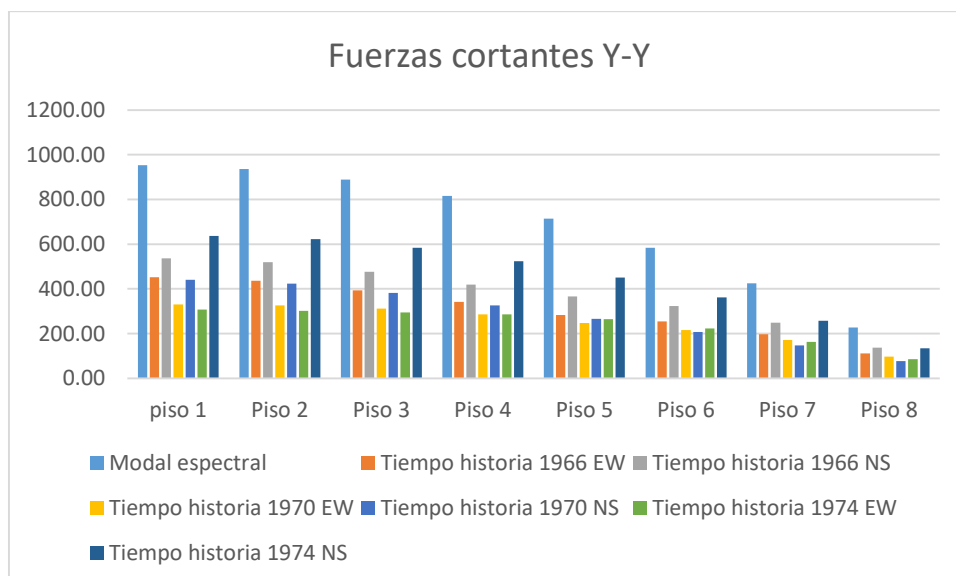
Story	Modal	Tiempo historia 1966 X-X	
	Espectral	EW	% de Reducción
8	234.80	92.44	61%
7	436.81	163.05	63%
6	594.63	203.30	66%
5	718.11	240.46	67%
4	815.03	273.54	66%
3	887.91	302.57	66%
2	934.52	329.40	65%
1	952.80	340.19	64%

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 54.** Fuerza cortante modal espectral Vs tiempo historia Y-Y

Fuerzas cortantes Y-Y							
Story	modal espectral	1966		1970		1974	
		Caso 1	caso 2	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2
8	226.95	111.69	137.70	97.24	77.26	85.76	133.79
7	424.41	197.09	249.41	172.31	147.98	162.90	258.19
6	584.14	254.00	323.23	216.23	207.00	223.13	362.58
5	713.98	282.95	365.72	247.92	265.80	264.38	450.17
4	815.42	341.49	419.42	286.66	325.87	286.83	524.23
3	889.32	393.73	476.45	312.52	382.37	294.45	583.70
2	935.60	435.94	520.19	326.09	423.78	301.38	622.94
1	952.75	451.54	536.28	330.34	440.21	307.99	637.44

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 25.** Cuadro comparativo de Fuerzas cortantes modal espectral Vs tiempo historia Y-Y

Fuente: Elaboración propia



**Tabla 55.** Variación de Fuerzas cortantes modal espectral Vs tiempo historia Y-Y

Story	Modal	Tiempo historia 1966 Y-Y	
	Espectral	EW	% de Reducción
8	226.95	111.69	51%
7	424.41	197.09	54%
6	584.14	254.00	57%
5	713.98	282.95	60%
4	815.42	341.49	58%
3	889.32	393.73	56%
2	935.60	435.94	53%
1	952.75	451.54	53%

Fuente: Elaboración propia.

al realizar el análisis comparativo de las fuerzas cortantes, se pudo observar que varían entre sí; es decir las fuerzas del análisis modal espectral son mayores en relación al tiempo historia.

### 3.4. Contrastación de Hipótesis

**3.4.1. Contrastación de hipótesis:** Comparar los desplazamientos laterales entre el análisis tiempo historia y análisis dinámico modal espectral de una estructura con muros de ductilidad limitada Villa El Salvador-2019.

- Hipótesis nula: Los desplazamientos laterales obtenidos por el análisis dinámico tiempo historia no son favorables respecto al análisis dinámico modal espectral de una estructura con muros de ductilidad limitada Villa El Salvador-2019.
- Hipótesis Alterna: Los desplazamientos laterales obtenidos por el análisis dinámico modal espectral son favorables respecto al análisis dinámico tiempo historia de una estructura con muros de ductilidad limitada Villa El Salvador-2019.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se determina que los desplazamientos laterales del tiempo historia son valores favorables respecto a los valores del modal espectral. Lo cual varían en un ratio de 20% en dirección X y 47% en dirección Y, por lo tanto, se acepta la Hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula.

**3.4.2. Contrastación de hipótesis:** Comparar las derivas entre el análisis tiempo historia y análisis dinámico modal espectral de una estructura con muros de ductilidad limitada Villa El Salvador-2019.

- Hipótesis nula: Las derivas obtenidas por el análisis dinámico tiempo historia no son favorables respecto al análisis dinámico modal espectral de una estructura con muros de ductilidad limitada Villa El Salvador-2019.
- Hipótesis Alternativa: Las derivas obtenidas por el análisis dinámico tiempo historia son favorables respecto al análisis dinámico modal espectral de una estructura con muros de ductilidad limitada Villa El Salvador-2019.

Con los resultados obtenidos, se determina que las derivas del análisis tiempo historia son valores favorables respecto a los valores del modal espectral. Lo cual varían en una ratio de 20% en dirección X y 47% en dirección Y, por lo tanto, se acepta la Hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula.

**3.4.2. Contrastación de hipótesis:** Comparar las fuerzas cortantes en la base entre el análisis tiempo historia y análisis dinámico modal espectral de una estructura con muros de ductilidad limitada Villa El Salvador-2019.

- Hipótesis nula: Las fuerzas cortantes en la base obtenidas por el análisis dinámico tiempo historia no son favorables respecto al análisis dinámico modal espectral de una estructura con muros de ductilidad limitada Villa El Salvador-2019.
- Hipótesis Alternativa: Las fuerzas cortantes en la base obtenidas por el análisis dinámico tiempo historia son favorables respecto al análisis dinámico modal espectral de una estructura con muros de ductilidad limitada Villa El Salvador-2019.

Con los resultados obtenidos, se determina que las fuerzas cortantes en la base del tiempo historia son valores favorables respecto a los valores de modal espectral. Lo cual varían en una ratio de 67% en dirección X y 60% en dirección Y, por lo tanto, se acepta la Hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula.

#### IV. **Discusión**

- Espinoza Villafane y Quinto De la cruz (2018). En su tesis estudio comparativo de respuestas sísmicas entre modal espectral y tiempo historia aplicado a un edificio 16 pisos en el distrito de Magdalena del Mar-2018. Concluye que las respuestas sísmicas del análisis tiempo historia son mayores en relación al análisis modal espectral; cuando menciona respuestas sísmicas hace referencia a los desplazamientos, lo cual concuerda con esta tesis completada donde logramos obtener que los desplazamientos laterales del tiempo historia son más prominentes; Difieren en un 47% y 20%.
- Esta investigación tuvo como objetivo Analizar y comparar las derivas entre el análisis modal espectral y análisis dinámico tiempo historia de una estructura con muros de ductilidad limitada, donde los valores de desplazamientos, derivas y fuerzas cortantes por el método tiempo historia superan al método modal espectral considerablemente. Esto reafirma Mendoza Linares (2017). En su tesis “comparación entre el método estático y el método dinámico (Modal espectral y tiempo historia) aplicados en una edificación multifamiliar de cuatro niveles de albañilería confinada en la ciudad de Cajamarca” sostiene que los valores por el método tiempo historia superan al método modal espectral en su análisis de resultados.
- De acuerdo a los resultados de fuerzas cortantes obtenidas, el análisis tiempo historia posee menos valores en relación al modal espectral, varían entre un 51% y 67%, lo cual concuerda con lo mencionado por Gallegos Vicente (2018). En su tesis Comparación de los métodos de análisis sísmico tiempo historia lineal elástico y modal espectral.

## V. Conclusiones

- Se realizó el análisis dinámico comparativo modal espectral y análisis dinámico tiempo historia de una estructura con muros de ductilidad limitada, donde se determinó que el análisis tiempo historia resultó más favorable en relación al análisis dinámico tiempo historia debido a que presenta valores más próximos a los que estipula la norma E.030.
- Se comparó los desplazamientos laterales entre el análisis tiempo historia y análisis dinámico modal espectral de una estructura con muros de ductilidad limitada. Donde se determinó que los desplazamientos laterales obtenidos en el análisis dinámico tiempo historia posee una variación de 20% en dirección X y 47% en dirección Y. (según las tablas 45- 47). Sismo de 1966 (caso 1) lo cual se tomó como ejemplo respecto al análisis modal espectral. Cuyos resultados resultaron favorables debido a que se obtuvieron datos más cercanos a los parámetros determinados por la Norma. Lo cual la separación sísmica de la estructura está dentro del rango permitido, lo que le proporcionara a la estructura seguridad, para evitar cualquier contacto entre otro edificio durante un evento sísmico.
- Se comparó las derivas entre el análisis tiempo historia y análisis dinámico modal espectral de una estructura con muros de ductilidad limitada, se determinó que las derivas del análisis tiempo historia tienen una ratio de variación de 20% en dirección X y 47% en dirección Y. (según las tablas 49- 51). Sismo de 1966 (caso 1) lo cual se tomó como ejemplo respecto al análisis modal espectral. Dichos resultados resultaron más favorables debido a que proporciona resultados más cercanos a los parámetros de distorsión de 0.005 para muros de ductilidad limitada, tal y como lo estipula la Norma E.030(Diseño sismorresistente). Y al obtener derivas cercanas nos da la seguridad que la estructura no sufrirá mayores distorsiones ya que está dentro del rango permitido.
- Se comparó las fuerzas cortantes en la base entre el análisis tiempo historia y análisis dinámico modal espectral de una estructura con muros de ductilidad limitada. Se determinó que las fuerzas cortantes poseen una ratio de variación de 67% en dirección X y 60% en dirección Y. (según las tablas 53- 55) respecto al análisis tiempo historia en el sismo de 1966 (caso 1) lo cual se tomó como ejemplo. Los resultados del Análisis dinámico tiempo historia resultaron

favorables debido a que al tener cortantes menores se producirán distorsiones menores; además producen esfuerzos menores lo cual resistirán al corte y al resistir menos corte estos deberán tener menor sección transversal y serán más esbeltos y más económicos.

## VI. Recomendaciones

- Al obtener Desplazamientos laterales favorables por el método análisis tiempo historia, se recomienda profundizar su estudio, ya que la ciudad de Lima está expuesta a sufrir eventos sísmicos de magnitudes grandes, y está situada en una zona altamente sísmica. Además, la información de los registros sísmicos en el análisis del tiempo historia es aún más genuina, ya que la estructura está siendo expuesta a cargas sísmicas en un tiempo real.
- Al obtener derivas favorables en el análisis tiempo historia, se recomienda Modelar la estructura utilizando acelerogramas que se hayan tomado en suelos que reflejen la verdad sobre la cual se anticipa la estructura. Estos registros sísmicos deben ser proporcionados por el Instituto Geofísico del Perú o pueden obtenerse de la REDACIS (Red Acelerográfica CISMID). Deben ser corregidos y escalados por programas recomendados, porque al no ser así, se tiene problemas a la hora de obtener los resultados finales, es decir al realizar la comprobación del espectro de diseño con los datos de los acelerogramas tomados no van a coincidir y van a obtener datos erróneos.
- Al obtener cortantes favorables en el Análisis tiempo historia, se recomienda Considerar dicho análisis como un aspecto importante, para el diseño y evaluación de cualquier estructura básica. Ya que al tener cortantes menores, dichos elementos verticales también poseen menor sección transversal y serán más esbeltos y más económicos. Es importante crear investigaciones y estudios para conocer el desempeño de las estructuras frente a un sismo severo, en un tiempo real. Lo cual este tipo de análisis dinámico tiempo historia nos proporciona datos más cercanos lo estipulado en la norma, por lo que se debería realizar en todo el análisis modal espectral, la comprobación también por el análisis tiempo historia.

## REFERENCIAS

ALVA Hurtado, Jorge. Diseño de cimentaciones. Lima: Fondo Editorial ICG, 2017. pp.70.

ASLAM Kassimali, Structural Analysis. 5ta ed, Mexico: Editorial Cengage Learning, 2015. pp 40.

ISBN:9786075195407

AMBIENTE.net, M. (s.f.). ¿Cuáles son las escalas de medición de los terremotos? Recuperado el 10 de Julio de 2019.

Disponible en: <https://www.medioambiente.net/escalas-medicion-terremotos/>

BALLESTEROS Sosa, Juan Antonio. Diseño estructural de un edificio de concreto armado de cinco niveles ubicado en López Cotilla. Tesis (Ingeniero Civil). México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2016.

Disponible en: <http://132.248.9.195/ptd2016/abril/0743730/Index.html>.

BARTOLOMÉ, Ángel y Ríos, Rafael. Comportamiento a fuerza cortante de muros delgados de concreto reforzados en su zona central con barras de acero, fibra de polipropileno y con fibra de acero. Revista Concr. cem. investig. desarro [en línea]. 2013, vol.5, n. pp.2-16. [Fecha de consulta: 8 de Julio de 2019.]

Disponible en: <[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-30112013000200001&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-30112013000200001&lng=es&nrm=iso)>.

ISSN 2007-3011.

BARRADAS, José y Ayala, Milian. displacement-based multi-level seismic design method for reinforced concrete frame structures. Revista.Ing. sísm [En línea]. 2014, n.91 [citado 2019-12-05], pp.75-101.

Disponible en: <[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185-092X2014000200075&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-092X2014000200075&lng=es&nrm=iso)>.

ISSN 0185-092X.

BRAGUIM, TC y BITTENCOURT, TN. Design of reinforced concrete walls casted in place Revista. *IBRACON* Estructuras y Materiais. [en línea]. 2014, vol.7, n.3 [fecha de consulta 07de Julio 2019].

Disponible en: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1983-41952014000300008](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-41952014000300008).

ISSN :1983-4195

BEHAR Rivero, Daniel. Metodología de la Investigación. s.l.: Editorial Shalom, 2008. pp.73.

ISBN: 9789592127837

BONIFÁCIO, Cássia Maria., de Nóbrega, Maria Teresa., Silveira, Hélio., análisis granulométrico de un sistema pedológico en el municipio de tamboara-pr, Brasil: comparación de dos técnicas para la determinación. *Revista Geográfica de América Central* [en línea]. 2011,1-19[fecha de Consulta 20 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=451744820597>

ISSN: 1011-484X.

BORJA Suarez, Manuel. *Metodología de la investigación para Ingeniera Civil*. Chiclayo: [s.n.]. 2012. pp. 13.

CAMILO Guerrero, C., & CRUZ Velasco, L. Experimental study of Colombian. *Revista, Ingeniera y Desarrollo*. [en línea]. 2018, Recuperado el 10 de Julio de 2019,

Disponible en: <http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/>

CHASI Benavides, Lucas Jonás. Analisis comparativo de un sistema Aporticado y un sistema de Muros de ductilidad limitada e incidencia en el costo beneficio. Tesis (Ingeniero Civil). Quito: Universidad Técnica de Ambato Ecuador, 2016.

Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/23560>.

CHAGAYEN, E., & NEGRIN, A. Rectangular shallow foundations optimal design formulation. *Revista De la construcción civil*, [En línea], 2018. Recuperado el 20 de Agosto de 2019.

Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/1276/127619798006.pdf>

ISSN: 0717-7925

CENNAME, Claudia & DI FIORE, Marco. Structural, seismic and geotechnical analysis of the Sant' Agostino church in L'Aquila *Revista. ing. constr.* [En línea]. 2013, vol.28, n.1 Recuperado el 28 de agosto de 2019.

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732013000100001>.

ISSN 0718-5073.

CRESPO Villalaz, Carlos. *Mecánica de suelos y Cimentaciones*. 6ta Ed. México: Limusa Noriega Editores, 2015. pp. 30-174.

ISBN: 968186963

CSI. *Computers & structures, Inc.* [En línea] s.f. [Citado el: 28 de Mayo de 2019.] <https://www.csi.com/software/8/safe>.

CORTES, O., & ORTEGA, D. Dynamic soil interaction - structure in a hard soil, using accelerograms of real tremors. *Revista Javeriana Caly*. [En línea], 2015. Recuperado el 20 de Octubre de 2019

Disponible en :<http://vitela.javerianacali.edu.co/bitstream/handle/11522/3150/>

DAVILA.J & FORTES. J. Comparative analysis of slabs foundation: lightweight by expanded polystyrene blocks opposite solid slabs. *Revista consejo superior de investigaciones científicas*, [En línea],2015. Recuperado el 20 de Octubre de 2019.



Disponible en:<http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php>

ISSN 0020-0883

ENRÍQUEZ Ranilla, L. A. Analisis de costos, diseño sismoresistente- estructural comparativo entre los sistemas de muros de ductilidad limitada y albañilería estructural de un edificio multifamiliar. Tesis (Ingeniero Civil). Arequipa: Universidad nacional de San Agustín, 2017.

Disponible en:<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/2436/ICcaca.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

EZPINOZA Villafane, A., & QUINTO De la cruz, W. Estudio comparativo de respuestas sísmicas entre modal espectral y tiempo historia aplicado a un edificio 16 pisos en el distrito de Magdalena del Mar-2018. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2018.

Disponible en:[http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/35479/ESPINOZA\\_VA%20QUINTO\\_%20DW.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/35479/ESPINOZA_VA%20QUINTO_%20DW.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

GÁLVEZ Villacorta, Adolfo. Viviendas económicas de concreto con mallas electrosoldadas. Revista Internacional de Ingeniería de Estructuras. [en línea]. 2010, vol. 15. [Fecha de consulta: 10 de Julio de 2010]. Disponible en: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/3089/1/R-ESPE-CEINCI-000010.pdf>

ISSN 13900315

GALLARDAY, T. Estudio de mecánica y resistencia de suelos: Caso Lima. Revista Instituto de investigación de la facultad de Ingeniería geológica. [en línea]. 2005 (Recuperado el 18 de Julio de 2019).

Disponible en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/726>

GALLEGOS Vicente, C. (2018). Comparación de los métodos de análisis sísmico tiempo historia lineal elástico y modal espectral. Tesis (Ingeniero Civil). Arequipa: Universidad nacional de San Agustín, 2018.

Disponible en:<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/7101/ICgavica.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

HARMSSEN, Teodoro. Diseño de estructuras de concreto armado. 5ª ed. [Lima]: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2017. pág. pp 38.

HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto. Metodología de la investigación. 6ª ed. México: Mcgraw-hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V, 2014. pp. 4-65.  
ISBN: 9781456223960

HERRERA, Reyes Indira., Vielma, Juan Carlos., Ugel, Ronald., Martínez, Yolsanie. Evaluación del comportamiento sismorresistente y diseño óptimo de un edificio existente de concreto armado de baja altura. Revista INGENIERÍA UC [en línea]. 2012, 19(3), 52-65 [fecha de Consulta 20 de octubre de 2019].

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70732639007>

ISSN: 1316-6832.

IGP. (2018). Perú un país altamente sísmico. [En línea] 2018. [Citado el: 28 de mayo de 2019.] <http://www.sgp.org.pe/alerta-peru-un-pais-altamente-sismico/>

LOPEZ, Pedro Luis. Población muestra y muestreo. Revista Punto Cero [En línea]. 2004, vol.09, n.08 [citado 2019-10-22], pp. 69-74.

Disponible en: <[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-02762004000100012&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012&lng=es&nrm=iso)>.

ISSN 1815-0276

LUÉVANOS Rojas, Arnulfo., Análisis de dos modelos por el método dinámico para el diseño sísmico de edificios. Revista de Arquitectura e Ingeniería [en línea]. 2015, 5(3), [fecha de Consulta 20 de octubre de 2019].

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193921377003>

MONCAYO, M. y Mora, Carlos. Earthquakes over 6.5 on the Richter scale occurred in Ecuador from 1900 to 1970 Revista Ingeniería [En línea]. 2017, 21(2), 55-64[fecha de Consulta 4 de diciembre de 2019].

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46753192005>

ISSN: 1665-529X

MORALES, C. y Bernal, Isabel. Mode shape identification using response spectrum in experimental modal analysis. Revista redalyc [En línea]. 2017. [fecha de Consulta 10 de octubre de 2019].

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=349651525002>

ISSN: 0120-0283

NAYIVE, Jaramillo. Fuerza cortante y momento flector. [En línea] 24 de mayo de 2017. [Citado el: 24 de mayo de 2019.] [https://es.slideshare.net/OrlandoButronSilisqu/fuerza-cortante-v-momentoflector-m?qid=20b1ff1f-d687-413e-9a1c-1a6dfe522167&v=&b=&from\\_search=1](https://es.slideshare.net/OrlandoButronSilisqu/fuerza-cortante-v-momentoflector-m?qid=20b1ff1f-d687-413e-9a1c-1a6dfe522167&v=&b=&from_search=1).

NIETO, M., & Rivero, P. Linear dynamic analysis of historical building in San. Revista Ciencia e Ingeniería. [En línea]. 2016. [Fecha de consulta: 8 de Julio de 2019.]

Disponible en:<http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/cienciaeingenieria/article/>

NIKDAD, H, y YOSHITOMI, S Structural Optimization method for 3Dreinforced concrete building structure with shear wall. Revista Internacional de Ciencias Arquitectónicas, Civiles y de la Construcción. [En línea]. 2018, vol 11, n° 9. [Fecha de consulta: 8 de Julio de 2019.]

Disponible en: <https://zenodo.org/record/1315569#.XSz1AlxKjIV>

DOI: 10.5281

NORMA Técnica Metrados para obras de Edificaciones Lima: 2015. pp. 53.

MENDOZA Linares, M. Comparación entre el método estático y método dinámico (modal espectral y tiempo historia) aplicados en una edificación multifamiliar de cuatro niveles de albañilería confinada en la ciudad Cajamarca. Tesis (Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2017.

Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1023>

MEDINA, Ricardo y MUSIC, Juan. Determination of the performance level of a residential building based on reinforced concrete walls and designed according to Chilean codes. Revista. Obras y Proyectos [En línea]. 2018, n.23 [citado 2019-12-04], pp.63-77.

Disponible en: <[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-28132018000100063&lng=es&nrm=iso](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-28132018000100063&lng=es&nrm=iso)>.

ISSN 0718-2813.

MERODIO Mejía, Julio Jose y VÁZQUEZ Ortiz, Wualter Alfonso. Estudio comparativo del comportamiento y Diseño estructural de un edificio multifamiliar de cinco pisos diseñado con los sistemas de albañilería confinada y muros de ductilidad limitada en suelo flexible en la Ciudad de Piura. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2018.

Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/624897>.

MORALES, Roberto. Diseño en Concreto Armado. Lima: Fondo Editorial ICG, 2006. pp. 8.

MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Norma E.0.20. 2018. Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima: 2018. pp. 374-378.

MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Norma E.030. 2018. Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima: 2018. pp . 382.

PANTOJA Abarca, Felipe Sebastián. Diseño Estructural de viviendas de interés social (VIS) para el proyecto habitacional "San Sebastián". Tesis (Ingeniero Civil). Quito: Universidad San Francisco de Quito, 2017.

Disponible en: <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/6896>.

PAZMIÑO Lescano , T. (2018). Estudio comparativo de la productividad de construcción de viviendas, utilizando el sistema tradicional y el sistema de muros portantes de hormigón armado. Tesis (Ingeniero Civil). Quito: Pontificia Universidad Católica de Ecuador, 2018.

Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/15436>

LOZANO Pino, Pablo J. La honestidad en la investigación científica. Revista Acta médica peruana [online]. 2015, vol.32, n.4 [citado 2019-10-18], pp.193-194.

Disponible en: <[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1728-59172015000400001&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1728-59172015000400001&lng=es&nrm=iso)>.

ISSN 1728-5917.

REVISTA Peru construye. Peruconstruye.net. [En línea] 2018. [Citado el: 12 de Abril de 2019.] disponible: <https://peruconstruye.net/sector-construccion-crece-542-en-el-2018-segun-el-inei/>.

RIOS, M. (2019). Gestion Peru . [En línea] 2018. [Citado el: 28 de mayo de 2019.] <https://gestion.pe/peru/serian-districtos-vulnerables-darse-sismo-alta-intensidad-lima-268319-noticia/>

ROJAS Cairampoma, Marcelo., Tipos de Investigación científica: Una simplificación de la complicada incoherente nomenclatura y clasificación. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria [En línea]. 2015, 16(1), 1-14[fecha de Consulta 2 de octubre de 2019].

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63638739004>

ISSN: 1695-7504 .

SALAZAR, Antonio; SAEZ, Esteban y PARDO, Gislaine. Modelación de un ensayo de corte directo en arena mediante el método de elementos discretos tridimensional. Revista Obras y Proyectos [En línea]. 2015, n.17 [citado 2019-10-20], pp.97-104.

Disponible en: <[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-28132015000100012&lng=es&nrm=iso](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-28132015000100012&lng=es&nrm=iso)>.

ISSN 0718-2813

SEISMOSOFT. Seismosignal [En línea] 2019. Recuperado el 11 de octubre de 2019. Disponible en: <https://seismosoft.com/company/>

SOUSA da silva, Álisson. Utilización de software AutoCAD como instrumento didáctico para la formación académica en la enseñanza de Ingeniería. Arandu-UTIC. Revista Científica Internacional de la Universidad Tecnológica Intercontinental, [S.l.], v. 5, n. I, p. 91-104, jun. 2018.

Disponible en: <<http://www.utic.edu.py/revista.ojs/index.php/revista/article/view/69>>.

ISSN 2409-2401

SOLUTIONS, E. ¿Qué es la magnitud del momento? [En línea] s.f. Recuperado el 11 de Julio de 2019. Disponible de <https://www.esgsolutions.com/es/recursos-tecnicos/base-de-conocimientos-microsismicos/que-es-la-magnitud-de-momento>.

TAMAYO, Mario. El proceso de la investigación científica. 5<sup>a</sup> ed. México D.F.: Limusa, 2017, pp 24.

ISBN: 9786070501388

URANGA - Alvírez, Mayra Selene., Rentería - Soto, Diana Edith., González - Ramos, Giovanni Javier., La práctica del valor del respeto en un grupo de quinto grado de educación primaria. Revista Ra Ximhai [en línea]. 2016, 12(6), 187-204[fecha de Consulta 18 de octubre de 2019].

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46148194012>

ISSN: 1665-0441.

VELASQUEZ, H., & Fonten, L. (2015). Estudio comparativo de un edificio aporcado de concreto armado utilizando las normas sísmicas de Ecuador y Venezuela. Caracas: Universidad Católica Andrés Bello, 2015. Recuperado el 9 de Julio de 2019. <http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/Febrero%202018/AAT3161.pdf>

VIELMA, Juan Carlos; BARBAT, Alex H y OLLER, Sergio. Respuesta no lineal de edificios de concreto armado diseñados para baja ductilidad. *Revista IMME* [en línea] 2007 [Fecha de consulta: 10 de Julio 2019].

Disponible en [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0376-723X2007000200002&lng=es&nrm=iso](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0376-723X2007000200002&lng=es&nrm=iso).

ISSN 0376-723X.

VIELMA, J, Barbat, A., y S.oller. Seismic safety of low ductility structures used in Spain. *Revista Ingeniera sísmica* [En línea]. (2010), n.º 8. [Fecha de consulta: 10 de Julio 2019]. Disponible en: [https://www.scipedia.com/public/Vielma\\_et\\_al\\_2018a](https://www.scipedia.com/public/Vielma_et_al_2018a).

DOI 10.1007

VILLAREAL Castro, Genner. Muros de Ductilidad- Entrevista al Dr. Genner Villareal. <http://edificacionesdecalidad.com>. [En línea] 2015. [Citado el: 16 de mayo de 2019.] <http://edificacionesdecalidad.com/muros-ductilidad-peru>.

VILLARREAL Castro, Genner. Analisis Estructural. Lima: Independiente, 2009. pp.4.

# ANEXOS

Análisis Dinámico comparativo Modal espectral Vs Tiempo historia de una estructura con muros de ductilidad limitada, Villa el Salvador- 2019						
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<u>Problema general</u>	<u>Objetivo general</u>	<u>Hipótesis general</u>				
¿Cuáles serán los resultados de comparar el análisis dinámico modal espectral y el análisis dinámico tiempo historia de una estructura con muros de ductilidad limitada Villa El Salvador-2019?	Realizar el análisis dinámico comparativo modal espectral y análisis dinámico tiempo historia de una estructura con muros de ductilidad limitada Villa El Salvador-2019.	Los resultados obtenidos en el análisis dinámico Tiempo historia son favorables respecto al análisis dinámico modal espectral en una estructura con muros de ductilidad limitada Villa El Salvador-2019.	Variable independiente  <b>Análisis dinámico: Modal espectral, tiempo historia</b>	Desplazamientos laterales	Modos de vibración Rigidez Peso Periodos modales altura	<b>MÉTODO:</b> Científico  <b>DISEÑO:</b> Experimental  <b>ENFOQUE:</b> Cuantitativo  <b>NIVEL:</b> Explicativo  <b>TIPO:</b> Aplicada
<u>Problemas específicos</u>	<u>Objetivos específicos</u>	<u>Hipótesis específicas</u>				
¿Cuál será el resultado de comparar los desplazamientos laterales entre el análisis dinámico modal espectral y análisis dinámico tiempo historia de una estructura con muros de ductilidad limitada Villa El Salvador-2019?	Comparar los desplazamientos laterales entre el análisis tiempo historia y análisis dinámico modal espectral de una estructura con muros de ductilidad limitada Villa El Salvador-2019.	Los desplazamientos laterales obtenidos por el análisis dinámico tiempo historia son favorables respecto al análisis dinámico modal espectral de una estructura con muros de ductilidad limitada Villa El Salvador-2019.		Derivas	Altura de entrepiso Desplazamiento relativo de entrepiso	
¿Cuál será el resultado de comparar las derivas entre el análisis tiempo historia y análisis dinámico modal espectral de una estructura con muros de ductilidad limitada Villa El Salvador-2019?	Comparar las derivas entre el análisis tiempo historia y análisis dinámico modal espectral de una estructura con muros de ductilidad limitada Villa El Salvador-2019.	Las derivas obtenidas por el análisis dinámico tiempo historia son favorables respecto al análisis dinámico modal espectral de una estructura con muros de ductilidad limitada Villa El Salvador-2019.		Fuerzas	Fuerza cortante en la base	
				Registros sísmicos	Aceleraciones del sismo Intensidad de magnitud sísmica	
¿Cuál será el resultado de comparar las fuerzas cortantes en la base entre el análisis dinámico modal espectral y análisis dinámico tiempo historia de una estructura con muros de ductilidad limitada Villa El Salvador-2019.	Comparar las fuerzas cortantes en la base entre el análisis tiempo historia y análisis dinámico modal espectral de una estructura con muros de ductilidad limitada Villa El Salvador-2019.	Las fuerzas cortantes en la base obtenidas por el análisis dinámico tiempo historia son favorables respecto al análisis dinámico modal espectral de una estructura con muros de ductilidad limitada Villa El Salvador-2019.	Variable dependiente <b>Estructura con muros de ductilidad limitada</b>	Parámetros técnicos	Parámetros de sitio Condiciones geotécnicas Categoría de la edificación Sistema estructural	
				Predimensionamiento	Altura de la edificación Espesores mínimos de muros	
				Metrado de cargas	Carga viva Carga muerta	
				Análisis estático	Peso total de la edificación Fuerza cortante en cada piso	

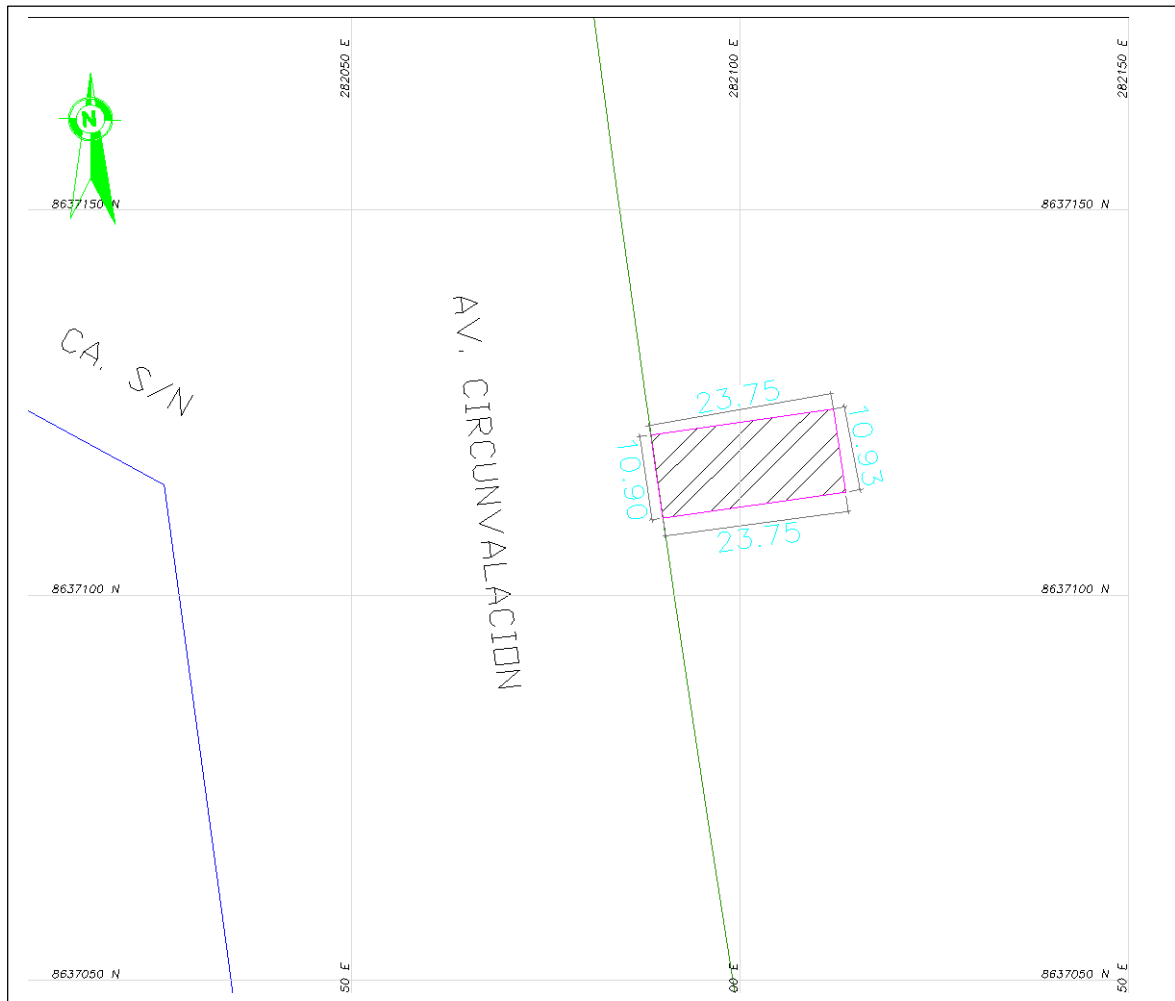
## Anexo 1. Matriz de consistencia

Anexo 2. Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
Análisis dinámico modal espectral, tiempo historia	Según la norma E 0.30 “Es la combinación de conceptos que permiten el diseño de una construcción capaz de resistir los efectos de los sismos que se pueden presentar. [...]”.	Norma E.030 y Norma E.060. bajo el Reglamento Nacional de Edificaciones.	Desplazamientos laterales	Modos de vibración Rigidez Peso Periodos modales	Software: Seismosignal, seismomatch  Ficha de recolección de datos (unidades de medida).
			Derivas	Altura de entrepiso Desplazamiento relativo de entrepiso	
			Fuerzas	Fuerza cortante en la base	
			Registros sísmicos	Aceleraciones del sismo Intensidad de magnitud sísmica	
Estructura con muros de ductilidad limitada	Para Morales (2006, p. 8).  “la estructura debe concebirse como un sistema o conjunto de partes y componentes que se combinan ordenadamente para cumplir una función dada. [...]”.	Norma E.030 y Norma E.060. bajo el Reglamento Nacional de Edificaciones.	Parámetros técnicos	Parámetros de sitio Condiciones geotécnicas Categoría de la edificación Sistema estructural	Estudio Geotécnico de mecánica de suelos. Software Etabs Norma E. 020 (Cargas). Norma E 030 (Diseño sismorresistente). Norma E.060(Concreto armado)
			Predimensionamiento	Altura de la edificación Espesores mínimos de muros	
			Metrado de cargas	Carga viva  Carga muerta	
			Análisis estático	Peso total de la edificación Fuerza cortante en cada piso	

Fuente: elaboración Propia

Anexo 3. Plano de ubicación



Fuente: elaboración Propia

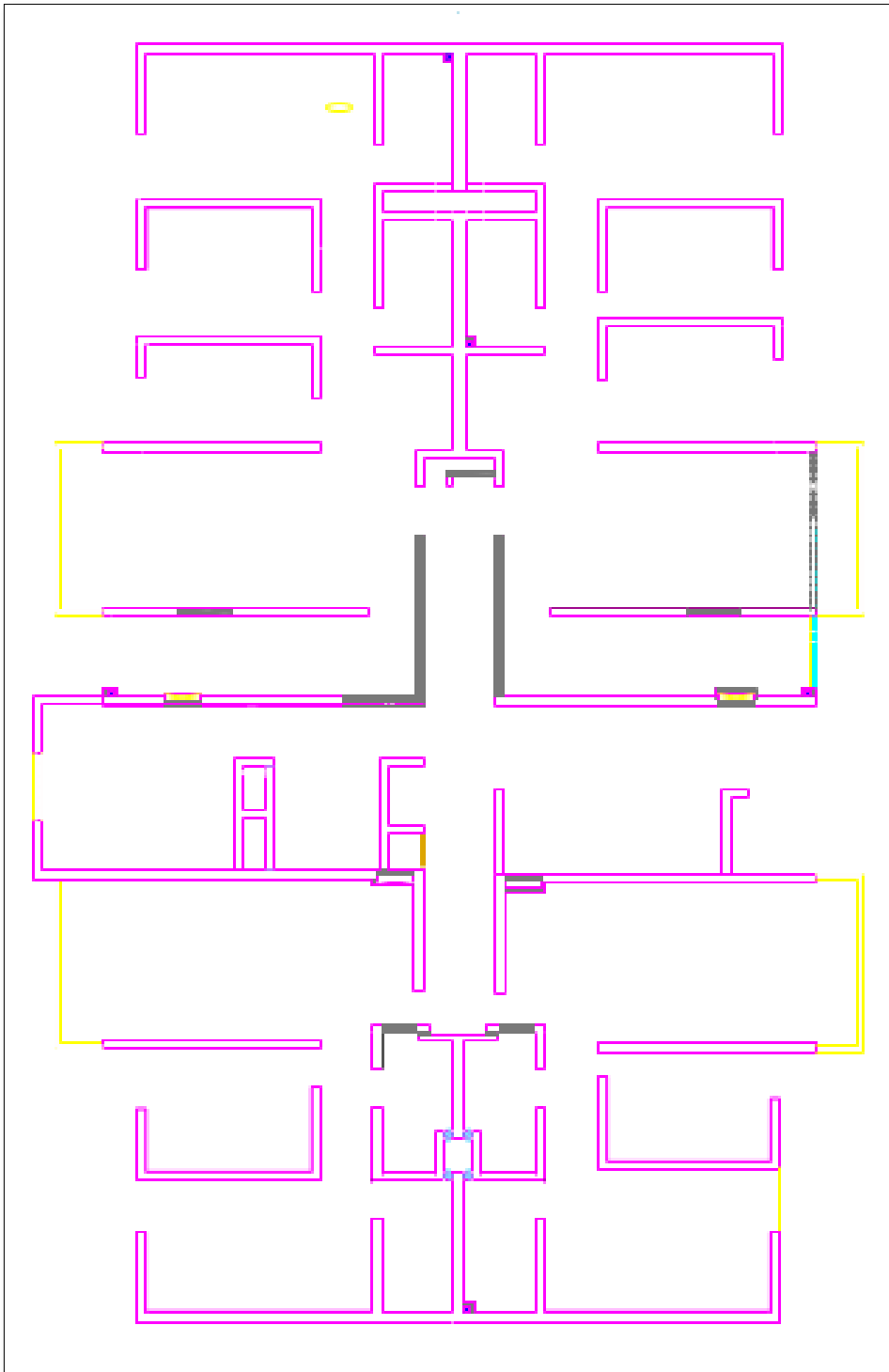


Anexo 4. Plano de fachada



Fuente: elaboración Propia

**Anexo 5.** *Placas en Dirección X, Y*



Fuente: elaboración Propia

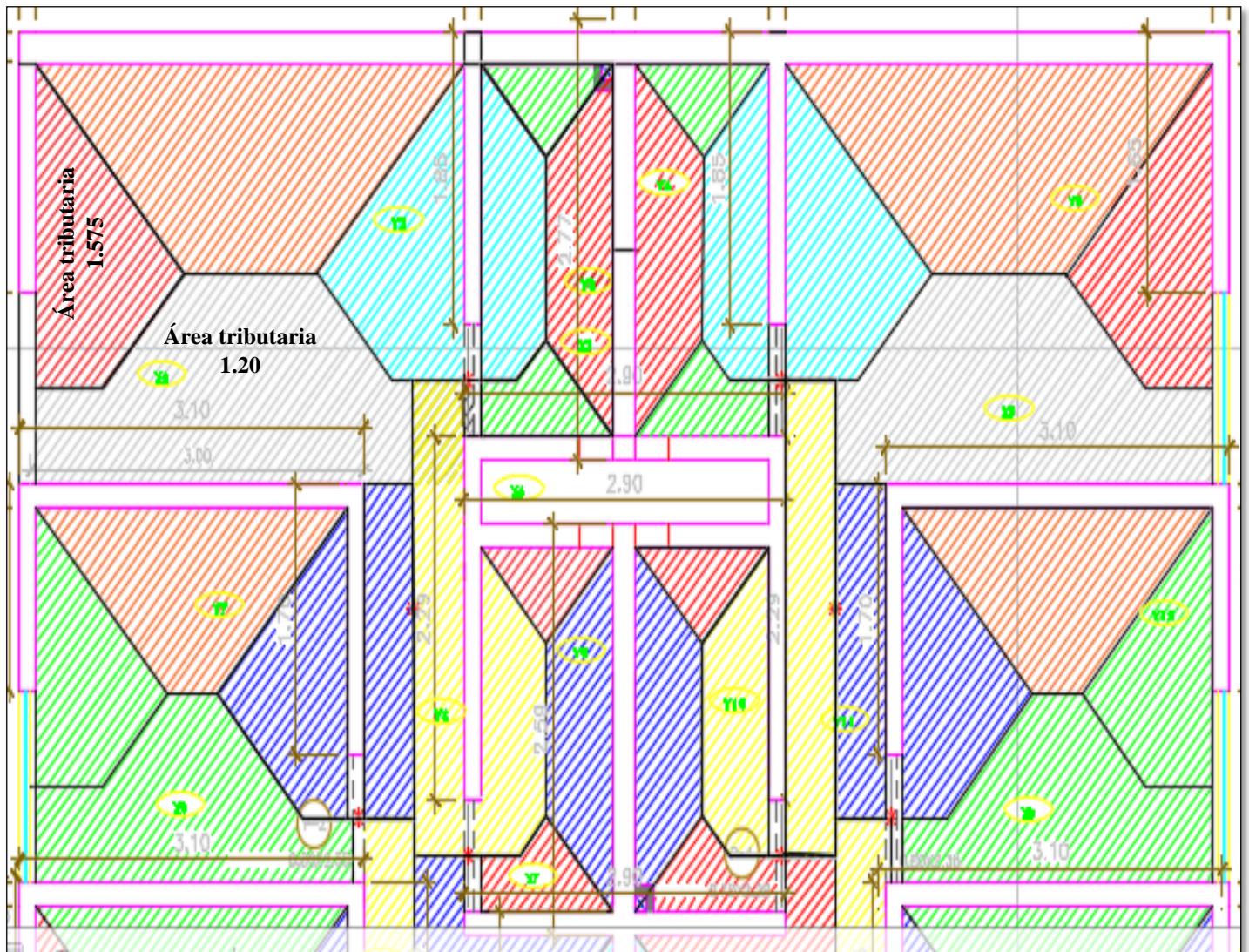
**Anexo 6. Pu aplicado VS PU resistente**

Placas	Espesor de muro t (m)	l(m)	Ag (m2)	Pu resistente (Ton)	Área tributaria (m2)	Pu aplicado ( Ton)
	1er al 8vo piso					
PL1	0.15	1.65	0.2475	150.01	1.575	12.6
PL2	0.1	10.9	1.09	385.55	7.3951	59.1608
PL3	0.15	1.85	0.2775	168.57	2.5103	20.0824
PL4	0.15	2.77	0.4155	251.95	1.9724	15.7792
PL5	0.15	1.85	0.2775	168.23	2.5255	20.204
PL6	0.15	1.65	0.2475	150	1.5693	12.5544
PL7	0.15	1.3	0.195	118.24	1.2	9.6
PL8	0.1	3.1	0.31	109.7	5.3307	42.6456
PL9	0.15	1.7	0.255	154.46	2.212	17.696
PL10	0.15	2.29	0.3435	208.3	2.3163	18.5304
PL11	0.1	2.9	0.29	102.6	0.842	6.736
PL12	0.1	2.9	0.29	102.6	0.72	5.76
PL13	0.15	2.59	0.3885	235.6	2.0101	16.0808
PL14	0.15	2.29	0.3435	208.3	2.293	18.344
PL15	0.15	1.7	0.255	154.6	2.24	17.92
PL16	0.1	3.1	0.31	109.7	5.334	42.672
PL17	0.1	3.1	0.31	109.7	3.796	30.368
PL18	0.15	1.3	0.195	118.2	1.2006	9.6048
PL19	0.15	0.75	0.1125	68.2	0.6218	4.9744
PL20	0.15	1.15	0.1725	104.6	1.7601	14.0808
PL21	0.1	2.9	0.29	102.6	3.416	27.328
PL22	0.15	2.06	0.309	187.4	1.552	12.416
PL23	0.15	1.15	0.1725	104.6	1.808	14.464
PL24	0.1	3.1	0.31	109.7	3.828	30.624
PL25	0.15	0.75	0.1125	68.2	1.2	9.6
PL26	0.1	3.7	0.37	130.9	1.08705	8.6964
PL27	0.15	0.65	0.0975	59.1	2.527	20.216
PL28	0.1	1.5	0.15	53.31	1.667	13.336
PL29	0.15	0.65	0.0975	59.1	2.371	18.968
PL30	0.1	3.7	0.37	130.9	8.56	68.48
PL31	0.1	1.3	0.13	47.1	3.685	29.48
PL32	0.1	2.3	0.23	81.36	4.587	36.696
PL33	0.1	2.3	0.23	81.36	7.1669	57.3352
PL34	0.1	1.3	0.13	47.1	3.6867	29.4936
PL35	0.15	1.05	0.1575	95.5	3.3508	26.8064
PL36	0.15	1.1	0.165	100	3.7	29.6
PL37	0.15	2.22	0.333	78.85	0.905	7.24
PL38	0.15	2.43	0.3645	86	6.24	49.92
PL39	0.1	3.78	0.378	133.7	8.72	69.76
PL40	0.1	1.07	0.107	37.9	3.013	24.104
PL41	0.15	5.8	0.87	205.2	7.341	58.728

Placas	Espesor de muro t (m)	l(m)	Ag (m2)	Pu resistente (Ton)	Area tributaria (m2)	Pu aplicado ( Ton)
PL42	0.15	2.2	0.33	200.1	2.6274	21.0192
PL43	0.1	0.69	0.069	24.4	0.389	3.112
PL44	0.15	2.2	0.33	200.1	1.964	15.712
PL45	0.1	0.69	0.069	24.4	0.2189	1.7512
PL46	0.15	2.2	0.33	200.1	2.4903	19.9224
PL47	0.1	0.75	0.075	26.5	0.294	2.352
PL48	0.1	0.75	0.075	26.5	0.2264	1.8112
PL49	0.15	1.7	0.255	154.6	4.25	34
PL50	0.15	3.2	0.48	113.1	9.748	77.984
PL51	0.15	1.7	0.255	154.6	1.148	9.184
PL52	0.15	1.6	0.24	56.6	2.16	17.28
PL53	0.15	2.25	0.3375	204.7	2.037	16.296
PL54	0.15	2.2	0.33	200.1	3.9636	31.7088
PL55	0.1	3.7	0.37	130.9	8.384	67.072
PL56	0.15	0.8	0.12	72.8	1.2357	9.8856
PL57	0.1	1.28	0.128	4.53	0.781	6.248
PL58	0.15	0.8	0.12	72.8	1.1253	9.0024
PL59	0.1	3.7	0.37	130.9	8.428	67.424
PL60	0.15	1.3	0.195	118.2	1.2006	9.6048
PL61	0.1	3.1	0.31	109.7	5.3326	42.6608
PL62	0.15	1.7	0.255	154.6	2.206	17.648
PL63	0.15	1.4	0.21	127.3	0.9466	7.5728
PL64	0.15	0.98	0.147	89.1	0.5378	4.3024
PL65	0.15	1.88	0.282	17.1	1.232	9.856
PL66	0.15	0.98	0.147	89.1	0.537	4.296
PL67	0.1	2.9	0.29	102.6	4.2912	34.3296
PL68	0.15	1.4	0.21	127.3	1.085	8.68
PL69	0.15	1.7	0.255	154.6	2.3206	18.5648
PL70	0.1	3.1	0.31	109.7	5.3314	42.6512
PL71	0.15	1.3	0.195	118.2	1.2006	9.6048
PL72	0.15	1.65	0.2475	150.01	1.575	12.6
PL73	0.15	1.9	0.285	172.28	2.6376	21.1008
PL74	0.15	2.75	0.4125	250.1	2.16	17.28
PL75	0.15	1.9	0.285	172.28	2.6032	20.8256
PL76	0.15	1.65	0.2475	150.01	1.5356	12.2848
PL77	0.1	10.9	1.09	385.55	7.385	59.08

Fuente: elaboración propia

Anexo 7. Áreas tributarias para cada muro



Fuente: elaboración Propia

**Anexo 8. Irregularidad de rigidez X-X**

Irregularidad de Rigidez - Piso Blando Y-Y								
Nivel	Diafragma	Sismo	UY	D.Relativo	Viy	Rigidez lateral (ton/m)	Control	Control
			m	m	(ton)		( Ri / Ri + 1) < 0.70	(Ri / ((Ri + 1) + (Ri + 2) + (Ri + 3 ))/3 ) < 0.80
8	D8	SY max	0.00112	0.000094	211.7433	2252588.3		
7	D7	SY max	0.00103	0.000160	395.9797	2474873.1	1.10	
6	D6	SY max	0.00087	0.000170	545.0093	3205937.1	1.30	
5	D5	SY max	0.00070	0.000173	666.1500	3850578.0	1.20	1.46
4	D4	SY max	0.00053	0.000168	760.7965	4528550.6	1.18	1.43
3	D3	SY max	0.00036	0.000153	829.7402	5423138.6	1.20	1.40
2	D2	SY max	0.00021	0.000126	872.9231	6927961.1	1.28	1.5
1	D1	SY max	0.00008	0.000080	888.9217	11111521.3	1.60	2.0

Fuente: elaboración Propia

**Anexo 9. Irregularidad de rigidez Y-Y**

Irregularidad de Rigidez - Piso Blando X-X								
Nivel	Diafragma	Sismo	UX	D.Relativo	Vix	Rigidez lateral (ton/m)	Control	Control
			m	m	(ton)		( Ri / Ri + 1) < 0.70	(Ri / ((Ri + 1) + (Ri + 2) + (Ri + 3 ))/3 ) < 0.80
8	D8	SX max	0.0000300	0.00000300	0.8127	270900.0		
7	D7	SX max	0.0000270	0.00000500	1.7896	357920.0	1.32	
6	D6	SX max	0.0000220	0.00000400	2.5597	639925.0	1.79	
5	D5	SX max	0.0000180	0.00000500	3.1688	633760.0	0.99	1.50
4	D4	SX max	0.0000130	0.00000400	3.6466	911650.0	1.44	1.68
3	D3	SX max	0.0000090	0.00000400	4.0062	1001550.0	1.10	1.37
2	D2	SX max	0.0000050	0.00000300	4.2477	1415900.0	1.41	1.67
1	D1	SX max	0.0000020	0.00000200	4.3644	2182200.0	1.54	1.97

Fuente: elaboración Propia

**Anexo 10. Irregularidad de resistencia X-X**

Nivel	Vx (ton)	Control
		(Vxi / Vxi+ 1) < 0.80
8	210.6053	
7	391.7888	1.9
6	533.3511	1.4
5	644.1039	1.2
4	731.0353	1.1
3	796.4061	1.1
2	838.2125	1.05
1	854.6091	1.02

Fuente: elaboración Propia

**Anexo 11. Irregularidad de resistencia Y-Y**

Nivel	Vy (ton)	Control
		$(V_{yi} / V_{yi+1}) < 0.80$
8	211.7433	
7	395.9797	1.9
6	545.0093	1.4
5	666.15	1.2
4	760.7965	1.1
3	829.7402	1.1
2	872.9231	1.1
1	888.9217	1.0

Fuente: elaboración Propia

**Anexo 12. Irregularidad de Masa o peso**

Nivel	Mi (tonf - s2/m)	Control
		$(M_i / M_{i+1}) > 1.50$
8	48.5118	
7	51.82339	1.1
6	51.82339	1.0
5	51.82339	1.0
4	51.82339	1.0
3	51.82339	1.0
2	51.82339	1.0
1	51.82339	1.0

Fuente: elaboración Propia.

**Anexo 13. Irregularidad torsional X-X**

Nivel	Diafragma	Sismo	UX	D.Relativo	H. entres piso	Derivas	50 % del máximo permisible
			m	m			
8	D8	SX max	0.002795	0.00036	2.4	0.00045	0.0025
7	D7	SX max	0.002439	0.00039	2.4	0.00048	0.0025
6	D6	SX max	0.002052	0.00041	2.4	0.00051	0.0025
5	D5	SX max	0.001643	0.00042	2.4	0.00052	0.0025
4	D4	SX max	0.001228	0.00040	2.4	0.00050	0.0025
3	D3	SX max	0.000827	0.00036	2.4	0.00045	0.0025
2	D2	SX max	0.000466	0.00029	2.4	0.00036	0.0025
1	D1	SX max	0.000175	0.00018	2.4	0.00022	0.0025

Fuente: Elaboración Propia.

**Anexo 14. Irregularidad torsional Y-Y**

Nivel	Diafragma	Sismo	UY	D.Relativo	H. entrepiso	Derivas	50 % del máximo permisible
			m				
8	D8	SY max	0.00337	0.00028	2.4	0.000118	0.0025
7	D7	SY max	0.00309	0.00048	2.4	0.000200	0.0025
6	D6	SY max	0.00261	0.00051	2.4	0.000213	0.0025
5	D5	SY max	0.00210	0.00052	2.4	0.000216	0.0025
4	D4	SY max	0.00158	0.00050	2.4	0.000210	0.0025
3	D3	SY max	0.00108	0.00046	2.4	0.000191	0.0025
2	D2	SY max	0.00062	0.00038	2.4	0.000158	0.0025
1	D1	SY max	0.00024	0.00024	2.4	0.000100	0.0025

Fuente: elaboración Propia

**Anexo 15. Irregularidad torsional extrema X-X**

Nivel	Diafragma	Sismo	D. Relativo	D. Promedio	Dmax/Dpr	Configuración
8	D8	SX max	0.002754	0.001106	1.248	Regular
7	D7	SX max	0.002991	0.001004	1.165	Regular
6	D6	SX max	0.00315	0.001057	1.168	Regular
5	D5	SX max	0.003192	0.00107	1.171	Regular
4	D4	SX max	0.003075	0.001029	1.174	Regular
3	D3	SX max	0.002766	0.000925	1.176	Regular
2	D2	SX max	0.002232	0.000744	1.176	Regular
1	D1	SX max	0.001344	0.000448	1.173	Regular

Fuente: elaboración Propia

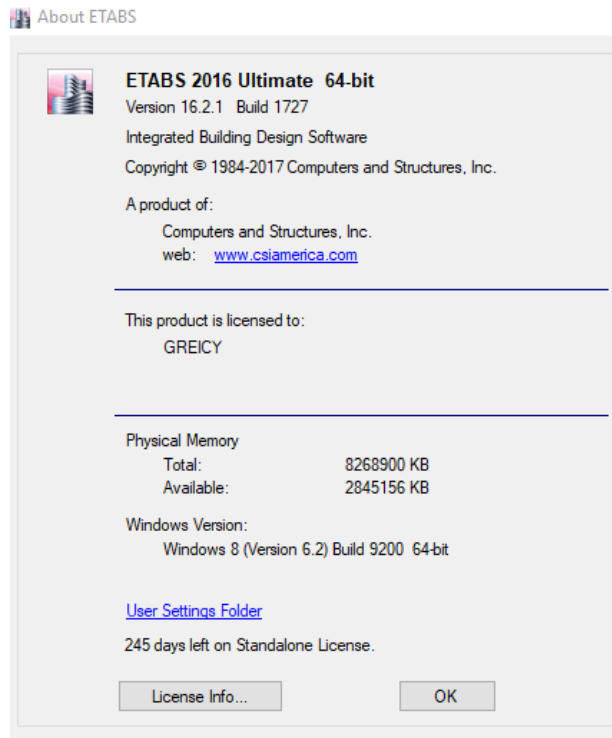
**Anexo 16. Irregularidad torsional extrema Y-Y**

Nivel	Diafragma	Sismo	D. Relativo	D. Promedio	Dmax/Dpr	Configuración
8	D8	SY max	0.00028	0.001082	1.034	Regular
7	D7	SY max	0.00048	0.001189	1.007	Regular
6	D6	SY max	0.00051	0.001336	1.006	Regular
5	D5	SY max	0.00052	0.001435	1.006	Regular
4	D4	SY max	0.00050	0.001458	1.006	Regular
3	D3	SY max	0.00046	0.001376	1.005	Regular
2	D2	SY max	0.00038	0.001143	1.004	Regular
1	D1	SY max	0.00024	0.000646	1.005	Regular

Fuente: Elaboración Propia



## Anexo 17. Licencia del software Etabs



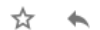
## Anexo 18. Licencia del software Seismomatch



**Seismosoft Licensing**

para mí ▾

mié., 20 nov. 3:40 (hace 7 días)



Dear user,

We kindly remind you that as soon as you register with the academic license of SeismoMatch 2020 a minimum tolerance equal to 0.30 can be used.

Name: Greicy Yuliana Ricalde Estrada

Company: Universidad Cesar Vallejo

License Type: Academic License

Key: NB7NDR5C-3XUD7LM7-HHD75DEE-OAIB5B5I-7IYCQAQU-IEELLCEW-URNN4PRK-UVVW6HSF-4GT4SZ36-AIKBC4RR-Z6CSJQEQ-54OPGKAN-GMSDFXWK-BXOARIR

## Anexo 19. Licencia del software Seismosignal



**Seismosoft Licensing**

para mí ▾

mar., 29 oct. 4:04



Dear user,

We kindly remind you that as soon as you register with the academic license of SeismoSignal 2018 baseline correction and filtering is not allowed within the program, a maximum period equal to 4.00sec and a minimum period step equal to 0.05 sec are allowed for spectra.

Name: Greicy Yuliana Ricalde Estrada

Company: Universidad Cesar Vallejo

License Type: Academic License

Key: FDHOC3SL-V5OLLQUP-LW6KH5NM-33ZR6OGK-54YC4AQV-ADFXRJ2H-PBITAE7J-Q62P2MQP-NKOC DFA2-3EBBKAEA-JCKFNKAX-AIG64EB2-LOKWNCQH-30A55YQD