



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Comportamiento sísmico de un sistema aporticado con disipadores  
de fluido viscoso y sistema de muros de corte, Edificación de  
Oficinas-Prime, Olivos-2019

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

**AUTOR:**

Br. Jorge Alonso Cuaresma Sotelo (ORCID: 0000-0003-2217-6528)

**ASESOR:**

Dr. Ing. Omart Demetrio Tello Malpartida (ORCID: 0000-0002-5043-6510)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico Estructural

**Lima - Perú**

**2019**

## **DEDICATORIA**

A mi querida esposa Margarita Vela Marín, quien me ha apoyado día a día incondicionalmente, brindándome su amor y su fortaleza para seguir adelante en los momentos difíciles a lo largo de mi carrera, gracias a sus sabios consejos y sobre todo por creer en mí para cumplir mi meta.

## **AGRADECIMIENTO**

Al Dr. Ing. Omart Demetrio Tello Malpartida, gracias por su asesoramiento y la paciencia para lograr terminar esta investigación.

Un gratitud muy especial al Ph.D Genner Villareal Castro, gracias por sus investigaciones en la rama de la ingeniería estructural y gracias también por sus libros virtuales, que fueron de gran ayuda para realizar esta investigación.

A mi amigo y hermano, Ing. Max Ignacio Cuya Quevedo, por la motivación de salir siempre adelante.

## **PÁGINA DEL JURADO**

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### Declaratoria de Originalidad del Autor


Yo, **CUARESMA SOTELO, Jorge Alonso** 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:

**“Comportamiento sísmico de un sistema aporticado con disipadores de fluido viscoso y sistema de muros de corte, edificación de oficinas - Prime, Olivos - 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 08 de diciembre de 2019

Apellidos y Nombres del Autor <b>CUARESMA SOTELO, Jorge Alonso</b>	
DNI: 40725784	Firma 
ORCID: 0000-0003-2217-6528	

## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
PÁGINA DEL JURADO .....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD .....	v
ÍNDICE .....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT .....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MÉTODO .....	31
2.1 Tipo, nivel y diseño de investigación .....	32
2.2 Operacionalización de variables .....	33
2.3 Población, muestra y muestreo .....	33
2.3.1 Población .....	34
2.3.2 Muestra .....	34
2.3.3 Muestreo .....	34
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	35
2.4.1 Técnicas .....	35
2.4.2 Instrumentos y validez .....	35
2.4.3 Confiabilidad del Instrumento .....	36
2.5 Procedimiento .....	36
2.6 Método de análisis de datos .....	38
2.7 Aspectos éticos .....	38
III. RESULTADOS .....	39
IV. DISCUSIÓN .....	137
V. CONCLUSIONES .....	141
VI. RECOMENDACIONES .....	143
REFERENCIAS .....	145
ANEXOS .....	150

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo general determinar el comportamiento sísmico entre un sistema aporticado con disipadores de fluido viscosos y un sistema con muros de corte, a través de la medición de los desplazamientos y distorsiones y la energía que absorben cada modelo propuesto. Esta investigación tuvo un enfoque cuantitativo, el tipo es aplicativo, el diseño es no experimental. En la etapa de la estructuración para la elaboración de los 2 modelos propuestos, se tomó en consideración todos los requerimientos de la norma E.020. E.060. E.030. Los procedimientos que se realizaron para obtener nuestros objetivos, fueron lo plantado por la Norma ASCE, FEMA 274, VISION 2000. E.030 y las recomendaciones de CDV representaciones, se realizó la estructuración para la creación de los 2 modelos propuestos, para el modelo N°1, se realizó el cumplimiento de todos los requerimientos de la norma E.030, se realizó también el análisis modal con  $R=1$ , obtención de los registros sísmicos, escalamiento de registros, análisis tiempo historia, elección del sismo de diseño, cálculo de las propiedades de los disipadores y el análisis tiempo historia no lineal, para el modelo N°2, se realizó la verificación y el cumplimiento de los requerimientos de la norma E.030 y se sometió además a este modelo a un análisis tiempo historia con el mismo sismo de diseño del modelo N°1. Los resultados obtenidos en el modelo N°1 fueron que los desplazamientos redujeron hasta en un 48.59% y las distorsiones se redujeron hasta en un 48.89%, que la energía que absorbe los dispositivos es de un 64.52%, reduciendo así los daños en la estructura, se obtuvo que los desplazamientos del modelo N°2 son mayores hasta en un 35.48% y sus distorsiones también son superiores hasta en un 61.23% en comparación con el modelo N°1. Se concluyó que el modelo N°1 (Aporticado reforzado con disipadores), presenta un mejor comportamiento sísmico, debido al incremento de su amortiguamiento y a la gran cantidad de energía que absorbe estos dispositivos, reduciendo así los daños inelásticos, quedando así la estructura operativa después de la ocurrencia de un sismo severo.

**Palabras claves:** Comportamiento sísmico, disipadores de fluido viscosos, muros de corte

## ABSTRACT

The objective of this research was to determine the seismic behavior between a system provided with viscous fluid heatsinks and a system with cut-off walls, through the measurement of displacements and distortions and the energy absorbed by each proposed model. This research had a quantitative approach, the type is applicative, the design is not experimental. In the structuring stage for the elaboration of the 2 proposed models, all the requirements of the E.020 standard were taken into account. E.060. E.030. The procedures that were performed to obtain our objectives, were planned by the ASCE Standard, FEMA 274, VISION 2000. E.030 and the recommendations of CDV representations, the structuring was created for the creation of the 2 proposed models, for the model N ° 1, the fulfillment of all the requirements of the E.030 standard was carried out, the modal analysis was also carried out with  $R = 1$ , obtaining the seismic records, scaling records, time history analysis, design earthquake choice, calculation of the properties of the heatsinks and the nonlinear history time analysis, for model No. 2, the verification and compliance with the requirements of the E.030 standard was performed and this model was also subjected to a time history analysis with the same design earthquake of model No. 1. The results obtained in model N ° 1 were that the displacements reduced up to 48.59% and the distortions were reduced up to 48.89%, that the energy absorbed by the devices is 64.52%, thus reducing the damage to the structure, it was obtained that the displacements of model No. 2 are greater by up to 35.48% and their distortions are also greater by up to 61.23% compared to model No. 1. It was concluded that model N ° 1 (contributed reinforced with heatsinks), presents a better seismic behavior, due to the increase in its damping and the large amount of energy absorbed by these devices, thus reducing inelastic damage, thus leaving the operational structure after of the occurrence of a severe earthquake.

**Keywords:** Seismic behavior, viscous fluid heatsinks, shear walls



## **I. INTRODUCCIÓN**

El Perú está ubicado en una de las regiones con mayor peligrosidad sísmica, esto debido a que tenemos una de la zona de subducción más grande del planeta, aquí es un punto de encuentro de dos grandes placas tectónicas llamadas la de Nazca y la Sudamericana, estas se desplazan debido a la energía cinética liberada del centro de la tierra, que generan el contacto entre ellas, cuando el esfuerzo actuante de la placa de nazca supere al esfuerzo resistente de la placa sudamericana, se va generar grandes perturbaciones y la liberación de grandes cantidades de energía, debido a esto es que nuestro país está constantemente expuesto a movimientos telúricos, cuya consecuencia es la pérdida de muchas vidas, como también pérdidas materiales.

Se ha conseguido obtener normas que miden el comportamiento de una estructura, que permiten efectuar el análisis y el diseño de una edificación tomando en consideración las cargas laterales producidas por una perturbación sísmica, considerando los parámetros de diseño, el suelo de cimentación y la zonificación donde está ubicado, con el objeto de que la estructura resista las cargas sin que esta colapse, el criterio de diseño es que una estructura logre un comportamiento dúctil, quiere decir que el acero alcance su máxima deformación, esta propiedad de la estructura da el tiempo necesario para que las personas que habitan una edificación, puedan abandonar y así impedir las pérdidas de vidas; cuando la estructura no colapsa, se afirma que el ingeniero ha cumplido el objetivo principal de la filosofía sismo resistente.

Ante un sismo severo, una edificación de sistema estructural de muros de corte también llamados placas, tienen un diseño que le permite obtener un óptimo comportamiento sísmico, esto se debe a que ha que tiene mejores propiedades estructurales como son la resistencia, la rigidez, y además la capacidad de absorber la cortante, mientras que se acepta un determinado nivel de daño estructural y no estructural. A través de los años, hubo la urgencia de implementar nuevas técnicas para optimizar el comportamiento de la estructura tomado en consideración los desplazamientos, distorsiones, irregularidades, cuando se genere una perturbación sísmica; a causa de la peligrosidad sísmica, es necesario la implantación de sistemas de control sísmica, uno de estos son los llamados disipadores de energía de fluido viscoso, los cuales se usan para el reforzamiento de estructuras con el propósito de mejorar su comportamiento sísmico.

La presente investigación tiene por objetivo determinar qué sistema Estructural presenta un mejor desempeño para un sismo severo, entre un Aporticado con Disipadores de fluidos

viscoso y un Sistema de Muros de Corte, para una misma edificación de uso de oficinas en el Distrito de los Olivos, realizando la metodología de diseño de la norma americana ACSE 7-10, comité VISION 2000 y la E030 del RNE.

Díaz la Rosa, Marco (2014). *Evaluación del proyecto estructural y optimización del diseño con disipadores de energía viscosos TAYLOR para una edificación esencial de 6 pisos. Lima*. Tesis para obtener el grado profesional de Ingeniero Civil. El objetivo es optimizar el comportamiento sísmico de un edificio de 6 niveles y compararlo con la misma, pero reforzado con disipadores. La metodología usada para alcanzar los objetivos se usaron varios tipos de análisis como el dinámico, tiempo historia lineal, además se realizó el análisis tiempo historia no lineal, la investigación es de naturaleza cuantitativo, el tipo es aplicativo, el nivel descriptivo, el diseño es no experimental. Los resultados corroboran la hipótesis, de que el reforzamiento con disipadores de energía se tiene derivas menores que las derivas sin reforzamiento. Se concluye que, al colocar disipadores, se mantiene igual el primer modo de vibración, con esto se comprueba que los disipadores no aportan rigidez a las estructuras, efectuándose una reducción de desplazamientos en el nivel 6 en un 41.08%, así como la disminución de distorsiones en un 38.55% hasta un 51.09%, se obtuvo una reducción en las fuerzas de cortes en las placas en el eje Y desde un 32.04 % hasta un 48.58%, así mismo en las columnas esta reducción es de hasta 35.31%. El aporte de esta tesis es demostrar que la evaluación y el reforzamiento con sistemas de control pasivo como son los disipadores, mejoran el performance de la edificación.

Fuentes, Juan (2015). *Análisis sísmico de una edificación con disipadores de fluido viscoso. Lima*. Tesis para tener el grado de Ingeniero Civil. El objetivo es principal es optimizar el desempeño sísmico de una estructura usando disipadores. La metodología usada para alcanzar los objetivos se realizaron diferentes tipos de análisis, además se realizó el análisis tiempo historia no lineal, el diseño es no experimental. Se obtuvieron datos que corroboran la hipótesis, de que los reforzamientos con disipadores se obtienen derivas menores que las derivas sin reforzamiento. Se concluyó que al realizar el análisis sísmico sin disipadores y que al usar el espectro de la E.030, alcanzo distorsiones de 9.01‰ y 10.05‰ tanto en X e Y, superando de esta manera los 7.0‰ de la E030, se obtuvo que las fuerzas que actúa en la base fueron de 97.01 ton en dirección de X y 94.02 ton en dirección de Y. Fue necesario incrementar a la edificación un amortiguamiento efectivo de 12.49‰ y 19.09‰ en X e Y, disponiendo la forma de colocar en diagonal, la doble diagonal y CHEVRON, la última

disposición es el que presento un mejor performance, las 3 configuraciones planteadas mermaron las derivas y mejoran las regularidades torsionales en todos los niveles, además las fuerzas actuantes fueron en el rango de 76.01 ton en X, 66.01 ton en Y, que representan una reducción de 22.01% en X y 31.01% en Y. El aporte de la tesis es querer demostrar que los sistemas de control pasivo como los disipadores de fluido, reducen los daños después de la ocurrencia de un sismo severo.

Corpus, Jorge y Morales, Edwin (2015). *Análisis sísmico comparativo entre un sistema dual y el sistema de reforzamiento con disipadores de fluido viscoso para un edificio en el distrito de Víctor Larco Herrera aplicando ETABS 2013*. Lima. Tesis para tener el grado de Ingeniero Civil. El objetivo de la tesis, es determinar el desempeño sísmico de la estructura Víctor Larco Herrera, para compararlo con la misma estructura, pero reforzado con disipadores de fluido viscoso. El método aplicado para la investigación fue de enfoque cuantitativa, tipo es aplicativo, el nivel descriptivo, el diseño es no experimental. Para los objetivos se realizaron diferentes tipos de análisis, además se realizó el análisis tiempo historia no lineal, Los resultados que se obtuvieron corroboran la hipótesis, de que el reforzamiento con disipadores se obtiene derivas menores a las derivas sin reforzamiento. Las conclusiones fueron que, al colocar los disipadores, los periodos y frecuencias no tuvieron alguna variación, se lograron reducir las distorsiones en la dirección Y-Y a 3.9901% como máximo, también hubo reducción en las momentos flectores y fuerzas en los diferentes elementos estructurales. El aporte de esta investigación es demostrar a través de comparación que existe maneras de estructurar una edificación sismo resistente, una es con disipadores y la otra es con sistema dual.

Chávez, Jean (2016). *Diseño y efectos de interacción sísmica suelo – estructura con disipadores de energía viscosos – Taylor, en un edificio aporticado de 5 niveles en la urbanización Buenos Aires, distrito de Nuevo Chimbote – 2016*. Lima. Tesis para obtener el grado profesional de Ingeniero Civil. El objetivo es evaluar la capacidad de respuesta sísmica de un edificio aporticado y compararlo con la misma, pero reforzado con disipadores de fluido. El método aplicado para alcanzar los objetivos fue el uso del programa Etabs para la realización de los diferentes análisis como el dinámico y el tiempo historia propuestas por la norma ASCE7-10 en su capítulo 18, su naturaleza es cuantitativo, tipo es aplicativo, el nivel descriptivo, el diseño es no experimental. Los resultados que se obtuvo acierta con la hipótesis, de que la interacción suelo estructura cambia el comportamiento sísmico, se

obtuvieron datos como distorsiones, fuerzas y momentos. Se concluyó en la parte de análisis sísmico que para el caso de que las distorsiones obtenidas del reforzamiento son de 30.01% y 45.01 % tanto en el eje X e Y, también se reducen las fuerzas de diseño y momentos máximos de diseños. El aporte de esta investigación es demostrar que la interacción del suelo hacia la estructura afecta en el comportamiento de una edificación.

Saldaña, Tony (2017). *Propuesta de reforzamiento de la estructura del pabellón de emergencia con disipadores de fluido viscoso del hospital Sergio Bernales, Comas-2017. Lima*. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. El objetivo de estas tesis, es determinar el desempeño sísmico y compararlo con la misma estructura, pero reforzado con disipadores de energía. La metodología aplicada fue de enfoque cuantitativa, el nivel descriptivo, el diseño es no experimental. Para la obtener los objetivos se efectuaron diferentes tipos de análisis, además se realizó el análisis tiempo historia no lineal. Los resultados que se obtuvieron corroboran la hipótesis, de que el reforzamiento con disipadores de energía se obtiene datos favorables como derivas menores que las derivas sin reforzamiento. Se concluye que el balance energético, los dispositivos disipan alrededor de 84.05%, y merma los desplazamientos en un rango de 60.01 a 67.02%. El aporte de esta investigación es querer demostrar que es de suma importancia el reforzamiento de los hospitales ya que son esenciales que están deben estar totalmente operativas después de un sismo de gran magnitud y que esto se logra reforzándola con sistemas de protección como los disipadores de fluido.

García, Luis (2018). *Evaluación de la reducción del daño en estructuras aporricadas de concreto armado con disipadores de fluido viscoso en Callao- Lima*. Tesis para obtener el grado profesional de Ingeniero Civil. El objetivo es optimizar el comportamiento sísmico de una edificación usando disipadores. La metodología usada Para la obtención de los objetivos se realizaron diferentes tipos de análisis como indica la Norma E.030-fue de enfoque cuantitativo, tipo es aplicativo, el nivel descriptivo, el diseño es no experimental. Para la obtención de los objetivos se realizaron diferentes tipos de análisis como indica la Norma E.030, además se realizó el análisis tiempo historia no lineal. Los resultados que se obtuvieron corroboran la hipótesis, de que el reforzamiento con disipadores de energía se obtiene datos muchos mejores, como derivas menores que las derivas sin reforzamiento. Se concluyó que los resultados indican que para un sismo severo la distorsión máxima 9.01 ‰ se disminuiría a 5.81 ‰, el cual los daños esperados serian leves a moderados.

Vásquez, Walter (2017). *Estudio comparativo del comportamiento estructural de una edificación con y sin disipadores de energía considerando el efecto de la interacción suelo-estructura, Lima*. Tesis para obtener el grado de Ingeniero civil. En esta tesis se obtuvo conclusiones, que los movimientos muy prolongadas en estructuras ocasionaría fallas en casi todos elementos estructurales. Estos movimientos están regidos por las características de la edificación como son la masa, la rigidez y el amortiguamiento que esta pueda tener, y que cambiando estas propiedades estructurales es que se logran mejorar la capacidad de respuesta de la edificación, este es la esencia principal en el diseño, para así garantizar un buen performance. El aporte de esta tesis es demostrar que el suelo también interviene en el comportamiento de la edificación, es decir que absorben una parte de la energía producidas por el sismo.

Pimiento, Juan, Salas, Andrés y Ruiz, Daniel (2014). Desempeño sísmico de un pórtico con disipadores de energía pasivos de placas ranuradas de acero. *Revista ingeniería de la construcción*. El presente artículo se realizó en un pórtico, luego analizados con parámetros sísmicos determinados. Es por este motivo que, para reparar una estructura con este tipo de dispositivos de placas, es indispensable ejecutar un modelo dinámico a la estructura. En esta investigación se analizan 2 tipos de dispositivos pasivos histeréticos metálicos. Este dispositivo es de bajo costo y de muy fácil fabricación y colocación. Con ensayos en el vibratorio, se evaluó el comportamiento de 3 opciones estructurales: un pórtico sin refuerzo y dos pórticos con 2 clases de placas de acero. Estos modelos planteados estuvieron instrumentados con acelerómetros los cuales fueron sometidos a 2 perturbaciones sísmica, una perturbación regional y una de sismo de campo cercano. Se obtuvieron resultados que demuestran que los pórticos con refuerzo con placas de acero llegan a tener una distorsión de un 90% menos que el sin refuerzo. Esto debido a que las placas de acero toman una gran cantidad de la energía originada por la perturbación sísmica y esto hace que los daños a estructura sean menores. El aporte de esta investigación fue querer demostrar que existen sistemas de control de protección contra sismo que son muy efectivos en la reducción de los desplazamientos que ocasionan que se tenga menores distorsiones, que los daños a las edificaciones son irrelevantes y que la estructuras queda totalmente operativa después de la ocurrencia de un movimiento telúrico de gran magnitud, los costos pueden ser altos en el momento de la implementación pero si analizamos costo y beneficios se demuestra que son muy rentables y a vez necesario.

Dougka, Georgia, Dimakogianni, Danai, y Vayas, Ioannis. (2014). *Seismic behavior of frames with innovative energy dissipation systems. South Korea*. Artículo de investigación. Este artículo presenta el diseño y el rendimiento de los marcos de construcción con FUSEIS 1-1 basados en modelos calibrados en los resultados experimentales. Después de fuertes terremotos, los marcos convencionales utilizados en todo el mundo en edificios de acero de varios pisos (por ejemplo, marcos resistentes al momento) no están bien posicionados según la capacidad de reparación. Dos sistemas innovadores para marcos de acero resistentes a los sísmicos incorporados con fusibles disipativos se desarrollaron dentro del Programa de Investigación Europeo "FUSEIS". El primero, FUSEIS1, se asemeja a una viga vertical de Vierendeel y se compone de dos columnas fuertes estrechamente espaciadas conectadas rígidamente a múltiples vigas. En el segundo sistema, FUSEIS2, se introduce una discontinuidad en las vigas compuestas de un marco resistente al momento y los dispositivos disipativos son placas de acero que conectan las dos partes. El sistema FUSEIS es capaz de disipar la energía mediante deformaciones inelásticas en los fusibles y combina la ductilidad y la transparencia arquitectónica con la rigidez. En caso de fuertes terremotos, el daño se concentra solo en los fusibles que se comportan como sistemas de auto centrado capaces de devolver la estructura a su forma inicial no deformada. El trabajo de reparación después de tal evento se limita solo a reemplazar los fusibles. Se realizaron investigaciones experimentales y numéricas para estudiar la respuesta del sistema de fusibles. Codifique las reglas de diseño relevantes para el diseño sísmico de marcos con FUSEIS disipativo y recomendaciones prácticas sobre la selección de los fusibles apropiados en función de los parámetros más importantes y las verificaciones de los miembros que se han formulado y se incluyen en una Guía de diseño.

Farfán, Diego y Rincón, Mario (2016). *Modelo didáctico de una estructura utilizando disipadores de energía de fluido viscoso. Bogotá*. Tesis para obtener el grado de ingeniero civil. Ante los eventos sísmicos sucedidos a través de la historia ha sido de conocimiento de los resultados catastróficos que se han dado en construcciones de gran altura, el cual tienen un sistema de protección contra los movimientos sísmicos que puedan evitar el colapso de la edificación. El objetivo es mejorar el comportamiento de una estructura reforzada con disipadores de fluido viscoso cuando está sometido a carga laterales. El método usado es tipo aplicada, diseño no experimental, Se realizó una concepción inicial para el modelo que se va a diseñar, como selección de recursos y técnicas a implementar, el modelo sugerido

permitió reconocer las diferencias entre una estructura rígida sin ninguna protección sísmica y otra estructura con dispositivos de disipación de energía, estos modelos se les realizó una simulación de una perturbación sísmica de igual medida, Se concluyó al implementar estos dispositivos se disminuyen considerablemente las distorsiones y aumenta la capacidad de respuesta de la estructura frente a una demanda sísmica. El aporte de esta tesis es querer indicar que el reforzamiento con disipadores es totalmente viable en estructuras existente, siempre y cuando se le realice un análisis previo para verificar que clase de sistema de control se necesita.

Mohamed, Ayman (2016) *Damage-Resistant Segmental Double-Skin Bridge Column with Replaceable Energy Dissipaters. South África*. Artículo de investigación. Bajo un movimiento extremo en el suelo, la capacidad de flexión de una columna de hormigón armado (RC) bien diseñada se deteriora debido al aplastamiento del hormigón del núcleo y al pandeo de las barras longitudinales. Por lo tanto, la necesidad de desarrollar nuevas secciones y sistemas para aplicaciones sísmicas es evidente. Este documento presenta la prueba de la mesa de agitación de una columna de puente de doble revestimiento segmentaria resistente a daños con filamentos sin tensión pos tensados con disipadores de energía reemplazables incorporados. La sección transversal de la columna es una sección de doble revestimiento compuesta por un tubo de polímero reforzado con fibra de vidrio exterior, un tubo de acero interior y hormigón fundido entre los dos. Los disipadores de energía consisten en fusibles de acero suave fuera de la sección transversal. La columna tiene las ventajas de la construcción acelerada de puentes, el auto centrado debido al balanceo, la disipación de energía y la facilidad de reemplazo de los disipadores. La columna se sometió a una secuencia de movimientos a tierra similares a pulsos a escala cercana a la falla. También se probó una columna RC de referencia para comparación.

Moustafa, Ayman y Elgawady, Mohamed (2017). *Seismic Behavior of a Damage-Resistant Segmental Bridge Column with External Energy Dissipaters, South Africa*. Artículo de investigación. Este artículo presenta la prueba de la mesa de agitación de una columna de puente de doble revestimiento segmentaria resistente a daños propuesta con filamentos no unidos pos tensados y disipadores de energía externos. Compara la respuesta a la de una columna de hormigón armado convencional (RC) en las mismas condiciones. Se utilizaron disipadores externos de energía en forma de barras de acero A36. La columna combina las ventajas de la construcción acelerada de puentes y el auto centrado debido al balanceo con



alta disipación de energía de las barras de acero. Ambas columnas se sometieron a una secuencia de movimientos a tierra similares a pulsos a escala cercana a la falla. La columna segmentaria de doble piel no sufrió daños perceptibles ni deriva residual después de la secuencia de movimientos hasta el 250% del terremoto de diseño, lo que causó una relación de deriva máxima de 8.85%. Por otro lado, la contraparte de la columna convencional sufrió daños severos con la fractura del corrugado y el desprendimiento extenso de concreto. La deriva residual acumulada de la columna convencional fue del 1.5% después de la secuencia de movimientos hasta el 200% del terremoto de diseño, lo que causó una relación de deriva máxima de 4.8%. La energía disipada por la columna segmentaria fue cercana a la de la columna RC convencional a lo largo de las pruebas.

### **Sismicidad en el Perú**

Díaz la Rosa (2014), Se define como el estudio de cantidad de ocurrencia de un evento sísmicos que ocurren en una zona o área específica. Dicho análisis se reporta en un mapa a los diferentes epicentros que existen, además se deben de considerar en este análisis el tiempo de retorno que se suceden estos eventos (p.12).

Nuestro Perú, se encuentra ubicado en una de las regiones con mayor peligrosidad sísmica que existe en toda la tierra, por es este motivo es que está expuesto a grandes perturbaciones, y que trae perdidas vidas y materiales.

### **Origen de los Sismos en el Perú**

El movimiento sísmico en nuestro país, está asociado a causa de que tenemos una de zona de subducción más grande del planeta, esto se debe a que la placa de nazca se introduce por debajo de la placa sudamericana, el cual se efectúa en todo lo extenso de la borde occidental del continente de América del sur.

Díaz la Rosa (2014), En la banda este del continente de américa del sur, la placa de Nazca se desplaza a una velocidad aproximada de 10 cm al año, esto a diferencia a la placa sudamericana que lo hace a una velocidad de 4 cm aproximadamente al año en el otro sentido (p.28).

En el transcurso de la subducción, la placa de Nazca se mete por debajo de la placa continental, este desplazamiento origina el depósito de energía en ciertas áreas, las cuales se oponen a estos desplazamientos de estas grandes placas, luego esta energía se desprende por intermedio de perturbaciones sísmicas.

## **Reportes de Registros Sísmicos**

Según el instituto geofísico del Perú, el origen de los movimientos telúricos en el Perú, ha originado el comienzo a la elaboración de equipos sofisticados que puedan medir las aceleraciones producidas por las ondas sísmicas. Para el análisis inelástico de la estructura que se van a reforzar con algún sistema de control como son los disipadores de fluido, se deben utilizar registros sísmicos, lo que recomienda CDV representantes en el Perú dice que, por lo menos 3 registros sísmicos reales como mínimo y que además se deben considerar en sus dos componentes y en los casos, la estación de registros debe estar ubicadas en zonas en donde la propiedades del suelo deben ser muy similares a lugar donde se ejecutara el proyecto.

Los registros sísmicos que se utilizarán para la investigación serán:

- **Reporte Sísmico de Lima del año 1966**

Se tomará este reporte completo ocurrido en Lima del 17 de octubre, amplificado con aceleración máxima del suelo peruano  $Z=0.45g$ , cuya magnitud se asemeja a un sismo severo. Este registro tiene una máxima aceleración de 269.31 cm/s<sup>2</sup> y un tiempo de duración de 65.621 seg.

- **Reporte Sísmico de Chimbote del año 1970**

Se tomará el reporte completo ocurrido en Chimbote el 31 de mayo, amplificado con una aceleración máxima del suelo peruano  $Z=0.45g$ . Este registro tiene una máxima aceleración de 104.81 cm/s<sup>2</sup> y un tiempo de duración de 45.02 seg.

- **Reporte Sísmico de Lima del año 1974**

Se usará el reporte Sísmico ocurrido en Lima el 03 de octubre, amplificado con una aceleración máxima del suelo peruano  $Z=0.45g$ . Este registro tiene una aceleración máxima de 192.51 cm/s<sup>2</sup> y un tiempo de duración de 97.97 seg.

## **Comportamiento Sísmico**

Los diferentes sistemas estructurales que se propone para un determinado proyecto, deben estar sometidas a un exhaustivo análisis sísmico, con el objetivo de determinar su comportamiento ante cargas laterales.

Díaz la Rosa (2014), El análisis de una estructura posee como principal objetivo encontrar las diferentes irregularidades que se presentan, desplazamientos y las fuerzas y momentos debido a las cargas laterales y del peso propio de la estructura, para luego pasar a la etapa del diseño (p.30).

Evaluar el comportamiento sísmico a través del análisis estructural es esencial ya que se obtiene datos requeridos para optimo diseño y poder así tener estructuras competentes.

### **Filosofía de Diseño Sismo Resistente**

La norma E.030 (2018) “La filosofía sismo resistente se base en tres puntos específicos, salvaguardar la vida humana, evitar el colapso de la edificación y garantizar la continuidad de los servicios básicos” (p.1).

Los daños que han causado los movimientos sísmicos han sido de gran escala, una prueba de ello es el sino de Chile del año 2010, se produjeron grandes pérdidas tanto en vida como en bienes materiales; estos daños catastróficos se podrían evitar si es que se diseñaran con una correcta normativa y que además en el momento de la ejecución, este sometida a una estricta supervisión.

Gran parte de las fallas en la estructura se deben a la extremada irregularidad que presenta las edificaciones, es por eso que existe una incertidumbre en la ubicación del centro de masa y el centro de rigidez. Si un nivel determinado tiene una cierta rigidez, que en comparación a la rigidez del nivel colindante es bastante menor, lo que va suceder es que en el nivel de rigidez menor incrementaría su deformación y se concentrará la absorción y disipación de energía en el instante de la ocurrencia del sismo, lo cual se traduciría con fallas, como la posible formación de rotulas plásticas.

### **Sistema Estructural Aporticado**

El aporticado es aquel sistema estructural en el cual los que resistente las fuerzas horizontales y verticales son las vigas y columnas, este sistema estructural se caracteriza por su flexibilidad cuando está sometido a cargas laterales, por tal motivo deben ser diseñados con criterios como lo menciona el RNE.

La E.030 (2018), define al sistema aporticado en función a la fuerza de corte que actúa en la base; se menciona que al menos el 80% de la cortante debe ser tomada por las columnas de los pórticos. En el caso que se tengan elementos de muros de corte, estos deben diseñarse para soportar una porción del movimiento sísmico total que le atribuye en función a su rigidez.

Torres (2017), En la actualidad las normas sísmicas toman criterios como la resistencia, rigidez y ductilidad, la ductilidad es una propiedad de un material que se define como la capacidad de ciertos materiales para poder deformarse y no perder resistencia, la falla que se pueda presentar está vinculado cuando se tenga una excesiva deformación inelástica, que

se entiende cuando el material no retorna a su forma original después de la acción de una fuerza externa (p.29).

### **Sistema Estructural de Muros de Corte o Placas**

Muros de corte o placa o también conocidos como muros de concreto, están definidos como muros estructurales, diseñado para soportar diferentes combinaciones de fuerzas cortantes, momentos y fuerzas axiales generadas por un sismo.

La E.030 (2018), define a los muros de concreto de acuerdo a la fuerza cortante en la base que absorbe los muros; el cual indica que al menos el 70% de la cortante deben ser tomada por los muros concreto.

Para Torres (2017), Define las placas o muros de concreto, como componentes estructurales ubicados de manera vertical, que tienen como una de sus funciones es llevar tanto cargas de gravedad hacia la cimentación, como cargas horizontales (p.30).

### **Sistemas de Protección Sísmica**

Los sistemas de protección sísmica se agrupan en: sistemas pasivos, activos, híbridos y semi-activos.

- **Sistema de Control Pasivos:** Son los más comunes y más usados en el mercado, tienen una elevada confiabilidad, esto se debe a que no necesitan de ninguna energía para activarse y por consecuencia no tienen riesgo de estar fuera de servicio ante cualquier circunstancia (Villareal y Díaz la Rosa, 2016).
- **Sistemas de Control Activos:** Este involucra algunos dispositivos adicionales, conocidos como activadores electromecánicos gobernados por algoritmos de control en una unidad central que toma y procesa toda la información, para su operación se necesita indispensablemente de una energía que sea constante (Villareal y Díaz la Rosa, 2016).
- **Sistemas de Control Semi-Activo:** No requieren de una gran suma de energía para lograr entrar en función en comparación con los activos, esto se debe a que no emplean actuadores para cumplir su función, sino de dispositivos pasivos, con capacidad de modificar sus características a partir de un algoritmo de control, para optimizar su respuesta (Villareal y Díaz la Rosa, 2016).

- **Sistemas de Control Híbrido:** Estos se originan de la mezcla de los sistemas antes nombrados, siendo en el mercado la combinación más utilizada la de un sistema pasivo con un sistema activo (Villareal y Díaz la Rosa, 2016).

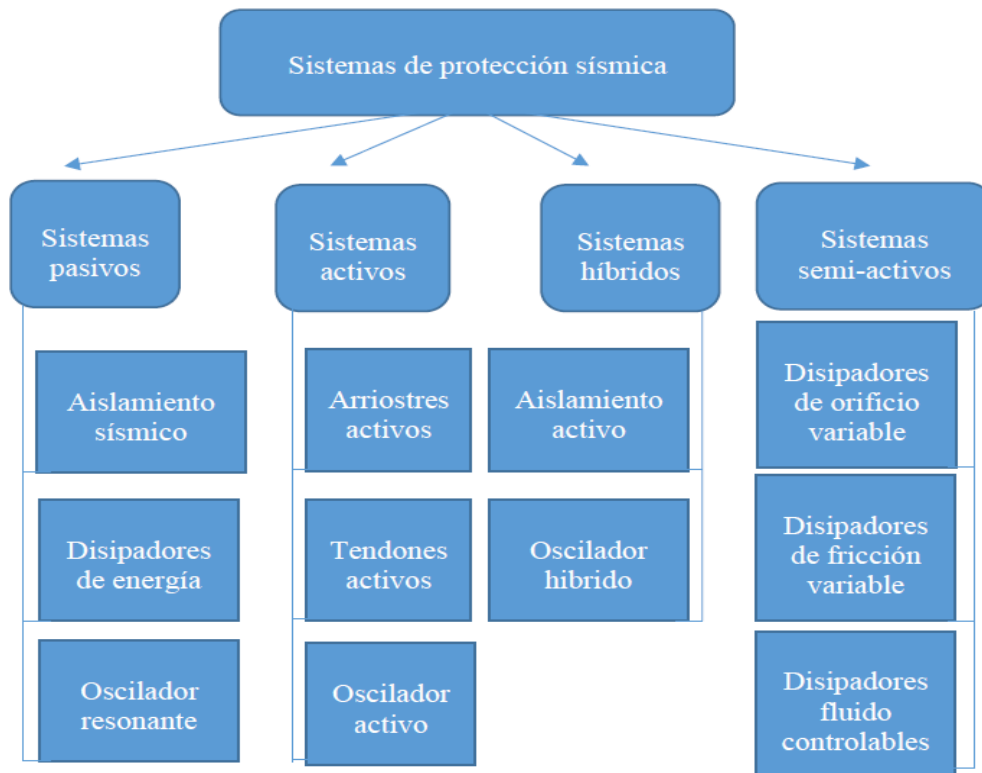


Figura 1. Clasificación de los Sistemas de Protección

### Uso de los Diferentes Sistemas de Control Sísmica

Villareal y Díaz la Rosa (2016), A través del tiempo, el diseño sísmo resistente de estructuras ha tenido como criterio en la combinación de diseño basado en su resistencia y su ductilidad, se debe conseguir que los elementos sean dúctiles, pero a la vez resistente. Cuando se diseña se espera que, para fuerzas sísmicas leves, se espera que la estructura este en el campo o rango elástico, es decir que tenga un comportamiento lineal, pero también se espera que para un sismo severo la estructura no responda elásticamente y esta incursione ya en el rango inelástico, lugar donde se podrá producir fallas en algunos elementos.

Los sistemas de protección activo tienen las cualidades de disipar energía, pero una de sus desventajas que requiere de un activador para que entre en funcionamiento, se requiere un generador de energía.

Los sistemas semi-activos requieren únicamente de cantidades nominales de energía para adaptar sus propiedades mecánicas

Los más usados y los importantes en el mercado mundial y peruano es el sistema de protección tipo pasivo, esto debido a que no se requiere de un activador o mejor dicho de una energía externa para que este entre en funcionamiento, este dispositivo ha demostrado ser eficiente y mejoran el desempeño de las estructuras (p.25).

Para la implantación de estos dispositivos en la estructura propuesta en la presente investigación será del tipo pasivo, el cual será el disipador de fluido viscoso.

### **Sistema Estructural con Disipadores de Energía**

Existen un gran número de avances para lograr optimizar la capacidad de respuesta de la estructura frente a la demanda sísmica, para reducir el daño en los edificios, y otras estructuras.

En la actualidad, el sistema de protección sísmica es bastante usado en varios lugares del mundo, debido a su capacidad de absorber la energía, el sistema de protección con disipadores es que una de la función de estos equipos es disipar parcialmente parte de la energía sísmica de entrada antes que esta sea tomada por la propia estructura, esta absorción de energía causa que los daños sean muchos menores. La consecuencia es una tener una mejor respuesta por toda la estructura, teniendo como resultado el incremento de su desempeño.

### **Estructuras Importantes con Sistemas de Protección Sísmicas**

- Para La Torre Mayor, México, es una de las muestras en América Latina en tener un diseño con grandes amortiguadores. Esta edificación es una combinación de concreto y acero, cuenta con 98 amortiguadores, cuya función es minimizar al mínimo los desplazamientos en el momento de un sismo, en teoría se podría tener un comportamiento aceptable para un sismo de 8.5 grados en la escala de momento.
- Para el Edificio Titanium, es la segunda edificación más alto que hay en Chile. Esta gran estructura posee una pre certificación del Consejo Norteamericano de Edificios, este edificio tuvo un buen desempeño ante el sismo del 2010 de 8,8 en la escala de momento, los daños que se tuvieron fueron leves, la estructura quedo totalmente operacional.
- En la mejora del comportamiento sísmico del Aeropuerto Jorge Chávez de Lima, se implantaron disipadores de energía viscoso, la torre del aeropuerto fue diseñado en los años 60 donde entonces no se consideraban para el análisis las cargas laterales, el criterio

a usar es que se incrementaban en un 30% la carga de gravedad y con este incremento se realizaba el análisis y diseño, posteriormente la empresa privado mando a evaluar la estructura y se optó por usar disipadores de fluido viscoso.

- Se usó para el edificio el Reducto en Lima, este es la primera edificación para uso de oficinas, que tienen disipadores. Esta estructura cuenta con 14 niveles de oficinas en un área 1,030 m<sup>2</sup>.

### **Sistemas Pasivos de Protección Sísmica**

Villareal y Oviedo (2009), Los sistemas de control pasivos se dividen en aisladores en la base, disipadores. Los aisladores tienen la particularidad de estar desacoplados parcialmente del edificio al suelo, esto causa una disminución de energía entrada producido por el sismo y por consecuencia mejora la respuesta sísmica. A diferencia de los disipadores de energía, estos no modifican la energía que entra producto del sismo, esta energía va depender esencialmente del período fundamental y de la masa del edificio, una de sus funciones es incrementar el amortiguamiento y tomar gran parte de la energía generada por la perturbación sísmica y por consiguiente la energía restante la toma la propia estructura y de esta manera se maximiza la respuesta dinámica (p.21)

### **Importancia de los Disipadores de Energía**

Corpus y Morales (2015), El objetivo de usar estos dispositivos, es querer obtener que la edificación posea un óptimo comportamiento frente a un movimiento sísmico, con el fin de asegurar que está se comporte dentro del campo lineal y de esta manera restringir las deformaciones que se pueden generar en el rango inelásticos y restringir la posible formación de rótulas y por consiguiente de esta manera reducir el daño estructural (p.28).

Villareal y Oviedo (2009), Al incorporar los dispositivos de disipación de energía es querer lograr maximizar su respuesta estructural, quedando así el balance de energético:

$$E = E_K + E_S + E_h + E_d \quad (1)$$

Dónde:

E: Energía de entrada producida por el sismo

E<sub>k</sub>: Energía cinética

E<sub>s</sub>: Energía de deformación elástica

E<sub>h</sub>: Energía tomada por la propia estructura

E<sub>d</sub>: Energía disipada por los dispositivos

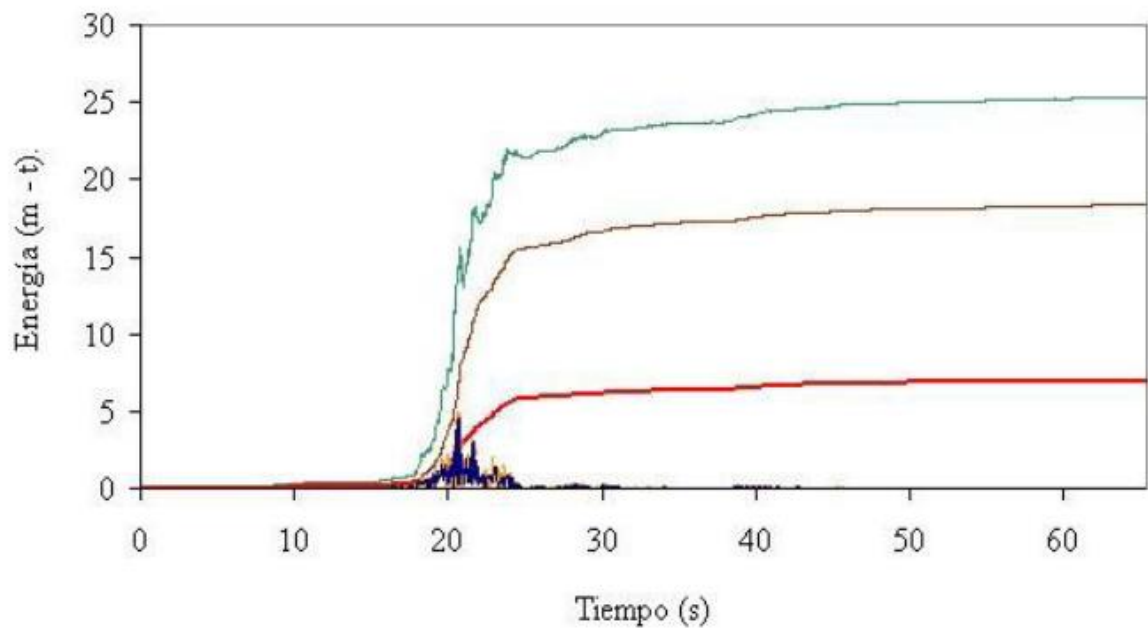


Figura 2. Distribución de la energía en una edificación con disipadores

### Clasificación de los Disipadores de Energía

Guevara Torres (2012), Estos dispositivos se clasifican en tres grandes grupos: el primero los que dependen del desplazamiento, aquí se encuentran los disipadores de fluencia metálica y disipadores por fricción, los segundos son los que dependen únicamente de la velocidad, en este grupo están los ya conocidos disipadores fluido-viscosos, y por último los que dependen del desplazamiento y de la velocidad (p.42).

### Disipadores Dependientes del Desplazamiento

Guevara torres (2012), Son aquellos dispositivos que comienza su funcionamiento de disipar la energía de entrada a través del movimiento relativo de entrepiso o desplazamientos. Estos equipos se caracterizan por aportar un incremento en la rigidez de la edificación, alterando así el periodo de la misma (p. 24). En este tipo se tiene:

- **Disipadores por fricción**

Díaz la Rosa (2014), la función de estos dispositivos es disipar la energía de entrada a través del rozamiento o fricción entre 2 superficies que están en contacto bajo presión y el deslizamiento que existen entre ellas (p.38).

### Disipadores Dependientes de la Velocidad

En este grupo se encuentra los más conocidos y los más vendido en el mercado mundial, que son los disipadores de fluido viscoso.



- **Disipadores Fluido Viscosos**

Díaz la rosa (2014), Estos dispositivos dependen indispensablemente solo de la velocidad, motivo por el cual no hay un cambio en la rigidez de la edificación, su principal función estos equipos es incrementar el amortiguamiento de la edificación (p.39)

### **Disipadores Dependientes del Desplazamiento y la Velocidad**

En este grupo se tiene a los disipadores visco-elásticos

- **Disipadores Visco-Elásticos**

Díaz la rosa (2014), Se han usado estos dispositivos con mucho éxito en una serie de edificios muy altos para lograr incrementar la capacidad de respuesta de las edificaciones ante demanda sísmicas y de viento. Estos dispositivos son capaces de incrementar el amortiguamiento de manera muy significativa, y de esta manera optimizan el rendimiento global de las mismas (p.42)

### **Disipadores de Energía de Fluido Viscosos**

Villareal y Oviedo (2016), tienen la particularidad de mitigar de manera simultáneamente los esfuerzos y las deflexiones de la estructura. Esto se debe que estos equipos varían sus fuerzas dependiendo únicamente de la velocidad. Este dispositivo se caracteriza por tener cámaras donde el fluido se desplaza de una cámara a otra dependiendo del sentido de la fuerza sísmica y esta puede trabajar en tracción o compresión (p. 25)

Para la presente investigación, se va emplear disipadores viscosos de la marca Taylor, debido a que es el principal fabricante a nivel mundial, por ser los más recomendados por los ingenieros estructuralista y porque pueden encontrarse en el mercado nacional.

### **Partes Importantes del Dispositivo**

Según Guevara y Torres (2012), el Disipador de Energía TAYLOR DEVICES INC, tiene las siguientes partes:

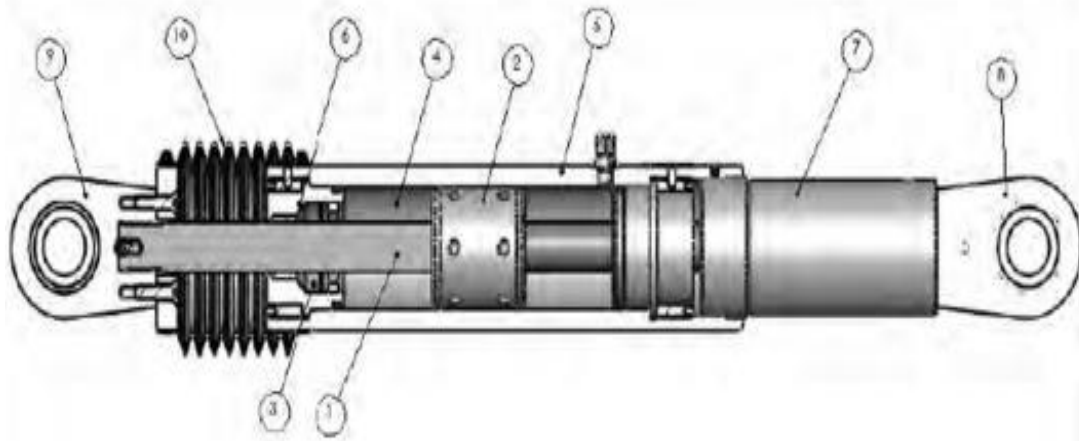


Figura 3. Esquema general de un disipador de Energía TAYLOR DEVICES INC

Dónde:

- 1) Vástago de acero inoxidable
- 2) Cabeza del pistón de acero sólido o de bronce
- 3) Sellos /rodamientos de sello, juntas dinámicas
- 4) Fluido viscoso, silicona incompresible
- 5) Cilindro con tratamiento térmico de aleaciones de acero
- 6) Tapa con tratamiento térmico de aleaciones de acero
- 7) Extender, acero al carbono forjado en aluminio
- 8) Horquilla final con tratamiento térmico de aleaciones de acero
- 9) Cojinete esférico forjado con aleación de acero de calidad aeronáutica
- 10) Fuelle, nylon reforzado de inicio de neopreno

### Ecuación General

Díaz la rosa (2014), dice que:

$$F = CV^\alpha \quad (2)$$

Dónde:

F: Fuerza en el dispositivo.

C: Constante de Amortiguación.

V: Velocidad relativa de amortiguación.

$\alpha$ : Coeficiente que varía entre 0.4 y 0.6 para edificaciones

Se observa que no existe fuerza elástica en la ecuación 2. La fuerza en el disipador solo varia únicamente con la velocidad. Para una velocidad generada las fuerzas deben ser la mismas en todos los puntos del dispositivo (p.52)

### **Coefficiente de Amortiguamiento “C”**

Guevara y Torres (2012), Es llamada también como la constante de amortiguamiento del dispositivo, y está determinado por las características del fluido dentro del dispositivo. Su cálculo para obtener una estimación, va depender únicamente del tipo de disipador a usar como son los lineales o no lineales y del amortiguamiento requerido que quiera obtener (p.48)

**Amortiguadores No Lineales:** Villareal y Díaz la Rosa, (2016). Para poder calcular este coeficiente de amortiguamiento para dispositivos no lineales se puede usar la siguiente ecuación extraída del FEMA 274 (p.42)

$$\beta_H = \frac{\sum_j \lambda C_j \phi_{rj}^{1+\alpha} \cos^{1+\alpha} \theta_j}{2\pi A^{1-\alpha} \omega^{2-\alpha} \sum_i m_i \phi_i^2} \quad (3)$$

Dónde:

**$\beta_H$ :** Amortiguamiento viscoso de la estructura

**$C_j$ :** Coeficiente de amortiguamiento del disipador j

**$m_i$ :** Masa del nivel i

**$\theta_j$ :** Ángulo de inclinación del disipador j

**$\phi_i$ :** Desplazamiento modal en el nivel i

**$\phi_{rj}$ :** Desplazamiento relativo entre ambos extremos del disipador j en la dirección horizontal. (Obtenido del sismo de diseño)

**$A$ :** Amplitud de desplazamiento del modo fundamental (desplazamiento modal de la losa del ultimo nivel)

**$\omega$ :** Frecuencia angular

**$\lambda$ :** Parámetro lambda

**$\alpha$ :** Exponente de la velocidad

### Exponente de Amortiguamiento “ $\alpha$ ”

Villareal y Díaz la Rosa (2016), El exponente se define como la respuesta del dispositivo frente a efecto de velocidad, a su vez este valor determina el comportamiento histerético de los disipadores usados. Los dispositivos con un valor igual a la unidad son llamados disipadores lineales, una propiedad de estos dispositivos es que la fuerza en el dispositivo es directamente proporcional a la velocidad relativa.

Los dispositivos cuyo valor es mayor o menor de 1, son los conocidos disipadores no lineales

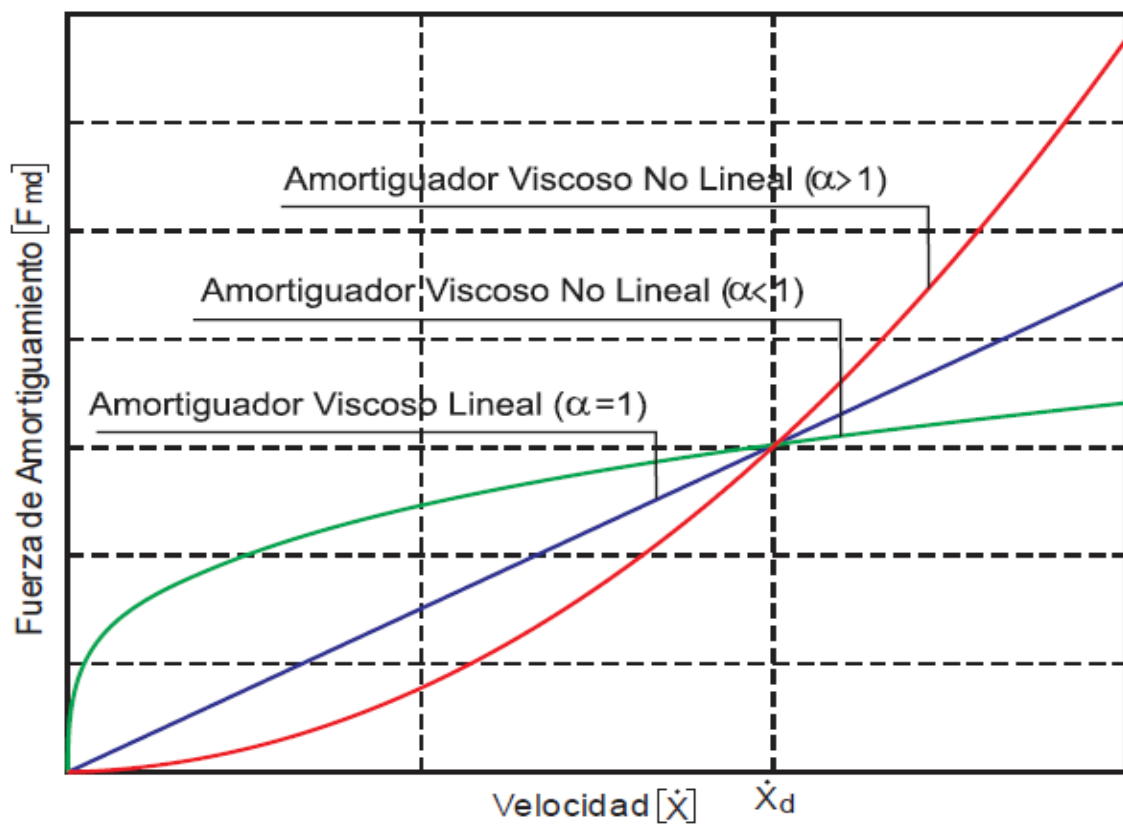


Figura 4. Relación velocidad vs fuerza del disipador

Los valores menores a la unidad, son más eficiente y son los más utilizados debido a que estos requieren de reducidas velocidades para su funcionamiento, mientras los dispositivos con valores mayores a unidad, generalmente no son usados en edificaciones, esto se debe a que se requiere de grandes velocidades para aumentar de manera significativamente la fuerza en el disipador.

**Tabla 1.** Valores de  $\alpha$  y  $\lambda$

Exponente ( $\alpha$ )	Parámetro ( $\lambda$ )
0.25	3.7
0.50	3.5
0.75	3.3
1.00	3.1
1.25	3.0

Fuente: Villareal y Díaz la Rosa (2016)

### Ángulo de Inclinación del Dispositivo

El ángulo de inclinación ( $\theta_j$ ) y el desplazamiento relativo del disipador de energía  $\phi_{rj}$  se muestra en la siguiente figura (Villareal y Díaz la Rosa 2016).

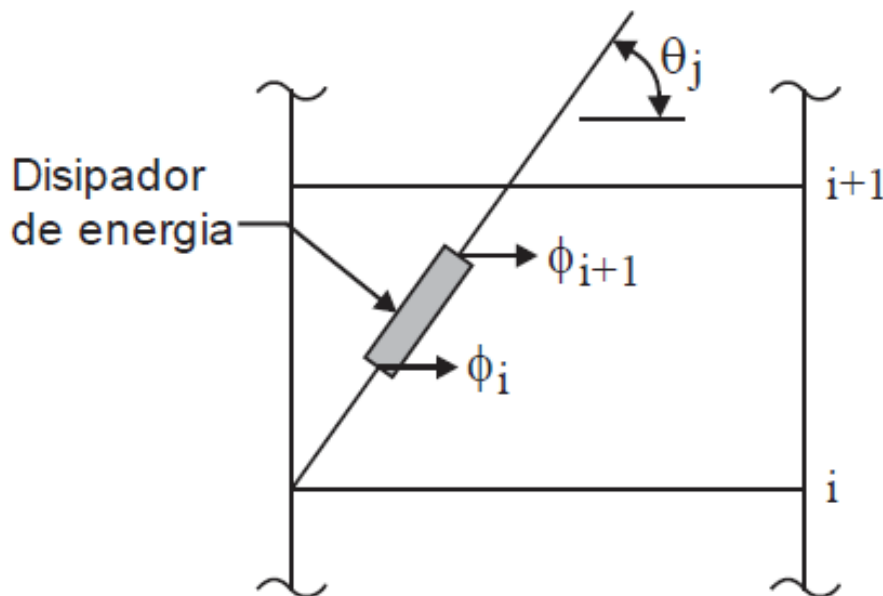


Figura 5. Ángulo de inclinación y desplazamiento relativo del disipador de energía

### Rigidez del Brazo Metálico “K”

Villareal y Díaz la Rosa (2016), Se debe tomar en consideración la rigidez del brazo metálico ya que este tiene mayor rigidez axial y por ende presenta menor deformación axial, en comparación a la rigidez del disipador, es de suma importancia que el área de este perfil le corresponda un área muy significativa, esto con el objetivo de poder de reducir las deflexiones elásticas en el brazo metálico (p.15)

$$K = \frac{EA}{L} \quad (4)$$

Dónde:

E: Coeficiente de elasticidad del acero

A: Área del acero

L: Longitud del brazo metálico

CDV representantes recomienda el uso de los perfiles tipo HSS o tipo PIPE por razones de estética y por su facilidad de instalación.

### Comportamiento Fuerza - Desplazamiento

Guevara y Torres (2012), Es la curva que define el comportamiento histéretico de un disipador de fluido viscoso, cuya forma geometría es elíptica, alcanzando sus valores mayores de fuerza cuando los desplazamientos son nulos (p.64).

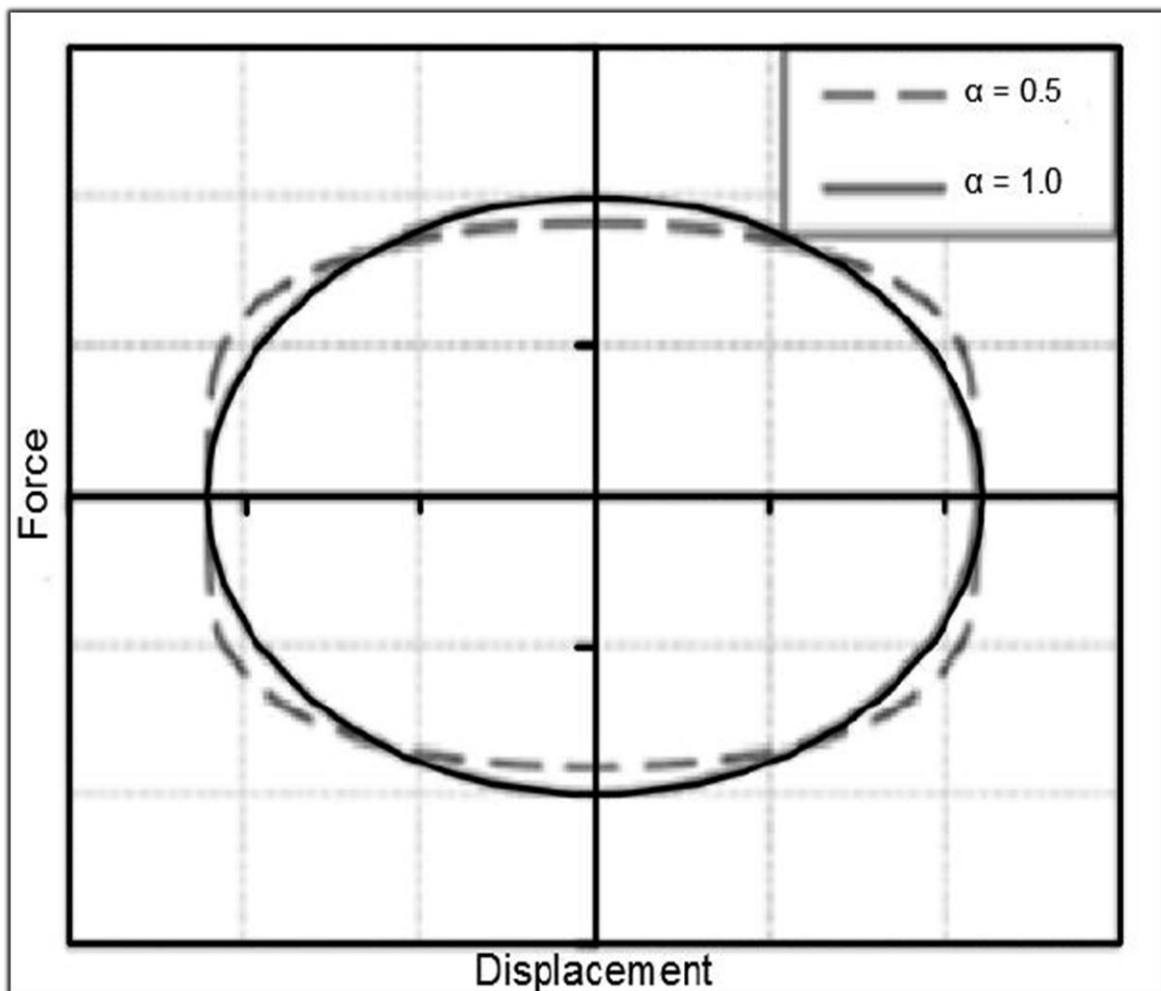


Figura 6. Fuerza y Desplazamiento para exponentes de velocidades de 1 y 0.5

Es importante conocer el comportamiento histerético de cada disipador ya que con esta información se logra determinar que cada dispositivo está trabajando correctamente y esto se logra cuando la curva que se genera es forma elíptica.

### **Criterios Para la Ubicación y Disposición de los Disipadores**

Díaz la Rosa (2014), Poder determinar la mejor ubicación de los dispositivos, se podrá logra realizando un proceso iterativo, en el cual el proyectista debe ensayar varios arreglos y ubicaciones, en esta etapa se tomar en consideración la arquitectura y el uso que se le va dar a la edificación, por este motivo los profesionales a cargo del proyecto, ya sean en la etapa de la concepción arquitectónica, como en la etapa de la estructuración, deben de trabajar de manera conjunta (p.72)

La norma americana ASCE 7-10, menciona que se debe evitar que la estructura presente irregularidades, también menciona que se debe colocar un mínimo de 2 dispositivos en la dirección que se quiera reforzar, se debe colocar los dispositivos en todos los pisos y que además para evitar la torsión se debe buscar simetría en su distribución.

Presentamos las siguientes disposiciones más usados:

#### ➤ **Disposición CHEVRON**

Chávez, (2016), Con esta posición de logra un gran rendimiento, esto se debe a que, en esta posición, los dispositivos toman las fuerzas horizontales de manera directa, pero no todo puede ser ventajas ya que también presenta desventaja ya que en esta colocación las vigas se sobren esfuerzan, para evitar este sobre esfuerzo se colocan planchas y anclajes (p.56)

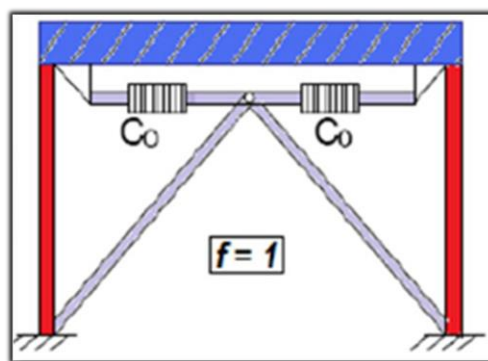


Figura 7. Disposición CHEVRON

#### ➤ **Disposición Diagonal**

Chávez (2016), Esta forma de disposición en diagonal es menos eficiente en comparación con la posición CHEVRON, esto se debe a que al tener un ángulo de inclinación no se

puede lograr la disipación total de la energía de ingreso, pero se debe recalcar que esta posición se logra un ahorro en el gasto del proyecto, esto debido a que al ser diagonal esta encaja de manera perfecta en el pórtico y de manera solo se emplea los brazos metálicos que unen a estos dispositivos con la estructura, otra característica de esta posición es que no sobre esfuerzan a la estructura donde están acoplados y otra gran ventaja y las importante es que se puede instalar como mucha facilidad en estructuras existentes (p.58).

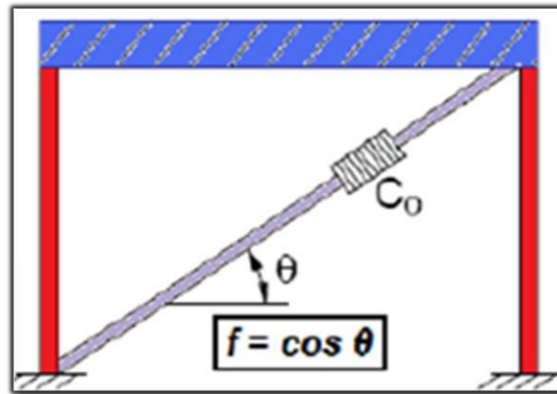


Figura 8. Disposición diagonal

### Fabricantes

- **Taylor Devices Inc:** Guevara y Torres (2012), Empresa de EE.UU, uno de sus principales ventajas que presenta es que los Taylor no necesariamente requieren de ningún mantenimiento, pero deben ser nuevamente calibrados después de la ocurrencia de un sismo antes. En nuestro país, la empresa que representa a la Taylor es la CDV representantes



Figura 9. Disipador Taylor de fluido viscoso TAYLOR



Corpus y Morales (2015), Una de las grandes ventajas que presentan los dispositivos fabricados por Taylor es que no requiere necesariamente de mantenimiento, pero si requiere volver hacer calibrados después de ocurrido un sismo. Pero que, además, cada dispositivo es llevados a rigurosos ensayos, donde se aplican altas velocidades para poder verificar fuerzas pico de diseño antes de salir al mercado (p.45).

- **Kajima Corporation:** Díaz la Rosa (2014), Es una empresa japonesa, produce dos tipos de disipadores viscosos los llamados **HIDAM** y los **HIDAX**, en ambos, son dispositivos que aumenta el amortiguamiento a la edificación, (p.64).

### **Metodología de Diseño con Disipadores de Fluido Viscoso**

Para desarrollar el análisis estructural de un Apoticado con disipadores de fluido viscoso, se usará la metodología que asegure que la edificación presente un buen desempeño y que garantice un nivel de seguridad para las personas que lo habitan y que además asegure la operación después de evento telúrico, usaremos lo que recomendado por el Comité VISION 2000.

### **Nivel de Desempeño y Estado de Daño Según el Comité VISION 2000**

Lo propuesto por el comité VISION 2000, incorpora 5 niveles de desempeño, son mencionados a continuación.

- **Completamente Operacional:** En este nivel, en las estructuras no se generan daños en elementos estructurales y no estructurales, las repercusiones sobre los usuarios que lo habitan estas edificaciones son completamente despreciables.
- **Operacional:** Para este nivel, en el cual ocurren daños que se caracterizan porque son muy reducidos o escasos en elementos no estructurales, como también en los contenidos de la edificación, pero se pueden aceptar daños menores en algunos elementos estructurales.
- **Seguridad de vida:** En este nivel, en el cual se aceptan daños moderados en elementos estructurales, no estructurales y en todo lo que contiene la edificación
- **Pre Colapso.** En este nivel, en el cual se presentan degradación o pérdida de rigidez y la pérdida de resistencia de los elementos estructurales como columnas, vigas, placas, en este nivel de desempeño, la estabilidad está gravemente comprometida, la cual está muy cerca al colapso, también existe interrupción de los diferentes servicios y salidas de escape.

- **Colapso:** En este último, Existen falla parcial o total de soporte de la estructura, es imposible su reparación.

### **Relación de Daño-Nivel de Desempeño**

Para el comité VISIÓN 2000, con respecto a todo el sistema estructural, todos estos niveles de desempeño, están referidas a las áreas que se muestra en la curva de capacidad del elemento estructural, quiere decir, se evalúa el daño de una edificación en función primordial de su desplazamiento que tenga esta misma. Por consiguiente, cuando se da que la estructura incurse en el rango inelástico, el aumento del daño se debe a causa al incremento desmesurado del desplazamiento.

El comité VISION 2000, efectúa una enorme caracterización o descripción de los diferentes niveles permitidos o permisibles de daños, que están directamente agrupados para cada uno de los niveles de desempeño indicados para cada uno de los sistemas y sub-sistemas de la edificación, el cual se muestra en la tabla 2.

**Tabla 2.** *Daño – Nivel de desempeño*

ESTADO DE DAÑO	NIVEL DE DESEMPEÑO
Despreciable	Totalmente Operacional
Leve	Operacional
Moderado	Seguridad de vida
Severo	Pre-colapso
Completo	Colapso

Fuente: Comité Visión 2000

### **Sismo de Diseño y Nivel de Desempeño Esperado**

El nivel de desempeño esperado, está muy relacionado a la importancia de la edificación, esto quiere decir que, si la estructura está considerada como: estructura crítica (industrias), esenciales (centros educativos, centros médicos, estación de bomberos) o básica (oficinas y vivienda). De esta manera el desempeño que se espera para las edificaciones, determinara los requisitos mínimos, cuando este frente a los diversos niveles de amenaza. En la Tabla 3 se indica los diversos niveles para cada sismo para la cual se va diseñar.

**Tabla 3.** Niveles Recomendados de desempeños esperados

SISMO DE DISEÑO	NIVEL DE DESEMPEÑO			
	Totalmente Operacional	Operacional	Seguridad de Vida	Próximo al Colapso
Sismo frecuente 43 años	Estructura Básica			
Sismo ocasional 72 años	Estructura Esencial	Estructura Básica		
1Sismo raro 475 años	Estructura Crítica	Estructura Esencial	Estructura Básica	
Sismo muy raro 970 años	Estructura Crítica	Estructura Crítica	Estructura Esencial	Estructura Básica

Fuente: Comité Visión 2000

### Factor de Reducción de Respuesta “B”

Villareal y Díaz la rosa (2016), Para la ASCE 7-10, la capacidad de respuesta de la estructura cuando este frente a una demanda sísmica, podrá ser reducida, esto se debe a que la estructura incrementa su capacidad de amortiguamiento generado por la incorporación de los dispositivos de fluido viscoso (p.13).

Para obtener este valor se debe realizar los análisis respectivos como lo recomienda la Norma ASCE 7-10, el cual indica que se debe tomar la deriva máxima que es tomada del análisis tiempo historia lineal realizada a la estructura sin los dispositivos.

Esta reducción de respuesta se expresa mediante:

$$B = \frac{D_{\max}}{D_{\text{objetivo}}} \quad (5)$$

Dónde:

D<sub>max</sub>= Deriva máxima tomada del análisis tiempo historia lineal sin dispositivos

D<sub>objetivo</sub>= Deriva objetiva tomada por la Norma E030 o por medio de la relación daño-deriva de la metodología HAZUS.

### Propuesta del Manual de Hazus para la Relación Deriva – Daño

Según Hazus, se muestra en la tabla 4, que para cada nivel de daño esperado que se tiene se asocia una deriva de entre piso, llamado también Deriva Objetivo, para encontrar este valor se tomara en cuenta el tipo de estructura que se quiera estructurar, tomando en cuenta los factores mencionados.

**Tabla 4.** Deriva Objetivo según el manual HAZUS

DERIVAS OBJETIVO SEGÚN EL DAÑO ESPERADO					
TIPO	Número de Pisos	Daño Leve	Daño Moderado	Daño Severo	Daño Completo
C1L	1-3	0.005	0.0087	0.02	0.05
C1M	4-7	0.0033	0.0058	0.0133	0.0333
C1H	8 a mas	0.0025	0.0043	0.01	0.025

Fuente. Federal Emergency Agency FEMA

### **Recomendaciones Para el Análisis Sísmico**

Villareal y Díaz la Rosa (2016), Los requerimientos del código ASCE 7-10 en su capítulo 18, propone 4 procedimientos para el análisis, para estructuras que se les incorporen estos disipadores (p.21).

#### **Procedimientos No Lineales**

- Análisis Tiempo Historia No Lineal
- Análisis Estático No Lineal

#### **Procedimientos Lineales**

- Análisis Dinámico Modal Espectral
- Análisis Estático o de Masas Equivalente

En nuestro país el procedimiento de análisis en la estructura cuando están acoplados los dispositivos de fluido viscosos se emplea el análisis Tiempo Historia No lineal.

Los registros sísmicos usados para el análisis tiempo historia, debe ser tomados de las estaciones acelerograficas ubicadas en un suelo con propiedades similares al dónde va estar ubicado el proyecto, para de esta manera asegurar que el resultado sea confiable.

#### **Recomendaciones Para el Análisis Dinámico Modal Espectral**

Se debe considerar que las estructuras sin disipadores deben ser sometido a un análisis modal espectral con un factor de reducción Igual a 1, esto se hace para asegurar que la estructura pueda entrar en el campo inelástico ante un sismo severo y los desplazamientos obtenidos ya no se multiplican por 0.75R sino por 1.

#### **Recomendaciones Para el Análisis Tiempo Historia**

Villareal y Díaz la Rosa (2016), Para el caso de nuestro país, los fabricantes de estos dispositivos en el Perú, recomienda considerar un mínimo de 3 pares de registros sísmicos, están deben ser escalados a un espectro de diseño en donde el valor de R sea igual a 1, los

valores que se tomen para obtener las propiedades de los dispositivos, como el cálculo de la constante de amortiguamiento, se tomara el espectro de diseño de aquel cuyas derivas máximas del análisis tiempo historia se ajusten más a las derivas máximas obtenidas del análisis modal con factor de R igual a 1, además estas derivas deben estar en una diferencia aproximadamente de 0.0015 (p.21).

### **Problema General**

- ¿Cuál es el Comportamiento sísmico de un Sistema Aporticado con Disipadores de Fluido Viscoso y un Sistema de Muros de corte, edificación de Oficinas - Prime, los Olivos 2019?

### **Problema Específicos**

- ¿Qué variables hay que considerar para obtener un diseño sismo resistente para un sistema Aporticado con disipadores de fluido viscoso de la Edificación Prime?
- ¿Qué porcentaje de energía absorbe los disipadores de Fluido Viscoso en el sistema Aporticado de la Edificación- Prime?
- ¿Cómo son los desplazamientos y distorsiones de un Sistema Aporticado con Disipadores de Fluido Viscoso y un Sistema de Muros de Corte en la edificación Prime?

### **Justificación del Estudio**

- **Económico:** Cuando una estructura tiene deformaciones que superan los límites establecidos, se podrá generar daños muy desfavorables en elementos estructurales, en consecuencia, los costos de reparación podrían ser muy altos, por este motivo se debe elegir correctamente que sistema estructural debe usarse, con el fin de que tenga un buen desempeño y garantizar que los daños post-sismo sean lo esperado y de esta manera poder cuidar la inversión tanto pública como privada.
- **Social:** Los sistemas de control como los disipadores de fluido viscoso tienen por objetivo aumentar el amortiguamiento y así poder reducir las distorsiones de entrepiso con el fin mejorar el desempeño estructural de las edificaciones y de esa manera salvaguardar la vida de los que lo habitan
- **Práctica:** Esta investigación se realiza porque existe la necesidad de mejorar el nivel de desempeño de las edificaciones ante la ocurrencia de un sismo severo, con el uso de disipadores de energía de fluido viscosos, y así lograr que la estructura quede operativa, minimizando lo daños post sismo.

### **Hipótesis General**

- Los Sistemas Aporticado con Disipadores de Fluido Viscoso presenta un mejor comportamiento sísmico que un sistema de muros de corte para la edificación de Oficinas-Prime, los Olivos 2019.

### **Hipótesis Específicos**

- La rigidez y el amortiguamiento, son variables que hay que considerar, para lograr obtener un diseño sismo resistente de un sistema aporticado con disipadores de energía de fluido viscoso de la edificación Prime
- Los disipadores de Fluido Viscoso absorben entre un 45%-50% de energía en el Sistema Aporticado de la Edificación Prime.
- Los desplazamientos y distorsiones, de un sistema Aporticado con Disipadores de fluido viscoso son menores al de un Sistema de Muros de Corte en la Edificación Prime.

### **Objetivo General**

- Determinar el Comportamiento sísmico de un Sistema Aporticado con Disipadores de Fluido Viscoso y un Sistema de Muros de corte, edificación de Oficinas-Prime, los Olivos 2019.

### **Objetivos Específicos**

- Determinar las variables que hay considerar para obtener un diseño sismo resistente para un sistema Aporticado con disipadores de fluido viscoso de la Edificación Prime
- Determinar el porcentaje de energía que absorbe los disipadores de Fluido Viscoso en el sistema Aporticado de la Edificación- Prime.
- Determinar los desplazamientos y distorsiones de un Sistema Aporticado con disipadores de fluido viscoso y un Sistema de Muros de Corte en la Edificación Prime

## **II. MÉTODO**

## **2.1 Tipo, Nivel y Diseño de Investigación**

### **2.1.1 Tipo de Investigación**

Para Tamayo (2003), La investigación aplicada es la investigación donde se usa ya el conocimiento existente para resolver un problema, en este tipo de investigación no se genera un nuevo conocimiento (p.43)

- **La investigación es Aplicada**, porque estará basada en reglamentos y normas realizadas para el análisis y diseños de edificaciones sismo resistentes.

### **2.1.2 Nivel de Investigación**

El nivel de investigación es descriptivo correlacional, el objetivo principal es poder reconocer a través de la descripción las diferencias y coincidencias entre dos o más unidades de análisis, para describir a través de la causa efecto entre el comportamiento de uno o más eventos en los grupos estudiados (Barrera, 2008, p.141)

Por lo descrito por el autor, para la presente investigación le correspondería un nivel descriptivo correlacional, ya que se va medir la relación entre las variables, y así tener los diferentes resultados de los análisis obtenidos del comportamiento sísmico de la edificación Prime con un Sistema Aporticado con disipadores de fluido viscoso o un Sistema estructurado con Muros de Corte

### **2.1.3 Diseño de Investigación**

La Investigación es un diseño **No experimental**, como menciona:

Hernández, Fernández y Baptista (2010) la investigación no experimental, son investigaciones donde no se deben manipular las variables y en los que sólo se observan los eventos que se generan en su estado natural, para luego pasar a otra etapa que es el análisis (p.29)

- **La investigación es no experimental transversal**, porque las variables independientes están ya fijadas o establecidas, según normas, y marcos teóricos y es también diseño transversal, porque se recolectarán los datos en un solo momento, en un único tiempo y se cuantificara en valores contables, medibles y porcentajes.

### **2.1.4 Enfoque Investigación**

El enfoque cuantitativo esto se hace en base a la medición de resultados numéricos y además de un análisis estadístico si así lo requiera, con el objetivo de establecer espectros de comportamiento y comprobar teorías (Hernández, Fernández y Baptista, 2010, p. 27).



El presente proyecto de investigación es de enfoque cuantitativo ya que se tendrá datos numéricos para la obtención de los resultados y su posterior análisis.

## 2.2 Operacionalización de Variables

VARIABLES	DEFINICIÓN DE VARIABLES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>V1:</b> <b>Independiente</b>  Sistema Aporticado con disipadores de fluido viscoso y Sistema de Muros de Corte	Los sistemas estructurales se clasifican de acuerdo al tipo de material y su configuración estructural Norma E.030 (2018)	Para alcanzar los indicadores, se seguirá las recomendaciones de la Norma ASCE, FEMA; MANUAL HAZUS	Estructura Aporticada con disipadores	-Amortiguamiento -Desempeño de los disipadores -Balance energético -Desplazamientos del Modelo N° 1	De Razón
			Estructura con Muros de corte	-Desplazamientos del Modelo N° 2 -Balance Energético	
<b>V2:</b> <b>Dependiente</b>  Comportamiento sísmico	(Villareal y Oviedo,2009) El análisis sísmico de una estructura tiene como objetivo encontrar las fuerza y momentos debido a la carga sísmica en cada uno de los elementos estructurales para luego proceder con el diseño	Realizar el análisis Modal con R=1, se escalarán los registros sísmicos elegidos al espectro de diseño con R=1, luego se realiza el análisis tiempo historia, se elegirá el sismo de diseño, luego se acoplará los disipadores para realizar el análisis tiempo historia no lineal	Rigidez y Amortiguamiento	-Distorsiones con R=1 -Amortiguamiento Viscoso	De razón
			Desempeño de los disipadores	-Curvas histeréticas -Fuerza en los disipadores	
			Balance energético	-Energía total de entrada -Energía que absorbe la Estructura -Energía que absorbe los Disipadores	
			Desplazamientos del Modelo N°1	-Desplazamiento del centro de Masa -Distorsiones inelásticas de entrepiso	
			Desplazamientos del Modelo N° 2	-Desplazamientos del centro de Masa -Distorsiones Inelásticas de entrepiso	

## 2.3 Población, Muestra y Muestreo

### 2.3.1 Población

Para Behar (2008), Es el universo de individuos, objetos, que tienen algunas características similares que son medibles en un lugar o ya sea en un tiempo específico. Cuando se realice

una investigación se debe tener presente algunas descripciones primordiales al seleccionar la población de estudio como: Homogeneidad, tiempo, espacio y cantidad (p. 24).

Esta investigación tiene por población al conjunto de edificios de concreto armado del tipo aporticado de 6 niveles para uso de oficinas, que existen en el Distrito de los Olivos.

### 2.3.2 Muestra

Para Behar (2008), Los tipos de muestras a usar para seleccionar y tener nuestra unidad de análisis dependerá mucho de la cantidad y cuan representativa se quiere que sea el estudio de población, estas pueden del tipo intencional, aleatoria (p. 25).

Para el proyecto de investigación, la muestra que se tomara será una propuesta de proyecto que se podrá realizar en el Distrito de los Olivos, el cual será estructurado como un Aporticado con disipadores de fluidos viscoso y la otra propuesta es estructurarlo con muros de cortes, se justifica esta muestra de toda la población que son los edificios existentes del tipo Aporticado ya que el reforzamiento con disipadores de fluido viscoso a estructuras existentes no necesariamente es viable, esto debido a que la estructura a reforzar debe ser sometidos a una análisis previo, el cual se podrían obtener derivas muy grandes, mejor dicho que la estructura a reforzar sea demasiada flexible y se sabe que estos dispositivos de fluido viscoso no aportan rigidez a la estructura sino incrementan el amortiguamiento, por tal motivo se tomara como muestra a la Edificación Prime como unidad de análisis el cual será sometida dos criterios de estructuración como se muestra en la siguiente tabla 5

**Tabla 5.** Modelos de Estructuración para la Muestra

Propuesta de Estructuración Para la Muestra	
Modelo N° 1	Sistema Aporticado con disipadores de Fluido Viscoso
Modelo N° 2	Sistema de Muros de Corte

Fuente. Elaboración propia

### 2.3.3 Muestreo

#### 2.3.3.1 Muestreo no probabilístico

Para Arias (2006), es un proceso de selección en el que no se sabe o se ignora la probabilidad que tienen todos los elementos de la población para poder formar la muestra. (p. 85).

#### 2.3.3.2 Muestro intencional

Para Arias (2006), En este caso, los elementos para ser elegidos para que integren la muestra, está en base en criterios o juicios fijados por el investigador (p. 85).

Se consideró como muestra la Edificación Prime el cual será para uso de oficinas ya que cumple ciertas condiciones o juicios para su análisis:

- Edificación de categoría C y ubicación de la zona 4 según la norma E 0.30
- Debe estar Operativa después de la ocurrencia de un sismo severo

## 2.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos, Validez y Confiabilidad

Según Vara (2012), comenta que, los instrumentos se usan para recoger datos científicos que deben ser confiables y válidos.

### 2.4.1 Técnicas

La técnica a usar para el presente proyecto de investigación será la observación indirecta, ya que recogerá los resultados obtenidos en el programa ETABS, haciendo usos de los instrumentos para luego describir las características y comportamiento.

### 2.4.2 Instrumentos

El instrumento a usar para el proyecto de investigación será el uso de fichas de datos y tablas para la obtención de resultados para cada uno de las dimensiones y sus respectivos indicadores, estos instrumentos se presentan en los anexos, el cual mostramos en la siguiente tabla indicado el número de ficha y sus dimensiones

**Tabla 6.** *Número de Dimensión y Número de Anexo*

Fichas , Dimensiones y Anexos		
Ficha N° 1	Dimensión N° 1	Anexo N° 3
Ficha N° 2	Dimensión N° 2	Anexo N° 4
Ficha N° 3	Dimensión N° 3	Anexo N° 5
Ficha N° 4	Dimensión N° 4	Anexo N° 6
Ficha N° 5	Dimensión N° 5	Anexo N° 7

Fuente. Elaboración propia

### 2.4.3 Validez

Estas fichas de datos y tablas de obtención de resultados serán validadas por juicio de 3 expertos con especialidades en Ingeniería estructural, estas validaciones de los Instrumentos se presentan en la siguiente tabla indicando sus anexos

**Tabla 7. Juicio de Expertos**

Numero de Anexos	Nombres de Expertos	N° de CIP
Anexo N° 8	Ing. Santos Ricardo Padilla Pichen	51636
Anexo N° 9	Master. Marco Antonio Zeña Armas	154203
Anexo N° 10	Ing. Carlos Danilo Minaya Rosario	50187

Fuente. Elaboración Propia

#### **2.4.4 Confiabilidad**

ETABS y SAP2000, son softwares innovadores usados para análisis estructural y diseño de edificios de concreto. Esto es resultado de más 40 años de investigación y de desarrollo continuo, estos programas poseen herramientas muy sofisticadas, también posee una alta suficiencia de poder analítico lineal y no lineal. Estos softwares están basados en normativas Internacionales instauradas en los programas CSI.

El ingeniero Enrique Martínez Romero (diseñador de la Torre Mayor de México) y fabricantes, como Taylor, recomiendan el uso del SAP2000 y el ETABS como programas para realizar el análisis de edificaciones reforzados con disipadores.

Para el análisis estructural de los 2 modelos del presente proyecto, se ha usado el software ETABS, el cual se ha contado con una licencia de uso de evaluación original, el cual es brindada por la CSIAMERICA, dicho link de descarga se muestra en el anexo N° 11, también se ha contado con una licencia de evaluación original, dada por la Empresa INGENIERIA SISMICA DEL PERU, a través de su curso de actualización y capacitación de Diseño Sismo Resistente de Estructura de Albañilería Confinada , el cual se muestra en el mismo anexo.

#### **2.5 Procedimiento**

Para el desarrollo del proyecto de investigación se consideran los siguientes procedimientos:

- Realizar la estructuración y el pre dimensionamiento de los 2 sistemas estructurales planteados, tomando en consideración la norma E020, E.030, E.060.
- Determinar los parámetros sísmicos del sitio donde se ubica la edificación.
- Realizar el análisis estructural del modelo N° 1, análisis estático, análisis modal espectral
- Verificar la irregularidad torsional, cortante basal, cortante dinámica, masa participativa, distorsiones.

- Realizar el modelamiento considerando todos sus elementos y someterlo a un análisis dinámico modal, haciendo uso de un factor de reducción igual 1, con el objetivo que la estructura incurriere en el rango inelástico y así poder hallar las máximas derivas.
- Realizar el escalamiento de los registros sísmicos con el programa Sismo Match, para obtener el espectro de respuesta, se debe considerar el escalamiento tomando en consideración en sus 2 componentes E-O, N-S, y en sus dos casos. Se usarán registros sísmicos que cuyas estaciones estén ubicadas en Lima debido que nuestro proyecto está ubicado en el Distrito de los Olivos, (se usarán registros sísmicos del año 1966 en Lima, el registro sísmico del año de 1970 en Chimbote y registro sísmico del año 1974 en Lima)
- Efectuar el análisis tiempo historia lineal, con los registros escalados.
- Verificar las distorsiones del análisis tiempo historia lineal y hacer una comparación con las distorsiones obtenidas en el análisis dinámico modal espectral con  $R=1$  y tomar las distorsiones que más ajuste a las distorsiones del análisis Modal Espectral, con el objetivo de obtener el sismo de diseño
- Calcular las propiedades del disipador como es la rigidez del brazo metálico haciendo uso de lo propuesto por CDV representaciones.
- Calcular el coeficiente de amortiguamiento haciendo uso de los resultados obtenidos del análisis tiempo historia lineal del sismo elegido.
- Realizar el análisis Tiempo Historia No lineal haciendo uso del sismo de diseño y las propiedades del disipador como coeficiente de amortiguamiento y su rigidez.
- La norma ASCE 7-10 recomienda el uso de 2 disipadores como mínimo por cada dirección.
- Verificar las distorsiones obtenidos en el análisis no lineal y compararlas con el lineal sin disipadores, verificar el balance energético y curvas Histeréticas de cada disipador
- Efectuar el análisis de la estructura del modelo N<sup>a</sup>2 con muros de corte, para esto se seguirá el procedimiento del análisis estático y dinámico modal espectral.
- Verificar la irregularidad Torsional, desplazamientos, distorsiones, cortante basal, cortante dinámica, masa participativa y distorsiones, balance energético.
- Realizar la comparación entre los 2 sistemas propuesto, uno aporticado con disipadores y el otro sistema de muros de corte, para evaluar el nivel de daño según la energía que toma cada tipo de estructura.

- Finalmente se realizará las discusiones, conclusiones y recomendaciones.

## **2.6 Métodos de Análisis de Datos**

El método a usar para el análisis de datos será la Estadística Descriptiva, ya que recogerá los resultados obtenidos en los instrumentos para luego describir las características y comportamiento. Por lo general, referencia dada por la estadística descriptiva puede ser transferir con facilidad y eficacia mediante una diversidad de las herramientas gráficas.

Para este proyecto de investigación usaremos gráficos de dispersión para la discusión de resultados.

## **2.7 Aspectos éticos**

Los ingenieros civiles tenemos la responsabilidad de diseñar estructuras competentes, que cuando estén sometido a cargas sísmicas estas tengan un buen desempeño, también tenemos el deber de ejecutarlas respetando las buenas prácticas. Es por eso que este proyecto de investigación tiene como fin determinar el comportamiento sísmico de un sistema aporticado con disipadores de fluido viscoso y sistema de muros de corte.

### **III. RESULTADOS**

### 3.1 Ubicación del Proyecto de la Edificación Prime

El proyecto planteado tendrá su ubicación, entre el Jirón Venus y Jirón Galileo, en el Distrito de los Olivos

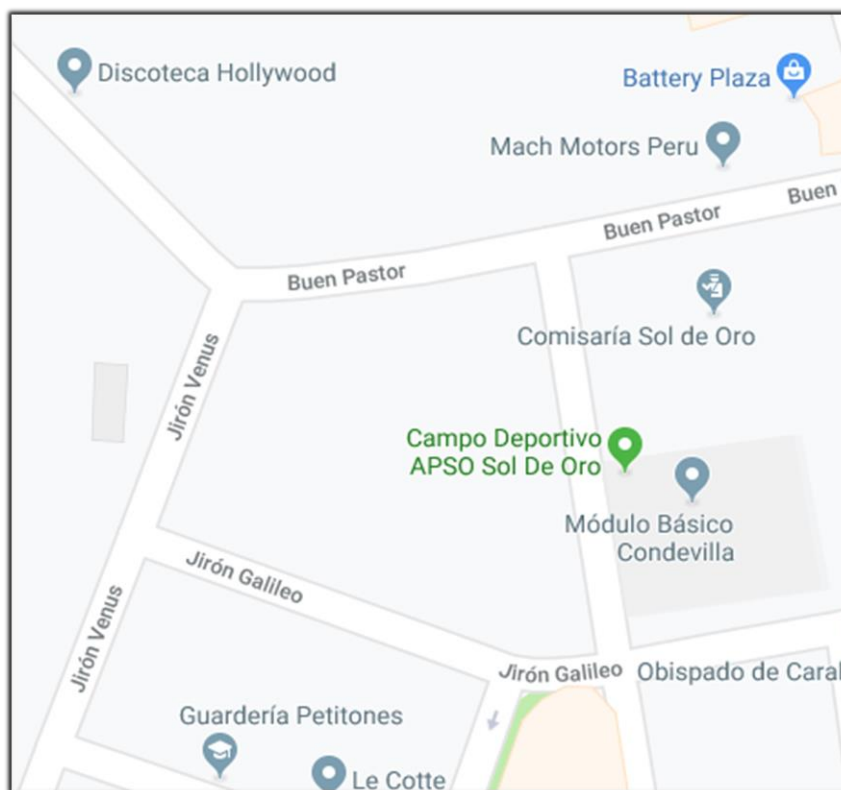


Figura 10. Ubicación de la Edificación Prime

### 3.2 Descripción de la Edificación Prime

Es un edificio para uso de oficinas que podría usarse como edificio público. Como una Sunarp o para uso privado como lo es una entidad bancaria, este edificio contara con 9 Pisos y tiene un área total del terreno de 1620 m<sup>2</sup>, pero que el área de terreno que se quiere proyectar a construir es de 600 m<sup>2</sup>, el resto de área será usada como parqueo y áreas verdes. Actualmente este terreno es usado como almacén.

Tabla 8. Descripción del Edificio Prime

Área total del terreno	1620 m <sup>2</sup>
Área a construir	635.5 m <sup>2</sup>
Número de Pisos	9
Altura del Primer Piso	3.60m
Altura del piso típico	3.20.m

Fuente: Elaboración propia



### **3.3 Diseño Arquitectónico de la Edificación Prime**

Este proyecto contara con una escalera, el cual será usado para uso público y para uso de los empleados, contara también con 1 ascensor, para mayor detalle se muestra en el anexo N°16 el plano arquitectónico.

### **3.4 Diseño del Proyecto**

El diseño del proyecto está basado en el Reglamento Nacional de Edificaciones, del cual se usaron las siguientes Normas Técnicas:

- Norma Técnica E.020 Cargas
- Norma Técnica E.030 Diseño Sismo Resistente
- Norma Técnica E.060 Concreto Armado
- Norma ASCE 7-10
- Manual Hazus

### **3.5 Desarrollo del Procedimiento**

#### **3.5.1 Estructuración del Modelo N°1 del Proyecto de la Edificación Prime**

Tanto el Arquitecto como el Ingeniero civil con especialización en estructuras, deben de trabajar de manera conjunta, ya que el primero es quien genera una concepción arquitectónica de lo que se quiere diseñar tomando en consideración el tipo de uso que se quiera dar, una vez aprobado el ante proyecto, esta debe pasar a la etapa de estructuración, el cual el especialista tomara en consideración todo lo mencionado en la Norma E.30, E0.20, E0.60, E0.50.

Esta etapa el especialista, toma todas las consideraciones dadas por la norma E030, como el control de irregularidades y control de distorsiones. Un criterio que se toma en cuenta es que se debe brindar una determina rigidez en las 2 direcciones del análisis, esto con el objetivo de que la estructura no sea demasiada flexible, pero, tampoco debe ser demasiado rígido. ya que esto podría provocar en los diferentes elementos estructurales una falla frágil, también se debe repartir la rigidez de manera equitativa para evitar la torsión en planta.

Se podría resumir que lo que se busca es que los diferentes elementos estructurales que conforman la edificación sean dúctiles pero que a la vez cumplan con una cierta resistencia.

#### **3.5.2 Criterios de Estructuración**

Se tomó en cuenta los siguientes criterios de estructuración para lograr una estructura sismo-resistente:

### **3.5.2.1 Simetría y Regularidad en Planta**

Se recomienda que la estructura sea simétrica y evitar la irregularidad, con esto garantizamos que las cargas se distribuyan de manera homogénea y así evitamos la torsión que se puede generar en planta. También esto podría reducir más la incertidumbre del centro de masa y centro de rigidez.

### **3.5.2.2 Resistencia y Ductilidad**

Durante toda la vida útil de la estructura, está sometida siempre a la carga de gravedad producida por su propio peso y no debe presentar ningún problema debido a esta carga, el verdadero problema es la carga lateral producida por un sismo y la estructura debe ser diseñado para garantizar que la estructura sea lo suficientemente resistente pero que a la vez sea dúctil, es decir evitar la falla del concreto y que si va fallar que se por flexión es decir que acero alcance su máxima deformación.

### **3.5.2.3 Uniformidad y Continuidad**

Se recomienda que la estructura sea continua en su planta y en su elevación. Se debe evitar cambios bruscos en los elementos verticales. Con este criterio, podemos evitar el fenómeno de “piso blando”, el cual aumenta la concentración de esfuerzos en los elementos de un determinado nivel.

### **3.5.2.4 Rigidez Lateral**

La rigidez lateral evita que la estructura tenga grandes deformaciones ante fuerzas horizontales, lo que ayuda a evitar grandes daños en los elementos no estructurales. De esta manera se evita el aislamiento de estos elementos no estructurales con la estructura en el sistema constructivo.

### **3.5.2.5 Diafragma Rígido**

Para asumir que todos los puntos de un mismo nivel de la estructura poseen el mismo desplazamiento, se considera una losa rígida en un plano. Estas fuerzas, que ocasionan el desplazamiento en cada planta, son distribuidas en los elementos verticales (placas y columnas) según su rigidez. Para cumplir con esta condición, la estructura no debe tener plantas con grandes aberturas que debiliten la rigidez de las losas. En el caso que se tengan plantas muy largas o con forma de “T”, “L” o “H”, es recomendable separar parte del edificio mediante juntas de separación sísmicas.

### 3.5.3 Pre dimensionamiento de Elementos Estructurales

El pre dimensionamiento de los elementos estructurales nos ayuda a tener una primera referencia sobre las dimensiones de las losas, vigas, columnas y otros elementos y lograr una primera comparación con los planos de arquitectura. A continuación, se mostrarán algunas recomendaciones, en base a experiencias de ingenieros, que servirán de guía para el pre dimensionamiento. Estas recomendaciones son brindadas para edificios reales, en donde no existe un exceso de carga viva, y para zonas sísmicas como es el caso de nuestro país. Estas dimensiones deberán ser ajustadas en el diseño final de cada elemento de acuerdo a las solicitaciones reales.

#### 3.5.3.1 Losas Macizas

El proyecto está compuesto por una losa maciza en las 2 direcciones en todos sus pisos. Para el pre dimensionamiento de la losa maciza, se tomó la recomendación del Ph. D Genner Villareal Castro, el cual toma el siguiente criterio

$$e_{losa} = \frac{L}{40}$$

Dónde:

L= longitud mayor

El plano arquitectónico de la edificación tiene una luz mayor de 7 m, haciendo uso de la formula, se tiene un espesor de 0.175 m, pero, se asumió un espesor de 0.20m, este espesor se aplicó en los 8 primeros niveles y el ultimo nivel la losa maciza tendrá un espesor de 0.15 m, esto debido a que el último piso recibe menor sobrecarga.

#### 3.5.3.2 Pre Dimensionamiento de Vigas Principales

Para pre dimensionar las vigas se utilizó las recomendaciones del Ph. D Genner Villareal Castro, en el cual plantea un peralte que varía según la tabla N°9.

**Tabla 9.** Dimensiones de Peralte y Ancho de Vigas

Peralte de la viga	$h = \frac{L}{10} a \frac{L}{12}$
Ancho de la viga	$b = \frac{h}{2} a \frac{2}{3} h$

Fuente: Ph.D Genner Villareal Castro

El Ph.D Genner Villareal, menciona que de manera practica el peralte de la viga se pre dimensiona con  $L/10$ , donde  $L$ = la luz de la viga, otra recomendación que menciona es que de manera práctica se considera un ancho de  $h/2$ .

Para el presente proyecto de la estructura del Modelo N°1, hay luces de 6 m – 7 m, estamos considerando para el análisis vigas de  $0.30*0.60$ .

### 3.5.3.3 Pre Dimensionamiento Columnas

Se consideró los efectos de la carga axial y del momento flector para dimensionar las columnas. En algunos casos en donde hay gran número de pisos, la carga axial es mucho más importante que los momentos, la ACI recomienda que se debe dimensionar las columnas tomando en consideración la ubicación en la edificación según la tabla N°10

**Tabla 10.** Criterios para Pre dimensionar Columnas

ACI	
Columna centrada	$A_{col} = \frac{P_{servicio}}{0.45 * f_c}$
Columna esquinada o medianera	$A_{col} = \frac{P_{servicio}}{0.35 * f_c}$

Fuente: ACI

Donde la carga de servicio ( $P_{servicio}$ ), es factorada por los valores correspondientes de sus áreas tributarias

$$P_{servicio} = area\ tributaria * N * P$$

Dónde:

N= número de pisos

P= carga por m<sup>2</sup>

La recomendación del Ph. D Genner Villareal Castro, menciona que para zonas de alta sismicidad el área de la columna debe ser mayor o igual 1000 cm<sup>2</sup>.

Para el dimensionamiento de las columnas del proyecto, se consideró un  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, una carga asumida de 1 ton/m<sup>2</sup>, esta consideración de carga se ha tomado considerando que la edificación es del Tipo C (oficinas), las áreas de las columnas se resumen en la tabla N°11.

**Tabla 11.** Áreas de Columnas Según su Ubicación en la Estructura Método ACI

Columna	Área tributaria (m2)	Peso (ton/m2)	Número de Pisos	$P_{servicio}$ (ton)	Ubicación	Área (cm2)	Dimensión
C1	10.5	1	9	94.5	Esquinada	1290	40x40
C2	19.5	1	9	175.5	Medianera	2390	50*50
C3	39	1	9	351	Centrada	3715	60x70
C4	21	1	9	189	Medianera	2575	50*50

Fuente: Elaboración Propia

Otro criterio de pre dimensionar las columnas es lo propuesto por el Ing. Morales Morales, en donde menciona según sus investigaciones realizados en Japón.

$$A_{col} = \frac{P}{n * f_c}$$

Dónde:

P= Carga factorada

Si: Columna es centrada

$$P = 1.10 * P_{servicio}$$

n= 0.30

Si: Columna es esquinada

$$P = 1.5 * P_{servicio}$$

n= 0.20

Si: Columna es medianera

$$P = 1.25 * P_{servicio}$$

n= 0.25

El resumen de las dimensiones de las diferentes columnas, según su ubicación en la estructura, se muestra en la tabla N°12.

**Tabla 12.** Áreas de Columnas Según su Ubicación en la Estructura Método Ing. Morales

Columna	Área tributaria (m <sup>2</sup> )	Peso (ton/m <sup>2</sup> )	Número de Pisos	$P_{servicio}$ (ton)	Ubicación	Área (cm <sup>2</sup> )	Dimensión (cm)
C1	10.5	1	9	94.5	Esquinada	3375	50x70
C2	19.5	1	9	175.5	Medianera	4179	60x70
C3	39	1	9	351	Centrada	6129	80x80
C4	21	1	9	189	Medianera	4500	60x70

Fuente: Elaboración propia

Como se indica en la tabla N° 12, las dimensiones obtenidos por el método del Ing. Morales Morales, son más conservadores que el método del ACI, se tiene columnas más robustas, para este proyecto se consideró un promedio entre los 2 métodos, esto debido que queremos evitar que la estructura sea demasiada flexible ya que es un aporticado y no hay presencia de placas que aporte rigidez.

Las dimensiones de la columna que se consideró en cada dirección de análisis, dependió de la Inercia que se quiso dar a cada eje, esto se realizó con el objetivo de que los pórticos aporten rigidez lateral necesaria y así poder evitar los desplazamientos excesivos que puedan provocar que se puedan generar daños inelásticos en los diferentes elementos estructurales.

C1= 50x80 (esquinas y medianeras)

C2= 60x70 (centradas)

Para mayor detalle se presenta el plano de Arquitectura de la edificación Prime, en el Anexo N° 16

### 3.5.4 Análisis Sísmico del Modelo N° 1

En esta etapa se tomó en consideración todo lo mencionado en la Norma E030-2018, donde toda estructura que se diseñara con Disipadores de energía, esta debería cumplir en que la cortante dinámica debe ser mayor al 80% de la cortante estática y esta debe cumplir en las dos direcciones, caso contrario se deben escalar los demás resultados, excepto los desplazamientos, también menciona sobre distorsiones inelásticas las cuales deben ser menores al 0.0007, esto para materiales de concreto.

### 3.5.4.1 Análisis Estático o de Masas Equivalentes

**Tabla 13.** *Propiedades de los Materiales del Modelo N°1*

Propiedades de los Materiales	
Peso específico del Concreto	2400 kg/m <sup>3</sup>
Resistencia del Concreto $f_c$	210 kg/cm <sup>2</sup>
Modulo Elástico del Concreto $E_c$	217370.651 kg/cm <sup>2</sup>
Módulo de Fluencia del Acero $E_s$	4200 kg/cm <sup>2</sup>
Módulo de Poisson	0.20

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 14.** *Parámetros Sísmicos del Modelo N° 1*

Parámetros Sísmicos	
Factor de zona (Z)	0.45
Factor de Uso (U)	1
Factor de suelo (S)	1
Factor de reducción sísmica (R)	8

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo del peso de la estructura se apoyó del resultado obtenido del programa Etabs versión 16.2.1, cuya licencia de uso se presenta el anexo N° 11

#### • Cálculo del Periodo Fundamental

Se usó la fórmula propuesta por la Norma E0.30-2018

$$T = \frac{h_t}{C_t}$$

Dónde:

$$h_t = 29.2 \text{ m} \quad \text{Altura total de la edificación}$$

$$C_t = 35 \quad \text{Sistema Estructural (aporticado en las 2 direcciones)}$$

$$T = \frac{29.2}{35}$$

$$T = 0.834 \text{ segundos}$$

Como el periodo fundamental obtenido en este primer cálculo es mayor a 0.5 segundos, el valor de (K) según la Norma E.030-2018

$$K = (0.75 + 0.5 * T) \leq 2.0$$

$$K = (0.75 + 0.5 * 0.834)$$

$$K = 1.167 \leq 2.0$$

Para el cálculo del factor de ampliación sísmica (C), se tomó en consideración la Norma E030-2018, donde indica que para un el Perfil de suelo S1, le corresponde un valor de 1 y sus respectivos periodos cortos y periodos largos el cual lo mencionamos en la tabla N°15.

**Tabla 15. Perfil de Suelo del Proyecto**

Perfil de Suelo (S1)		
Periodo corto	(Tp)	0.4 segundos
Periodo largo	(TL)	2.5 segundos

Fuente: Microzonificación sísmica del Distrito de los Olivos (CISMID 2014)

El estudio de la microzonificación del distrito los Olivos del CISMID 2014, se muestran en el anexo N°15.

Como el Periodo corto (Tp) es menor al periodo fundamental T= 0.834 s.

Entonces se usó :

$$C = 2.5 * \frac{T_p}{T}$$

$$C = 2.5 * \frac{0.4}{0.834}$$

$$C = 1.1904$$

Este valor se tomó en las 2 direcciones del análisis, esto se debe a que ambas direcciones el sistema estructural predominante es un aporticado, estos valores van a ser revisado con los periodos obtenidos en el programa Etabs.

• **Verificación del Periodo Fundamental Obtenido en el Programa Etabs**

El periodo fundamental obtenido en el programa Etabs, es de 1.042 segundos y es de un modo del tipo translacional en la dirección Y-Y, hacemos la corrección del valor K, esto debido a que tenemos el verdadero periodo fundamental.

Ty= 1.042 segundos

$$K_y = (0.75 + 0.5 * T) \leq 2.5$$

$$K_y = 0.75 + 0.5 * 1.042$$



$$K_y = 1.271$$

También se corrigió el Factor de ampliación sísmica

$$C_y = 2.5 * \frac{T_p}{T}$$

$$C_y = 0.95969$$

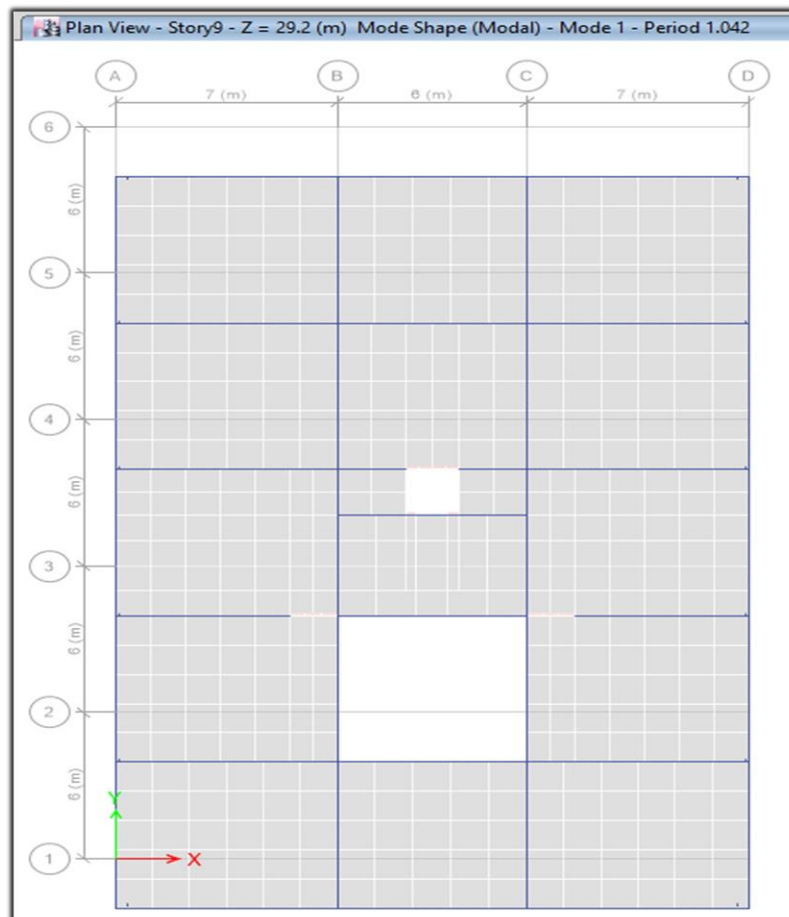


Figura 11. Periodo fundamental Modo 1 en la Dirección Y-Y (Translacional)

- **Periodo en la Dirección X-X del Modelo N° 1**

El periodo obtenido en el programa Etabs es de  $T_x = 1.016$  segundos, y es del tipo translacional en la dirección X-X.

- **Factor de Ampliación Sísmica ( $C_x$ ) del Modelo N° 1**

Para el valor de  $C_x$ , el Periodo en esta dirección del análisis es de  $T_x = 1.016$  segundos

$$C_x = 2.5 * \frac{T_p}{T_x}$$

$$C_x = 0.98425$$

- **Corrección del coeficiente ( $K_x$ ) del Modelo N° 1**

$$K_x = (0.75 + 0.50 \cdot T_x)$$

$$K_x = 1.258$$

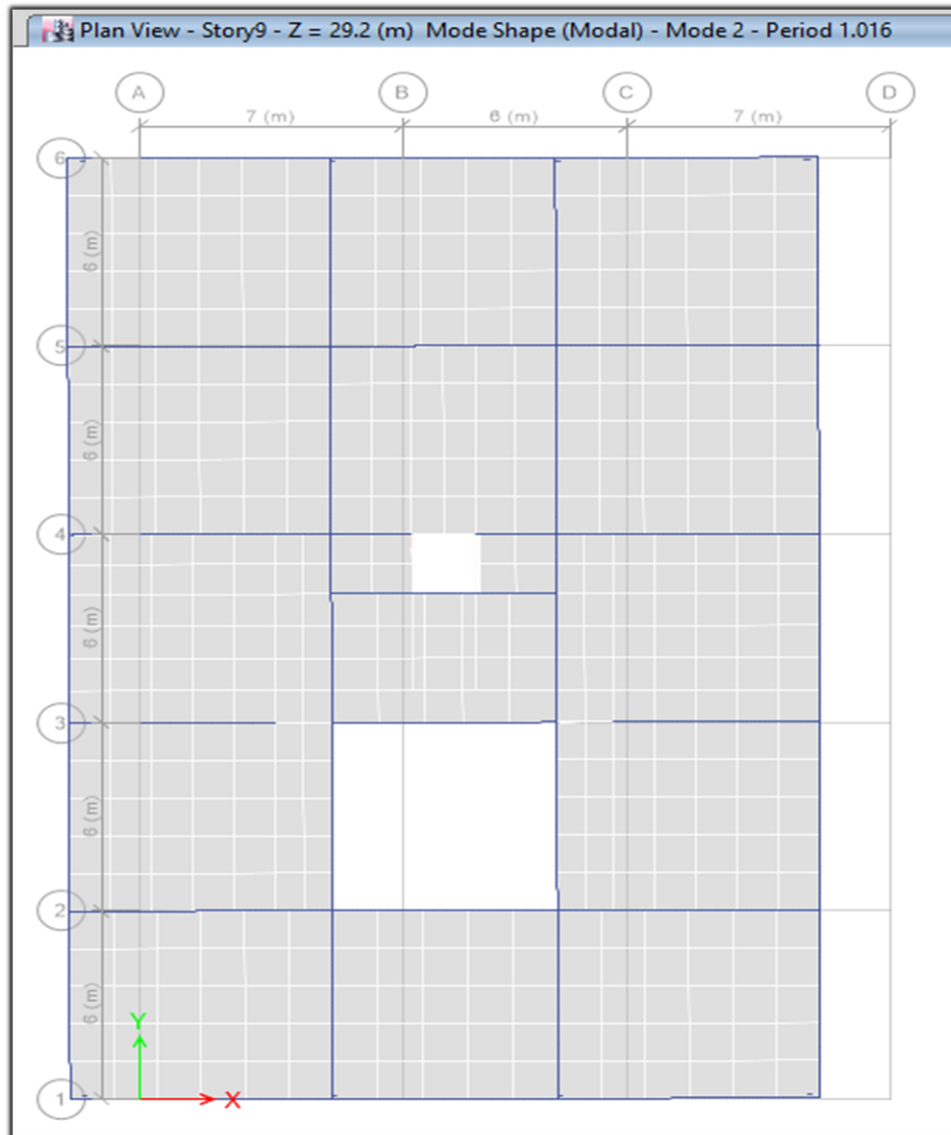


Figura 12. Periodo del Modo 2 en la Dirección X-X (Translacional)

La forma del tercer modo es del tipo rotacional y tiene un periodo de 0.978 segundos, más adelante verificaremos, si existe irregularidad torsional extrema, con el objetivo de hacer las correcciones en la estructuración.

- **Cálculo del Peso de la Estructura del Modelo N° 1**

Para esto se tomó los resultados obtenidos del programa Etabs, con el objetivo de tener mayor precisión en el cálculo de la cortante basal, esto se indica en la tabla N°16.

**Tabla 16. Masa Total de la Estructura del Modelo N° 1**

Pisos	Diafragma	Masa X-Y (tonf-s2/m)	Masa
Piso 9	D9	14.76961	144.889
Piso 8	D8	20.24136	198.013
Piso 7	D7	20.24136	198.567
Piso 6	D6	20.24136	198.567
Piso 5	D5	20.24136	198.567
Piso 4	D4	20.24136	198.567
Piso 3	D3	20.24136	198.567
Piso 2	D1	20.24136	198.567
Piso 1	D1	20.79632	204.011
Masa Total			1738.32

Fuente: Datos Obtenidos del Programa Etabs

- **Verificación de la Cortante Basal en Y-Y del Modelo N° 1**

**Tabla 17. Cortante Estática en Y-Y del Modelo N° 1**

Caso de carga	FY (ton)
Sismo Estático YY	294.7507

Fuente: Elaboración Propia

- **Verificación de Cortante Basal en X-X del Modelo N° 1**

**Tabla 18. Cortante Estática en X-X del Modelo N° 1**

Caso de carga	FX (ton)
Sismo Estático XX	302.286

Fuente: Elaboración Propia

### 3.5.4.2 Análisis Modal Espectral del Modelo N° 1

**Tabla 19. Parámetros Sísmicos del Modelo N° 1**

Parámetros	Direcciones X-Y
Z	0.45
U	1
S	1
Tp	0.4
TL	2.5
Rxx-Ryy	8

Fuente: Elaboración Propia

Para la elaboración de nuestro espectro de respuesta, se consideró periodos que varían cada 0.2 segundos, esto se muestra en la tabla N°20.

**Tabla 20.** *Periodos y Factor de Ampliación Sísmica del Modelo N° 1*

T	C
0	2.500
0.2	2.500
0.4	2.500
0.6	1.667
0.8	1.250
1	1.000
1.2	0.833
1.4	0.714
1.6	0.625
1.8	0.556

Fuente: Elaboración Propia

Con datos obtenidos de la tabla N°20, se elaboró nuestro espectro de respuesta

**Tabla 21.** *Espectro de Respuesta del Modelo N° 1*

T	Z*U*S*C/R
0	0.141
0.2	0.141
0.4	0.141
0.6	0.094
0.8	0.070
1	0.056
1.2	0.047
1.4	0.040
1.6	0.035
1.8	0.031
2.6	0.022

Fuente: Elaboración Propia

Luego de haber creado nuestro espectro de respuesta para el análisis estructural del modelo N°1, se procedió a definir en el programa Etabs nuestra función espectro.

- **Verificación de la Masa Participativa del Modelo N° 1**

La norma E.030-2018, en su artículo 29 menciona que debe existir una participación modal al menos del 90%, suma en X, Suma en Y, Suma Rz,

Esta consideración se hace con la finalidad de tener la mayor cantidad de masa que termina excitando a la estructura, y así tener fuerzas de diseño más exactas. En la tabla N° 22, indicamos las formas de modo, periodos y sus masas participativas.

**Tabla 22. Masa Participativa del Modelo N° 1**

Masa Participativa					
Caso	Modo	Periodo	Sum UX	Sum UY	Sum RZ
Modal	1	1.042	0	0.7842	0
Modal	2	1.016	0.7757	0.7842	0.0001
Modal	3	0.978	0.7758	0.7842	0.7988
Modal	4	0.315	0.7758	0.8969	0.7988
Modal	5	0.304	0.8862	0.8969	0.8072
Modal	6	0.302	0.8974	0.8969	0.9038
Modal	7	0.163	0.8974	0.9444	0.9038
Modal	8	0.161	0.898	0.9444	0.9468
Modal	9	0.156	0.9454	0.9444	0.9473
Modal	10	0.102	0.9454	0.9698	0.9473

Fuente: Datos Obtenidos en el Programa Etabs

Se verifico que existe una participación más del 90%, y esto se da en el Noveno modo de vibración. Se indica en la tabla N°22, que el modo 1 tiene una participación de 78.42%, con un periodo de 1.042 seg y es en la dirección Y-Y, la forma del modo 2 tiene una participación de 77.57% con un periodo 1.016 seg y tiene ocurrencia en la dirección X-X.

- **Cortante Dinámica del Modelo N° 1**

En las siguientes tablas se muestran las cortantes dinámicas en las dos direcciones, estos datos se utilizaron para la verificación de que la cortante dinámica debe ser mayor o igual al 80% de la constante estática para el caso de que la estructura fuese regular, si fuera irregular entonces debe ser mayor o igual al 90%, según la norma E.030-2018.

**Tabla 23. Cortante Dinámica en X-X del Modelo N° 1**

Reacción en la base	
Caso de Carga	FX ( ton)
Sismo Dinámico XX	257.54

Fuente: Datos Obtenidos del Programa Etabs

**Tabla 24. Cortante Dinámica en Y-Y del Modelo N° 1**

Reacción en la base	
Caso de Carga	FY( ton)
Sismo Dinámico YY	252.76

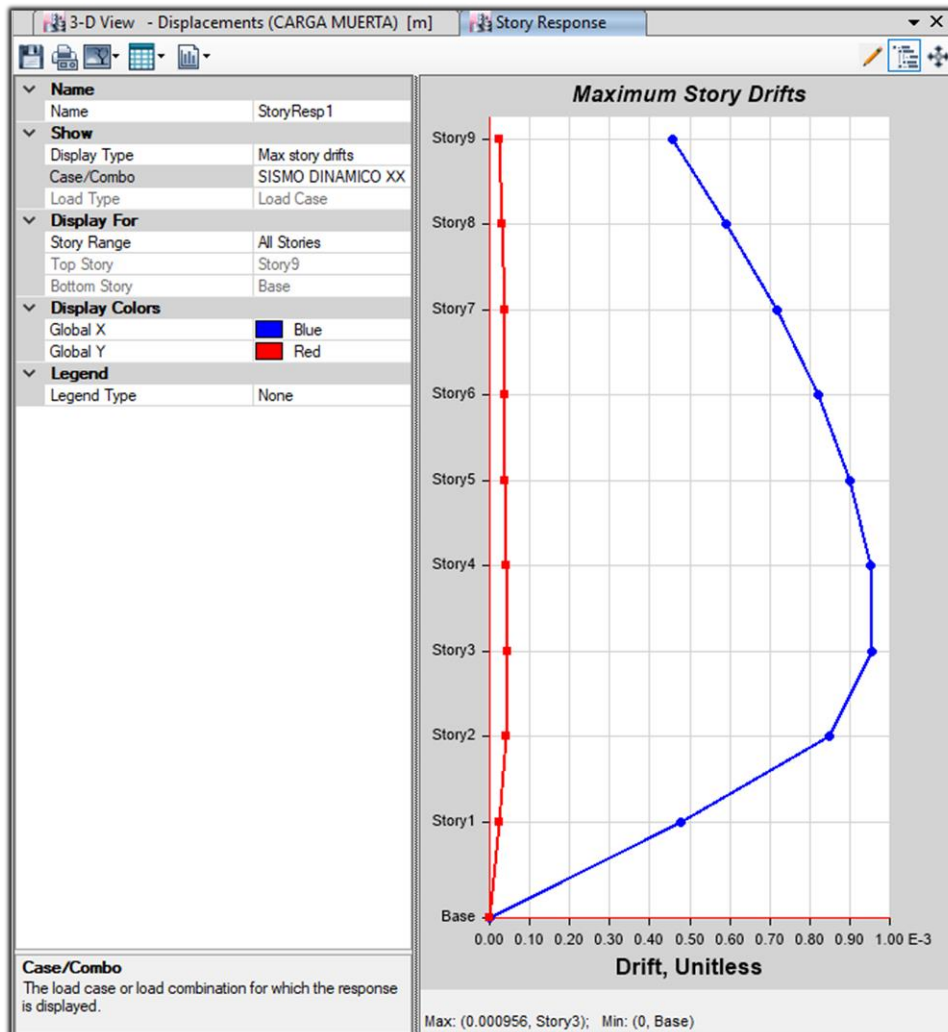
Fuente: Datos Obtenidos del Programa Etabs

- **Distorsiones Inelásticas en X-X del Modelo N° 1**

**Tabla 25.** Desplazamientos y Distorsiones Inelásticas en X-X del Modelo N° 1

Distorsiones por pisos					
Piso	Caso de Carga	Desplazamiento Centro Masa (m)	Distorsiones Elásticas	Distorsiones Inelásticas ( 0.75*R)	E0.30 ( $\leq 0.007$ )
9	Sismo Dinámico XX	0.02171	0.00046	0.00275	CUMPLE
8	Sismo Dinámico XX	0.02024	0.00059	0.00355	CUMPLE
7	Sismo Dinámico XX	0.01835	0.00072	0.00431	CUMPLE
6	Sismo Dinámico XX	0.01606	0.00082	0.00493	CUMPLE
5	Sismo Dinámico XX	0.01343	0.00090	0.00541	CUMPLE
4	Sismo Dinámico XX	0.01054	0.00095	0.00572	CUMPLE
3	Sismo Dinámico XX	0.00749	0.00096	0.00574	CUMPLE
2	Sismo Dinámico XX	0.00443	0.00085	0.00510	CUMPLE
1	Sismo Dinámico XX	0.00171	0.00048	0.00286	CUMPLE

Fuente: Datos Obtenidos del Programa Etabs



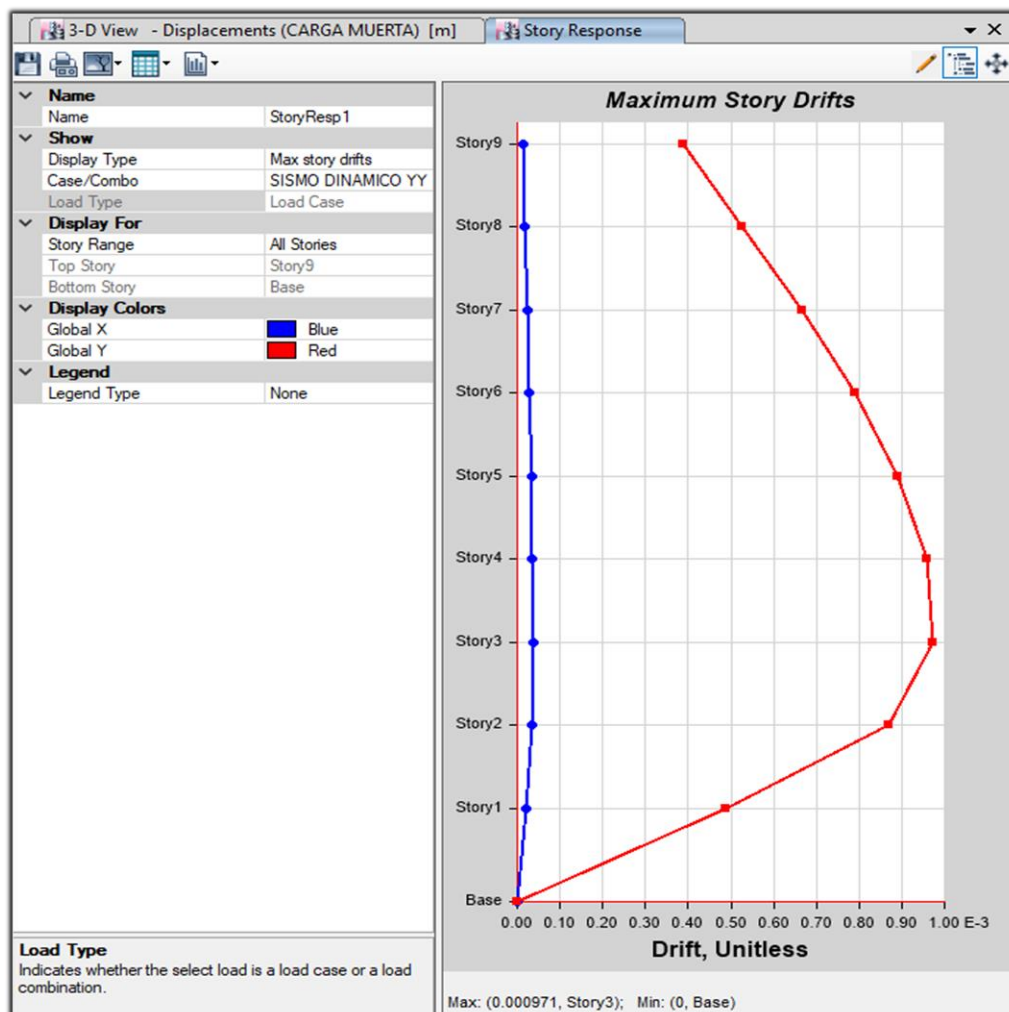
**Figura 13.** Distorsiones Elásticas en X-X del Modelo N° 1

- **Distorsiones Inelásticas en Y-Y del Modelo N° 1**

**Tabla 26.** Desplazamientos y Distorsiones Inelásticas en Y-Y del Modelo N° 1

Distorsiones por pisos					
Pisos	Caso de Carga	Desplazamiento Centro Masa (m)	Distorsiones	Distorsiones Inelásticas (0.75*R)	E0.30 ( $\leq 0.007$ )
9	Sismo Dinámico YY	0.02114	0.00039	0.00233	CUMPLE
8	Sismo Dinámico YY	0.01990	0.00053	0.00316	CUMPLE
7	Sismo Dinámico YY	0.01822	0.00067	0.00400	CUMPLE
6	Sismo Dinámico YY	0.01609	0.00079	0.00474	CUMPLE
5	Sismo Dinámico YY	0.01356	0.00089	0.00534	CUMPLE
4	Sismo Dinámico YY	0.01071	0.00096	0.00575	CUMPLE
3	Sismo Dinámico YY	0.00764	0.00097	0.00583	CUMPLE
2	Sismo Dinámico YY	0.00453	0.00087	0.00521	CUMPLE
1	Sismo Dinámico YY	0.00175	0.00049	0.00292	CUMPLE

Fuente: Datos Obtenidos del Programa Etabs



**Figura 14.** Distorsiones Elásticas en Y-Y del Modelo N° 1

### 3.5.4.3 Control de Irregularidad en Planta del Modelo N° 1

#### ✓ Irregularidad Torsional

Existe irregularidad torsional cuando el desplazamiento relativo máximo de un entreciso, esta es mayor en 1.3 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entreciso

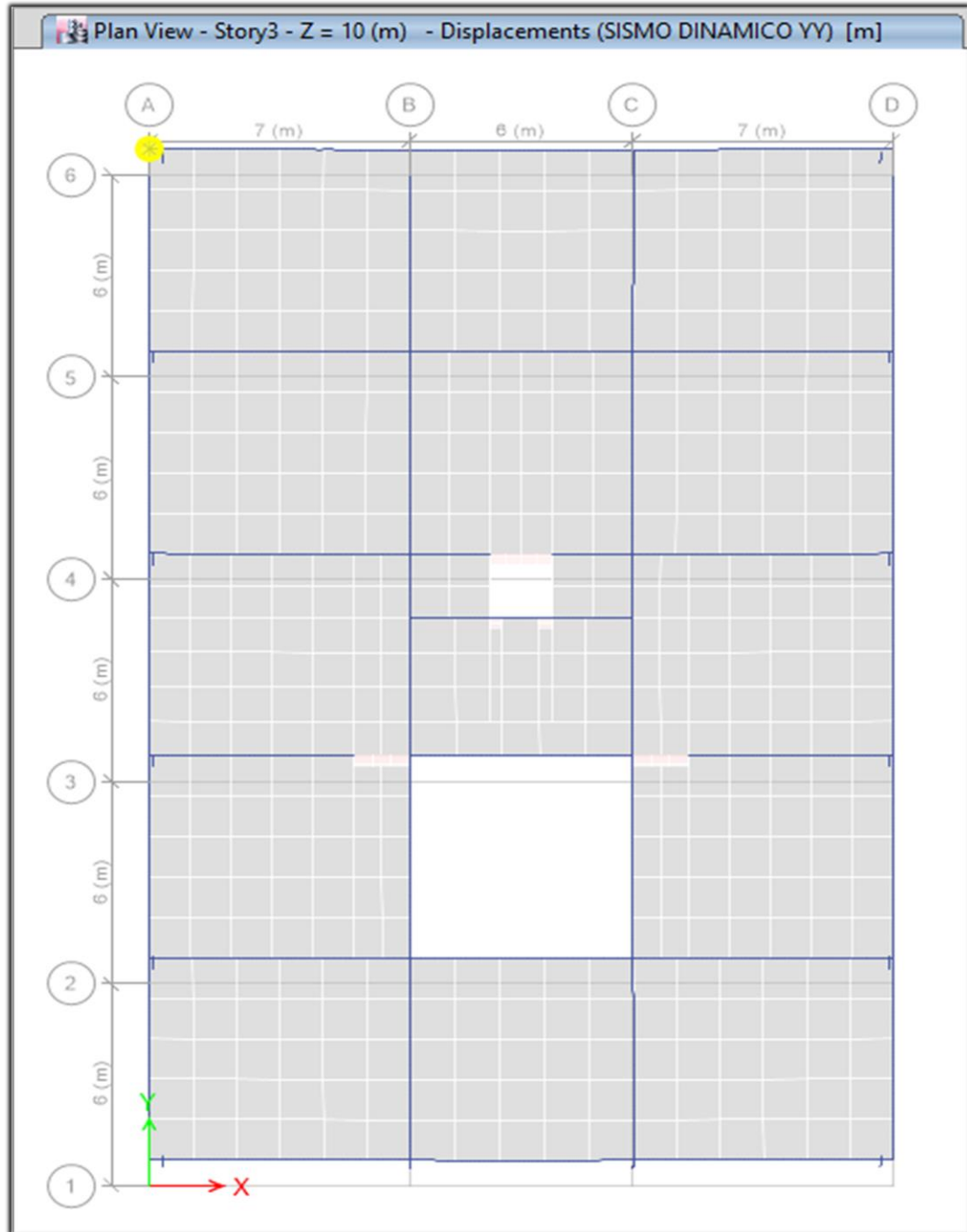


Figura 15. Ubicación del Nudo de la Distorsión en Y-Y máxima del entreciso 3



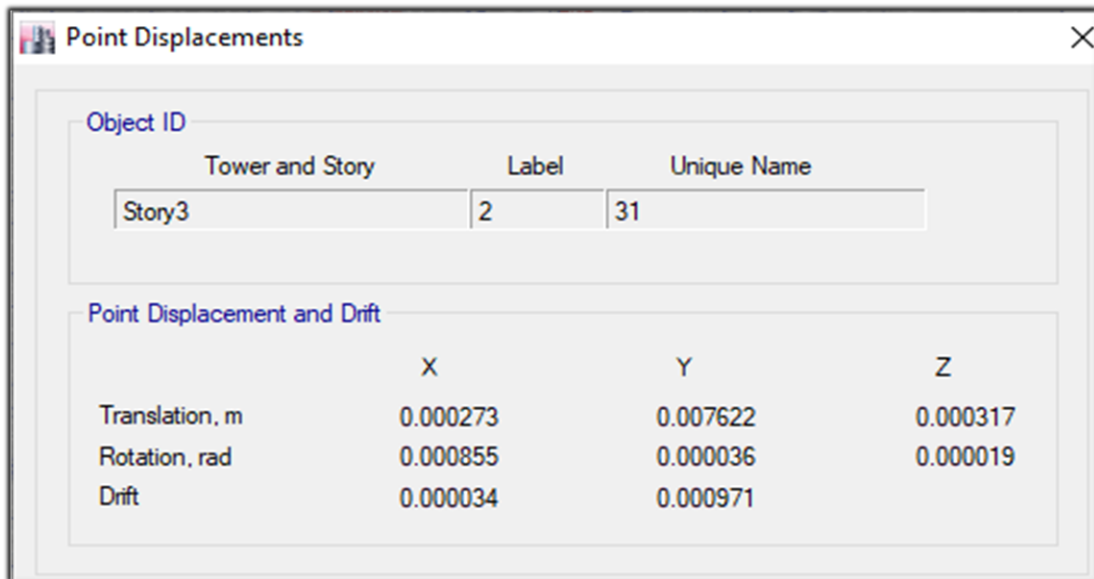


Figura 16. Distorsión Máxima en Y-Y del entrepiso 3

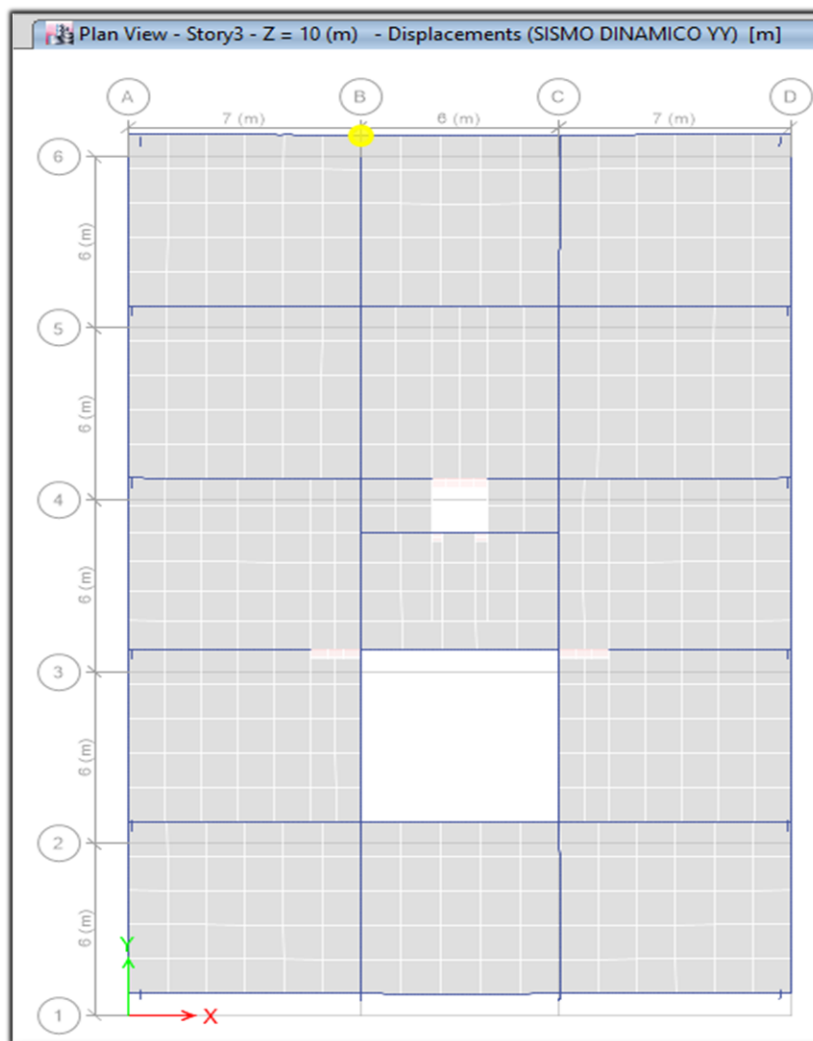


Figura 17. Ubicación del Nudo de la Distorsión en Y-Y Mínima del Entrepiso 3

The screenshot shows a window titled "Point Displacements" with a close button (X) in the top right corner. It contains two main sections:

- Object ID:** A table with three columns: "Tower and Story", "Label", and "Unique Name". The row for "Story3" shows values 14 and 161.
- Point Displacement and Drift:** A table with four columns: "Translation, m", "Rotation, rad", "Drift", and three displacement axes (X, Y, Z). The values are:
 

	X	Y	Z
Translation, m	0.000273	0.007490	0.000310
Rotation, rad	0.000832	0.000031	0.000019
Drift	0.000034	0.000955	

Figura 18. Distorsión Mínima en Y-Y del entrepiso 3

✓ **Promedio de las Distorsiones en Y-Y**

$$PROMEDIO = \frac{0.000971 + 0.000955}{2}$$

$$PROMEDIO = 0.000963$$

Según la norma E030-2018, menciona que este promedio debe ser mayor al 1.3 de la distorsión máxima, para que no exista irregularidad torsional.

$$\text{Distorsión máxima} < 1.3 * \text{Promedio} \quad (\text{No Irregular})$$

$$0.000971 < 0.001262 \quad (\text{NO IRREGULAR})$$

• **Verificación de la Cortante Dinámica X-X del Modelo N° 1**

La norma E030-2018, menciona que la cortante dinámica debe ser mayor al 80% de la cortante estática, esto es en caso que la estructura fuese regular, en nuestra modelo estructural del modelo N°1, existe una configuración regular, en las siguientes tablas verificamos el cumplimiento de este requisito.

**Tabla 27.** Verificación de la Cortante Dinámica X-X

Caso de Carga	FX ( ton)	Verificación
Cortante Estática XX	302.286	CUMPLE
80% Cortante Estática XX	241.828	
Cortante Dinámica XX	257.54	

Fuente: Elaboración Propia

- **Verificación de la Cortante Dinámica Y-Y del Modelo N° 1**

**Tabla 28.** Verificación de la cortante Dinámica Y-Y

Caso de Carga	FY ( ton)	Verificación
Cortante Estática YY	294.751	CUMPLE
80% cortante Estática YY	235.80	
Cortante Dinámica YY	252.76	

Fuente: Elaboración Propia

Para el análisis de estructuras reforzadas con disipadores de energía, se tomó en consideraciones de la norma ASCE 7-10, y las recomendaciones de CDV representaciones (empresa representante en el Perú de TAYLOR DEVICE), el cual menciona que se debe analizar a la estructura con un  $R= 1$ , esto se hace con la finalidad que la edificación incurriere en el rango inelástico para un sismo severo.

#### 3.5.4.4 Análisis Modal Espectral con $R=1$ del Modelo N°1

Se creó nuestro de espectro de respuesta, con los siguientes parámetros sísmicos.

**Tabla 29.** Parámetros Sísmicos con  $R=1$

Parámetros	Direcciones X-Y
Z	0.45
U	1
S	1
$T_p$	0.4
TL	2.5
Rxx-Ryy	1

Fuente: Elaboración Propia

Se creó nuestro espectro de respuesta, tomando en consideración, periodos que varían cada 0.2 segundos. Así se indica en la tabla N°30 y Tabla N° 31.

**Tabla 30.** Periodos Vs Factor Ampliación Sísmica

T	C
0	2.500
0.2	2.500
0.4	2.500
0.6	1.667
0.8	1.250
1	1.000
1.2	0.833

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 31.** Espectro de Respuesta con  $R=1$

T	$Z*U*S*C/R$
0	1.125
0.2	1.125
0.4	1.125
0.6	0.750
0.8	0.563
1	0.450
1.2	0.375
1.4	0.321
1.6	0.281
1.8	0.250
2	0.225
2.2	0.205

Fuente: Elaboración Propia



*Figura 19.* Espectro de Respuesta con  $R=1$

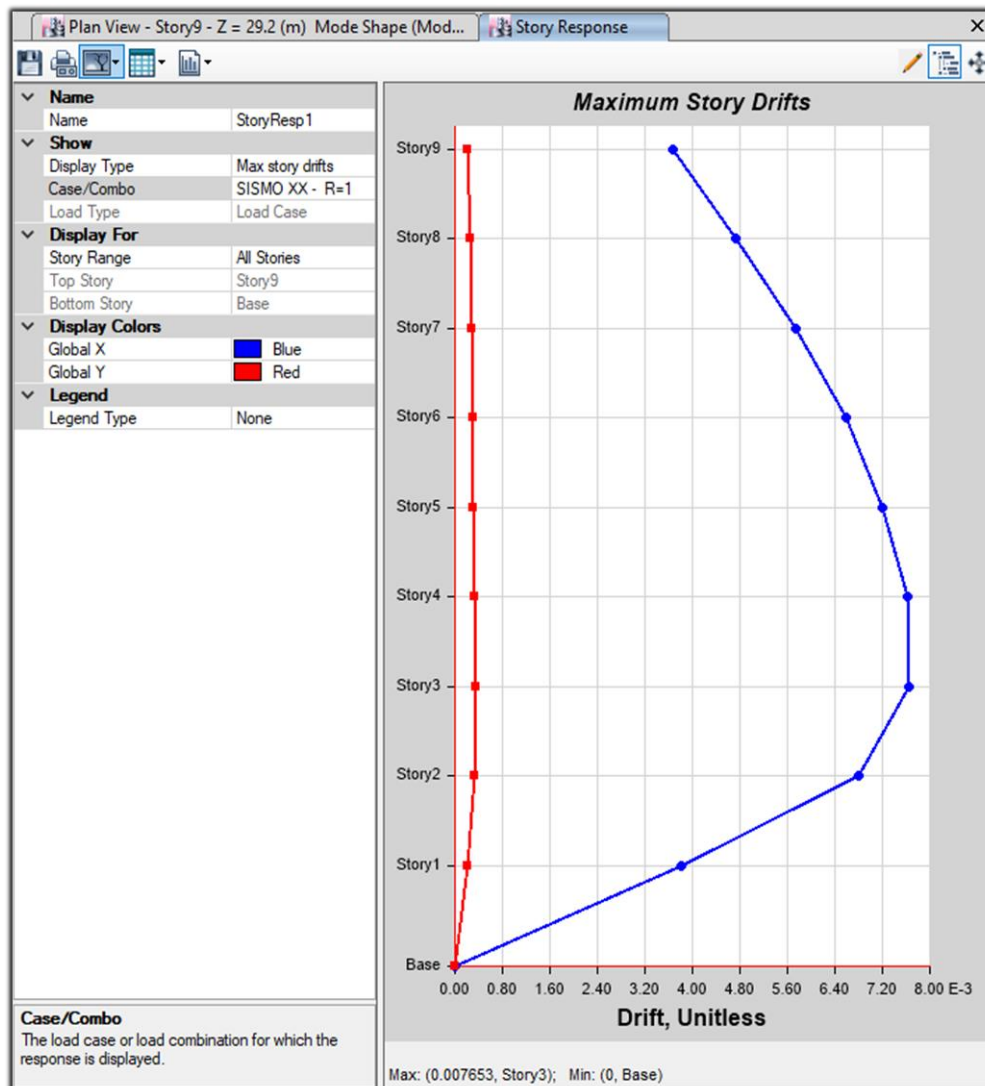
Luego de haber elaborado el espectro de respuesta con  $R = 1$ , se creó de igual manera los casos de carga en las dos direcciones del análisis, luego verifiqué los desplazamientos del centro de masa y las distorsiones obtenidas, para un  $R=1$ .

- **Verificación de Desplazamientos y Distorsiones en la Dirección X-X ( $R_x=1$ )**

**Tabla 32.** Desplazamientos y Distorsiones en la Dirección X-X con  $R_x=1$

Distorsiones Inelásticas por Pisos					
Pisos	Diafragma	Caso de Carga	UX (m)	Distorsión R=1	E.030 <0.007
Piso 9	D9	SISMO XX - R=1 Max	0.1737	0.00366	CUMPLE
Piso 8	D8	SISMO XX - R=1 Max	0.1620	0.00473	CUMPLE
Piso 7	D7	SISMO XX - R=1 Max	0.1469	0.00574	CUMPLE
Piso 6	D6	SISMO XX - R=1 Max	0.1285	0.00658	CUMPLE
Piso 5	D5	SISMO XX - R=1 Max	0.1075	0.00721	NO CUMPLE
Piso 4	D4	SISMO XX - R=1 Max	0.0844	0.00763	NO CUMPLE
Piso 3	D3	SISMO XX - R=1 Max	0.0600	0.00765	NO CUMPLE
Piso 2	D1	SISMO XX - R=1 Max	0.0355	0.00681	CUMPLE
Piso1	D1	SISMO XX - R=1 Max	0.0137	0.00381	CUMPLE

Fuente: Datos Obtenidos del Programa Etabs

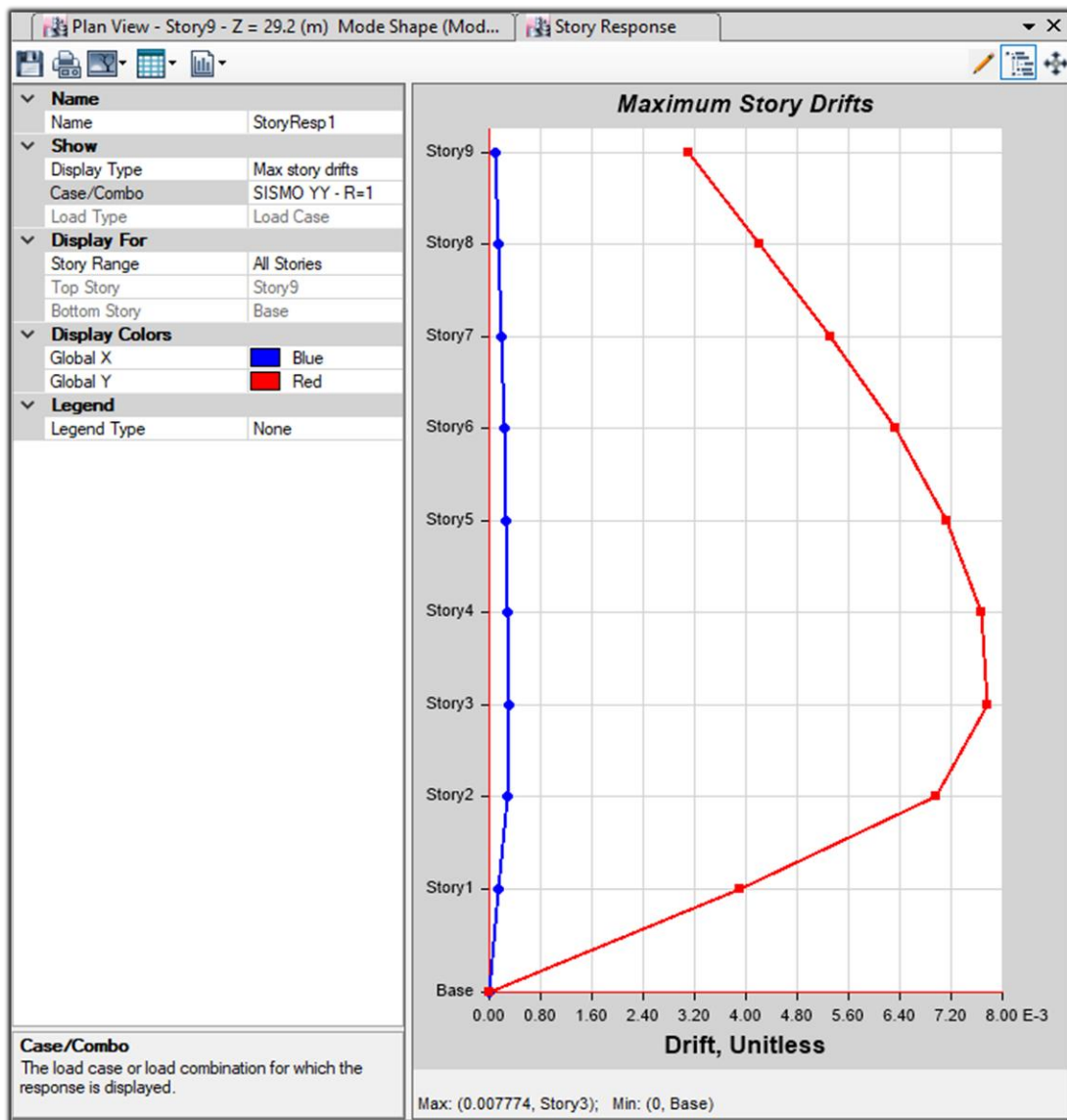


*Figura 20.* Distorsiones en X-X con  $R_x=1$

**Tabla 33.** Desplazamientos y Distorsiones en la Dirección Y-Y con  $R_y=1$

Distorsiones Inelásticas por Pisos					
Pisos	Diafragma	Casos de Carga	UY (m)	Distorsión R= 1	E.030 <0.007
Piso 9	D9	SISMO YY - R=1 Max	0.1692	0.00310	CUMPLE
Piso 8	D8	SISMO YY - R=1 Max	0.1593	0.00421	CUMPLE
Piso 7	D7	SISMO YY - R=1 Max	0.1458	0.00533	CUMPLE
Piso 6	D6	SISMO YY - R=1 Max	0.1288	0.00632	CUMPLE
Piso 5	D5	SISMO YY - R=1 Max	0.1085	0.00712	NO CUMPLE
Piso 4	D4	SISMO YY - R=1 Max	0.0858	0.00768	NO CUMPLE
Piso 3	D3	SISMO YY - R=1 Max	0.0612	0.00777	NO CUMPLE
Piso 2	D1	SISMO YY - R=1 Max	0.0363	0.00696	CUMPLE
Piso 1	D1	SISMO YY - R=1 Max	0.0140	0.00390	CUMPLE

Fuente: Datos Obtenidos del Programa Etabs



**Figura 21.** Distorsiones en Y-Y con  $R_y=1$

### 3.5.5 Escalamiento de Registros Sísmicos

Para escalar los registros se usó el programa Seísmo Match versión 2018, para usar este programa se ha solicitado una licencia académica, el cual se muestra en el anexo N° 12, se realizó los escalamientos de los registros sísmicos escogidos, y se consideró en sus dos componentes, Para esto se siguió las recomendaciones de la norma ASCE y de CDV Representantes.

Se usó los registros sísmicos del año 1966-1970-1974, se consideró estos sismos ya que son sismos históricos y son usados en la mayoría de proyectos que se encuentran ubicados en la ciudad de Lima.

**Tabla 34.** *Evento Sísmico y Nombre de Estaciones*

Evento Sísmico	Estación
17 de Octubre de 1966	Parque de la Reserva
31 de Mayo de 1970	Parque de la Reserva
03 de Octubre de 1974	Parque de la Reserva

Fuente: Elaboración Propia

Todos los sismos originales descargados del Instituto geofísico del Perú, se muestra en el anexo N° 13

- **Escalamiento de Registro Sísmico de 1966 en la Componente (E-O)**

Hemos obtenido del Instituto Geofísico del Perú la data del registro sísmico en la componente E-O y su aceleración máxima en cm/s<sup>2</sup>

**Tabla 35.** *Aceleración Máxima Componente E-O*

Evento Sísmico	Componente	Aceleración Máxima (cm/s <sup>2</sup> )
17 de octubre 1966	E-O	-180.6

Fuente: Instituto Geofísico del Perú

Estos registros sísmicos, fueron filtrados antes de exportarlos al programa Seísmo Match, esto a causa a que los acelerógrafos captan cualquier movimiento que podría ser causado por el comportamiento dinámico de vehículos pasados que circulan cerca a la estación donde está ubicado el acelerógrafo, cuando se filtran se logran tener una data más confiable y resultados más exactos.

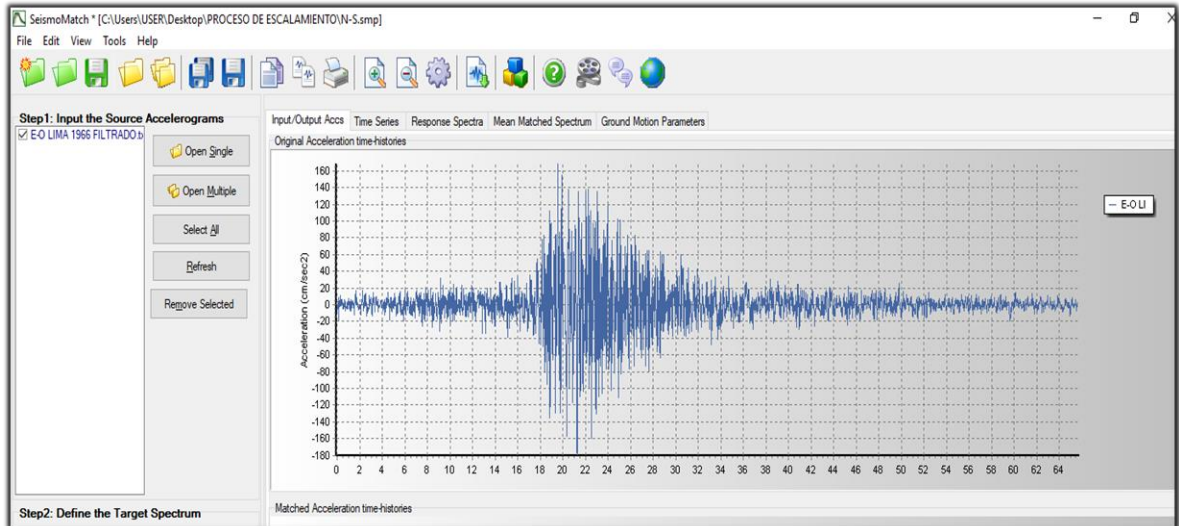


Figura 22. Registro sísmico 1966 en la componente E-O

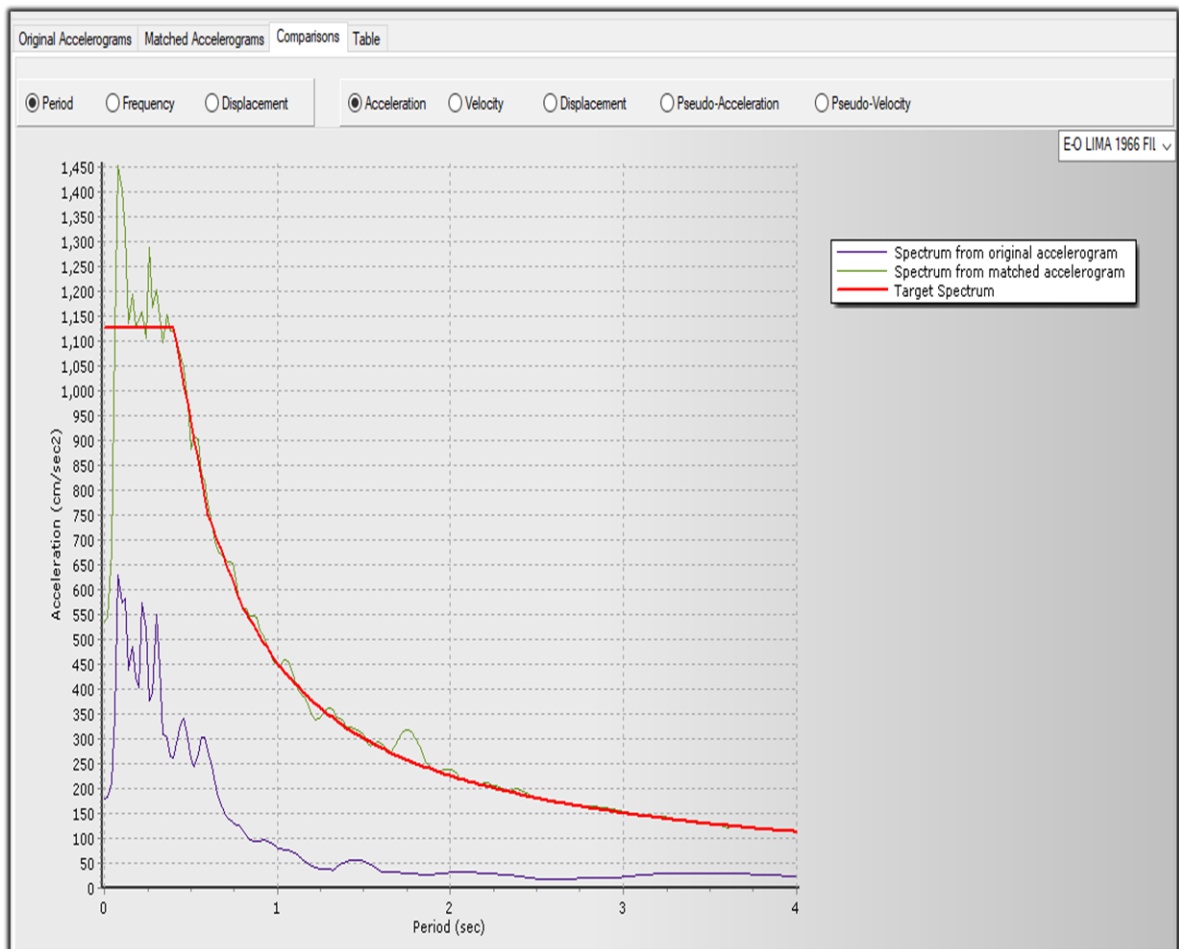


Figura 23. Sismo Original 1966 y Sismo Escalado al Espectro de Diseño Componente E-O



Los datos se exportaron en formato Block de Notas, y luego se importaron al Programa Etabs donde está modelado nuestra estructura y poder así definir el espectro de diseño en esa componente y en sus dos casos.

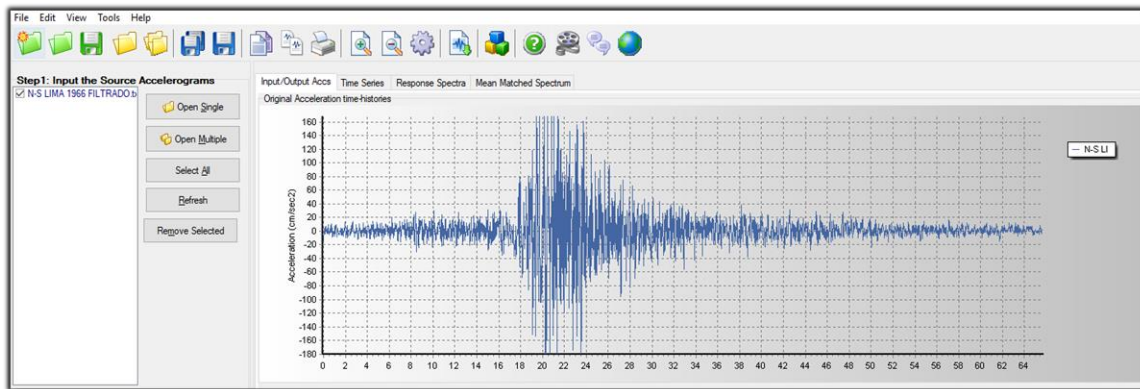
- **Escalamiento de Registro Sísmico de 1966 en la Componente (N-S)**

Hemos obtenido del Instituto Geofísico del Perú, la data del registro sísmico en la componente N-S y su aceleración máxima en  $\text{cm/s}^2$

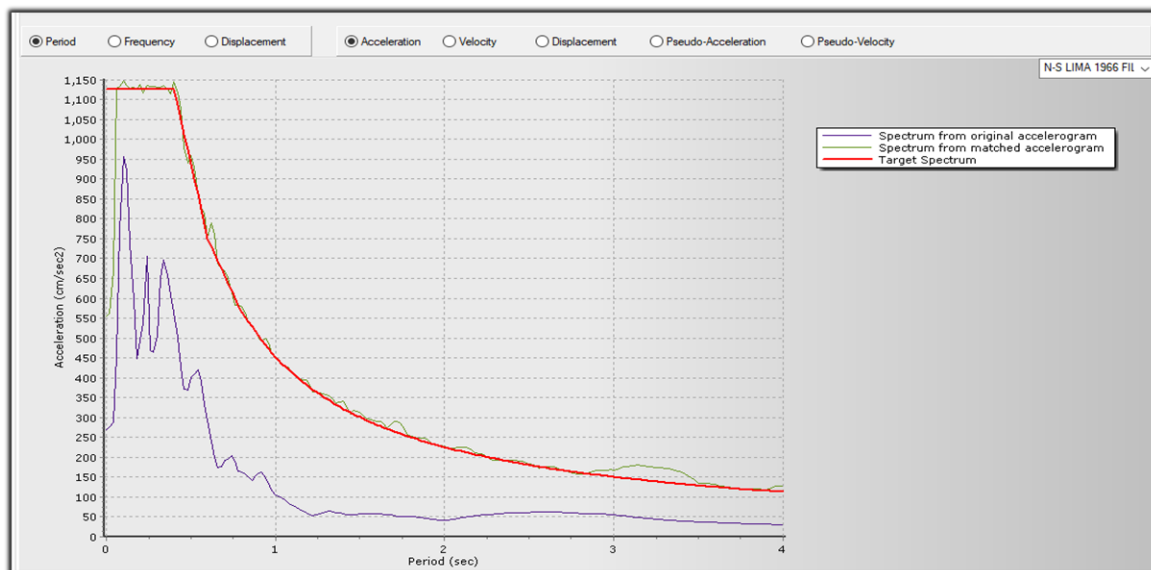
**Tabla 36.** Aceleración Máxima Componente N-S

Evento Sísmico	Componente	Aceleración Máxima ( $\text{cm/s}^2$ )
17 de octubre 1966	N-S	-269.3

Fuente: Instituto Geofísico del Perú



**Figura 24.** Registro Sísmico 1966 en la Componente N-S



**Figura 25** Sismo Original 1966 y Sismo Escalado al Espectro de Diseño componente N- S

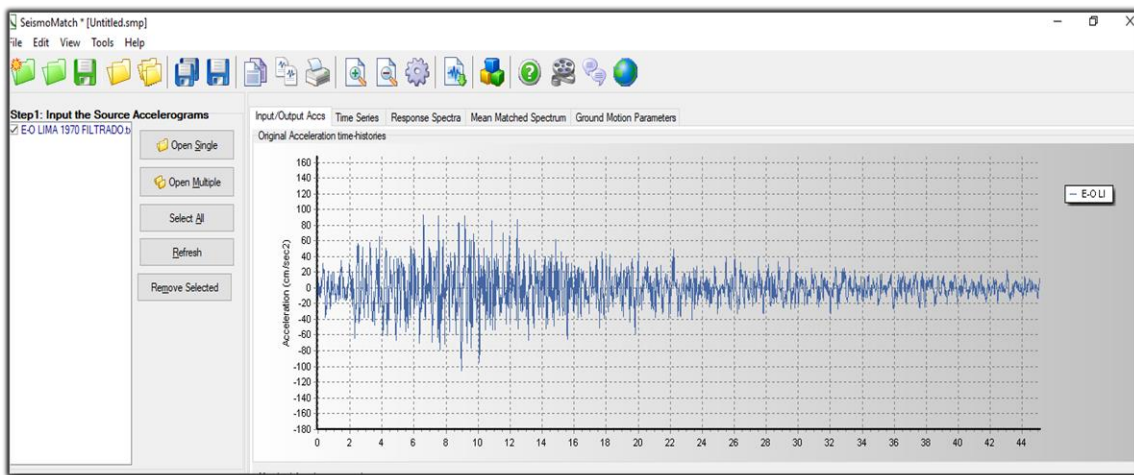
- **Escalamiento de Registro Sísmico de 1970 en la Componente (E-O)**

Hemos obtenido del Instituto Geofísico del Perú la data del registro sísmico del año 1970 en la componente E-O y su aceleración máxima en cm/s<sup>2</sup>

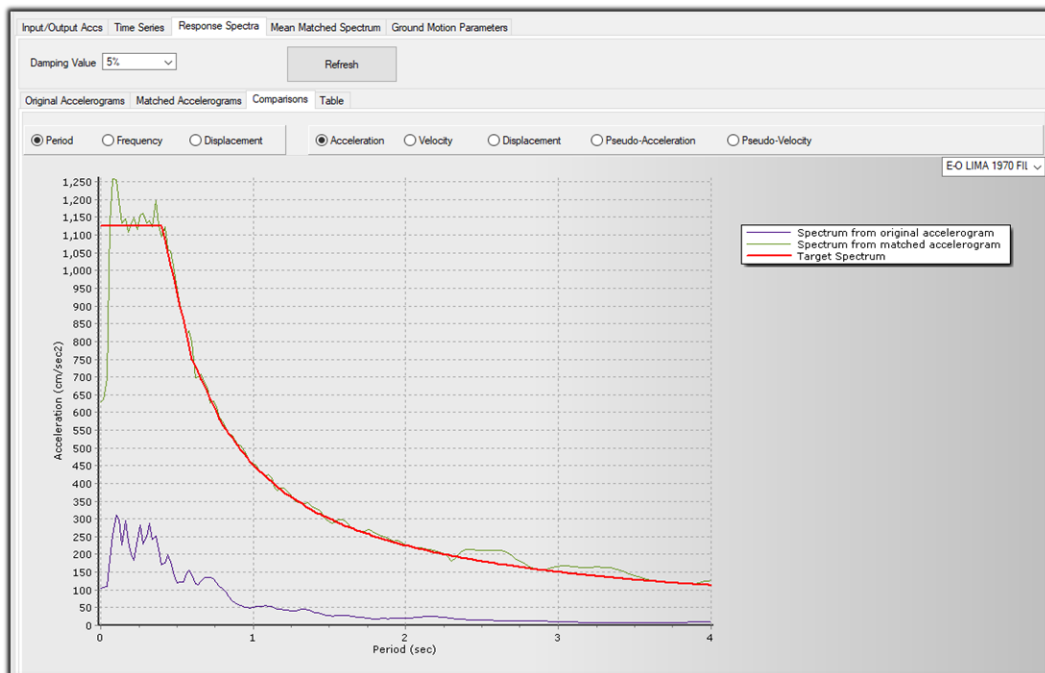
**Tabla 37.** Aceleración Máxima Componente E-O

Evento Sísmico	Componente	Aceleración Máxima (cm/s <sup>2</sup> )
31 de Mayo de 1966	E-O	-104.8

Fuente: Instituto Geofísico del Perú



**Figura 26.** Registro Sísmico 1970 en la Componente E-O



**Figura 27.** Sismo Original 1970 y Sismo Escalado al Espectro de Diseño Componente E-O

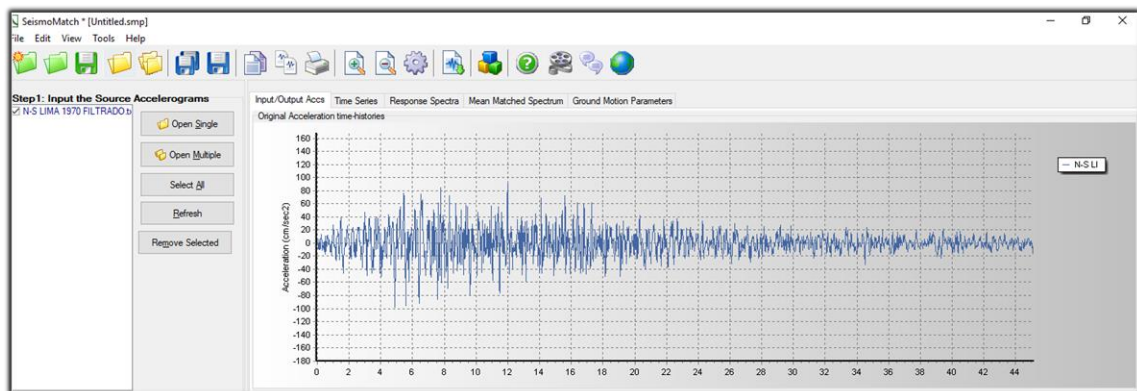
- **Escalamiento de Registro Sísmico de 1970 en la Componente (N-S)**

Hemos obtenido del Instituto Geofísico del Perú la data del registro sísmico del año 1970 en la componente N-S y su aceleración máxima en cm/s<sup>2</sup>

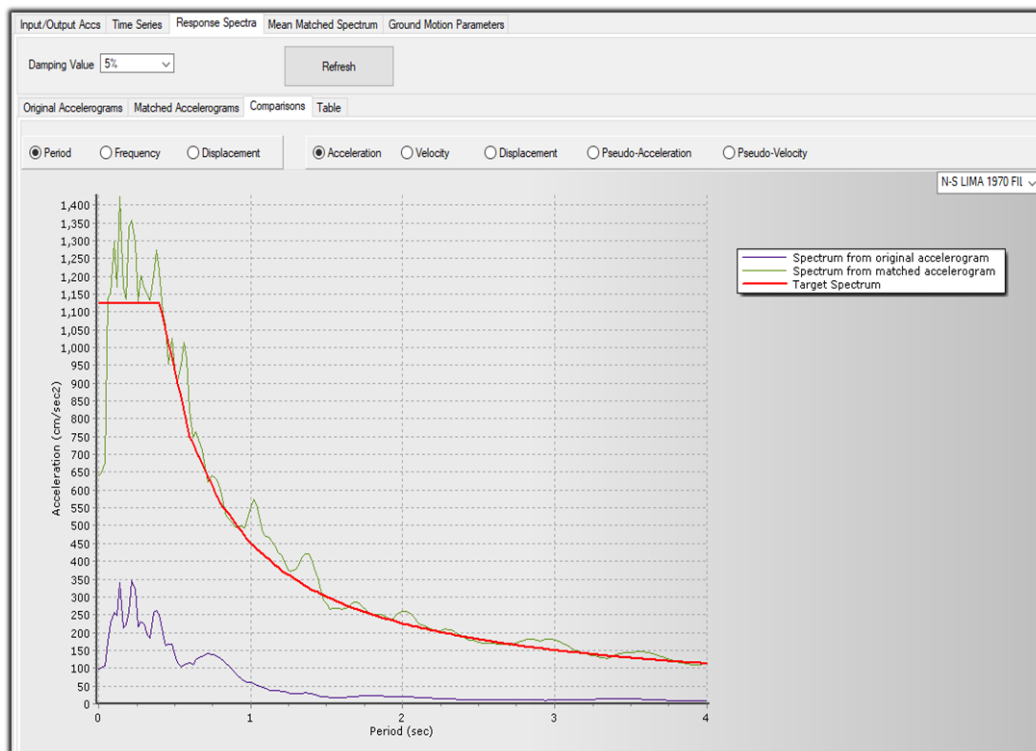
**Tabla 38.** Aceleración Máxima Componente N-S

Evento Sísmico	Componente	Aceleración Máxima (cm/s <sup>2</sup> )
31 de Mayo de 1970	N-S	-97.7

Fuente: Instituto Geofísico del Perú



*Figura 28.* Registro Sísmico 1970 en la Componente N-S



*Figura 29.* Sismo Original 1970 y Sismo Escalado al Espectro de Diseño componente N-S

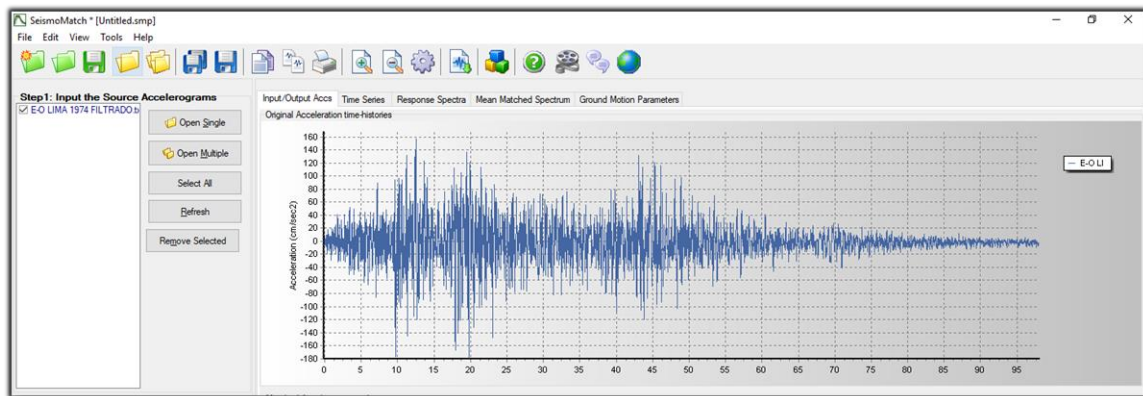
- **Escalamiento de Registro Sísmico de 1974 Componente (E-O)**

Hemos obtenido del Instituto Geofísico del Perú la data del registro sísmico del año 1974 en la componente E-O y su aceleración máxima en  $\text{cm/s}^2$ .

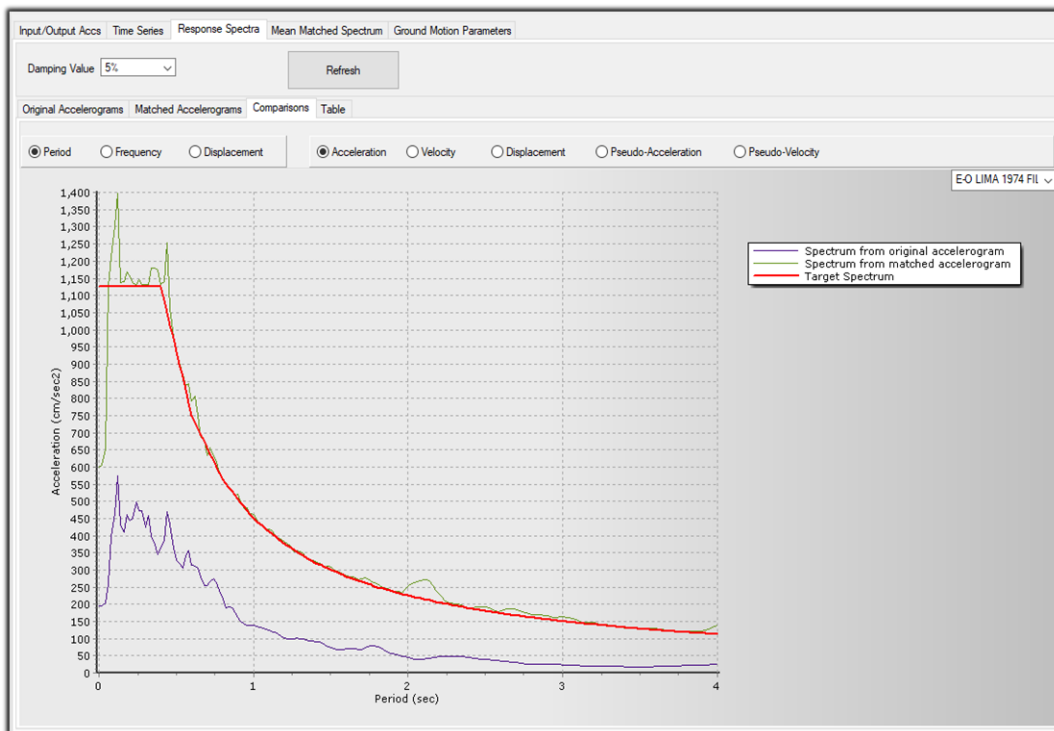
**Tabla 39.** Aceleración Máxima Componente E-O

Evento Sísmico	Componente	Aceleración Máxima ( $\text{cm/s}^2$ )
03 de Octubre 1974	E-O	-192.5

Fuente: Instituto Geofísico del Perú



**Figura 30.** Registro Sísmico 1974 en la Componente E-O



**Figura 31.** Sismo Original 1974 y Sismo Escalado al Espectro de Diseño Componente E-O

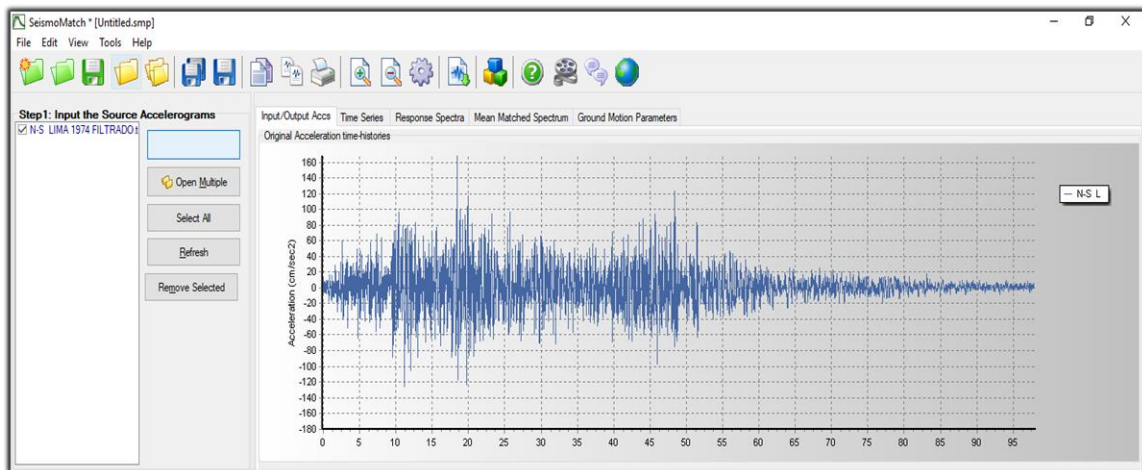
- **Escalamiento de Registro Sísmico de 1974 en la Componente (N-S)**

Hemos obtenido del Instituto Geofísico del Perú la data del registro sísmico del año 1974 en la componente N-S y su aceleración máxima en cm/s<sup>2</sup>

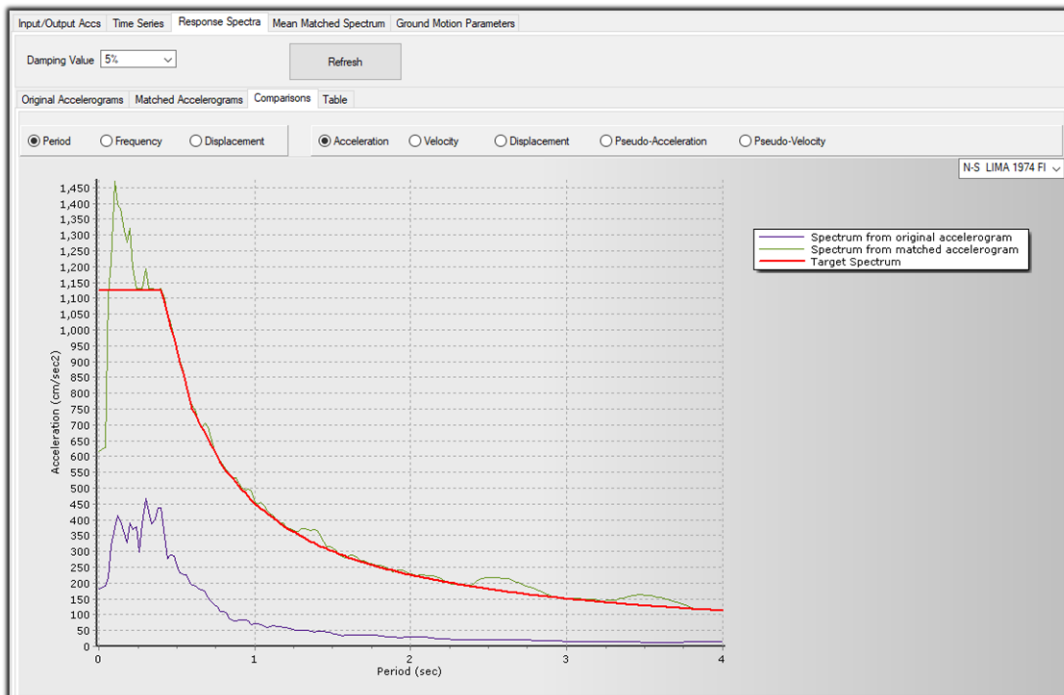
**Tabla 40.** *Aceleración Máxima Componente N-S*

Evento Sísmico	Componente	Aceleración Máxima (cm/s <sup>2</sup> )
03 de Octubre	N-S	179.2

Fuente: Instituto Geofísico del Perú



**Figura 32.** Registro Sísmico 1974 en la Componente N-S



**Figura 33.** Sismo Original 1974 y Sismo Escalado al Espectro de Diseño componente N-S

### 3.5.6 Análisis Tiempo Historia Lineal del Modelo N° 1

Se creó la función del espectro Tiempo Historia, haciendo uso de los sismos escalados que se indican en el anexo N° 14.

Se muestran las siguientes figuras en cada uno de sus componentes.

- **Sismo 1966 en la Componente E-O**

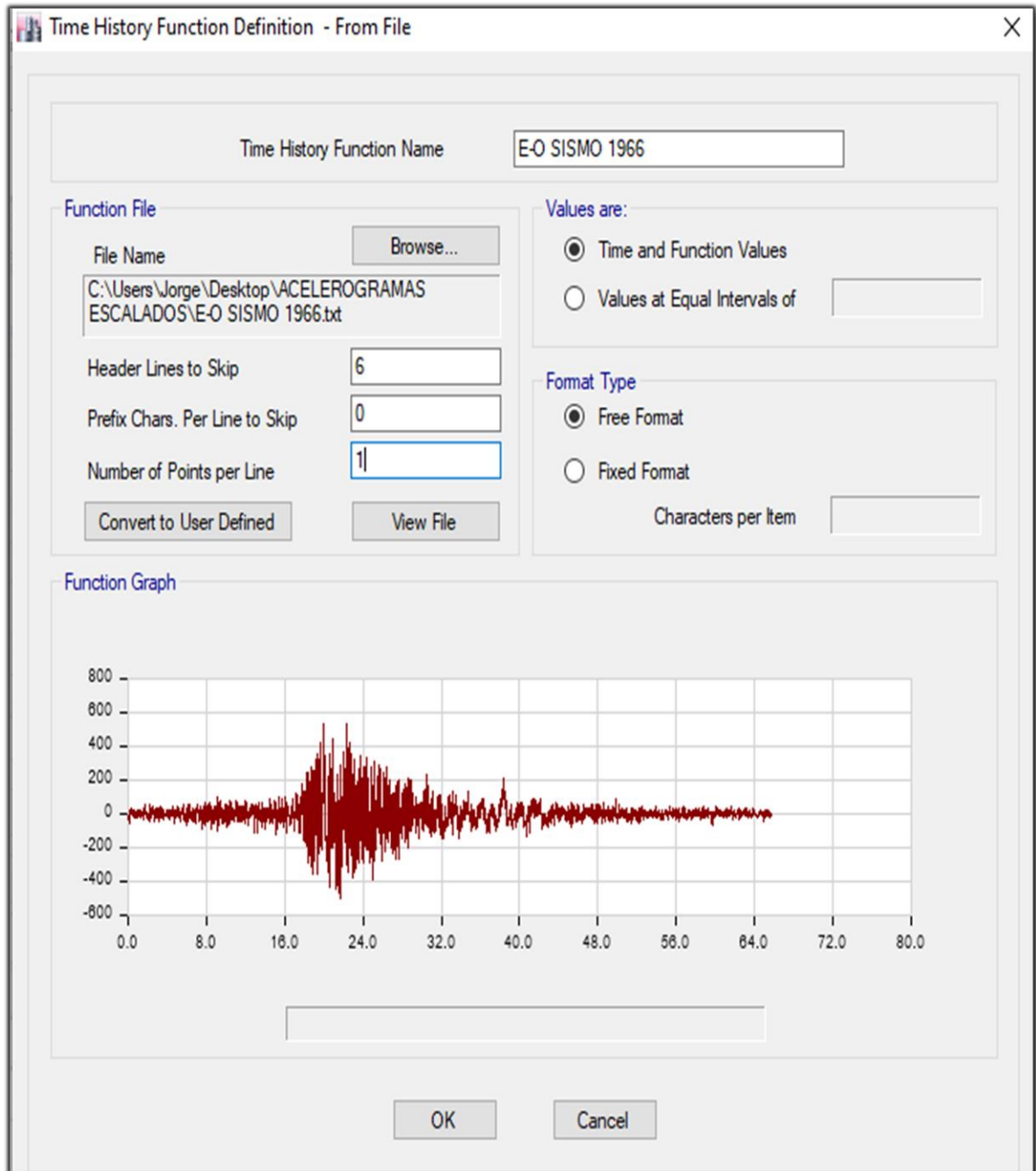


Figura 34. Creación de la Función en la Componente E-O – Sismo 1966

- **Sismo 1966 en la Componente N-S**

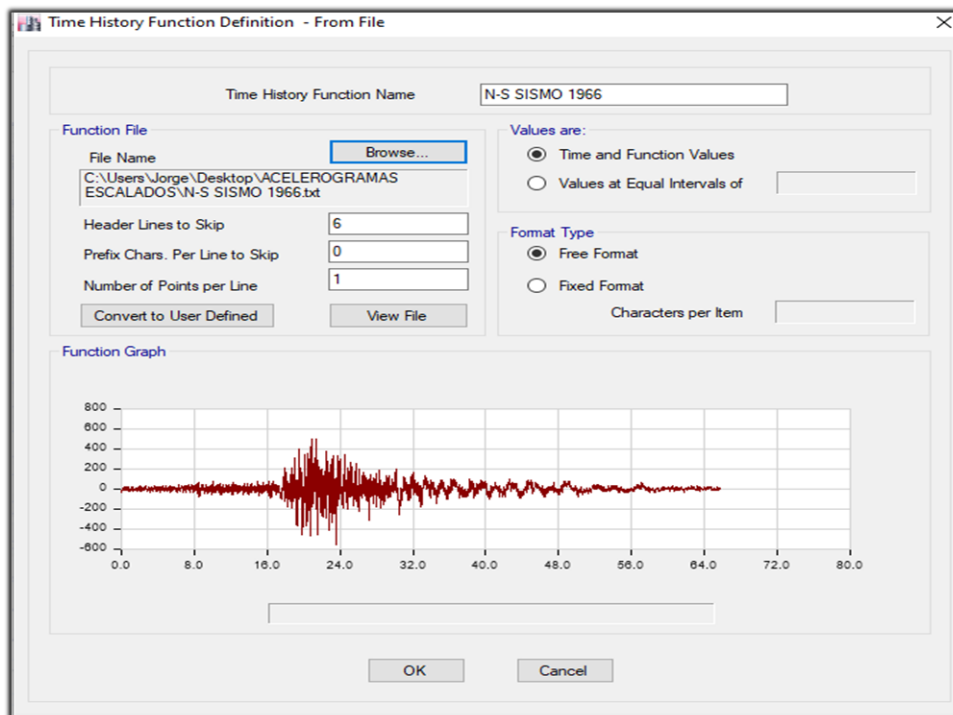


Figura 35. Creación de la Función en la Componente N-S – Sismo 1966

- **Sismo 1970 en la Componente E-O**

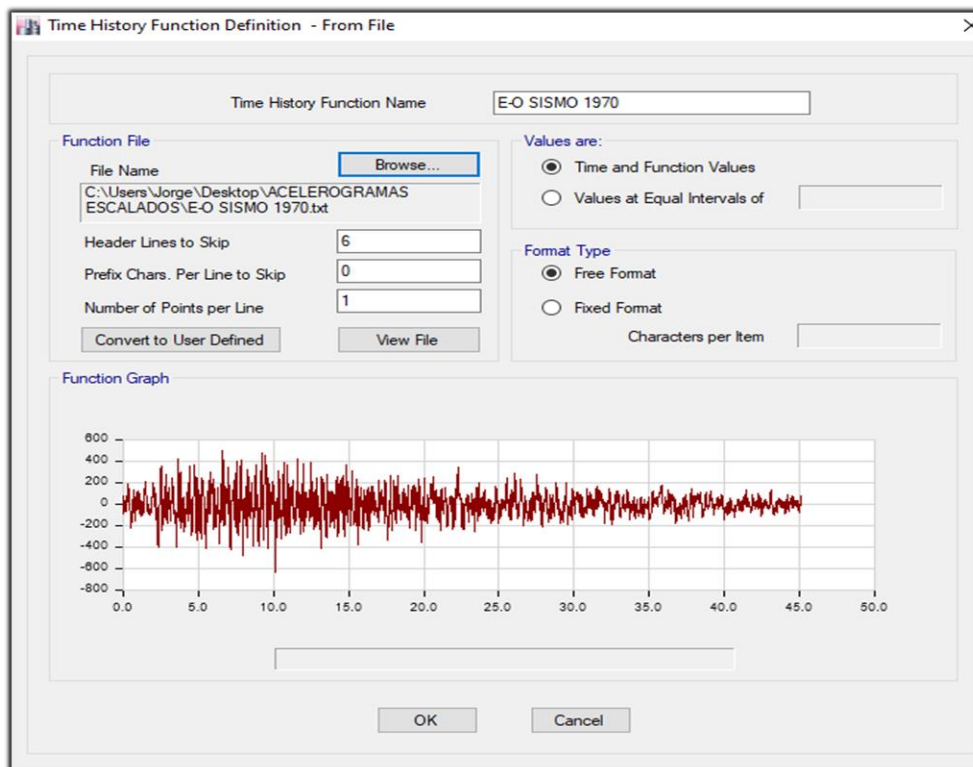


Figura 36. Creación de la Función en la Componente E-O – Sismo 1970

- **Sismo 1970 en la Componente N-S**

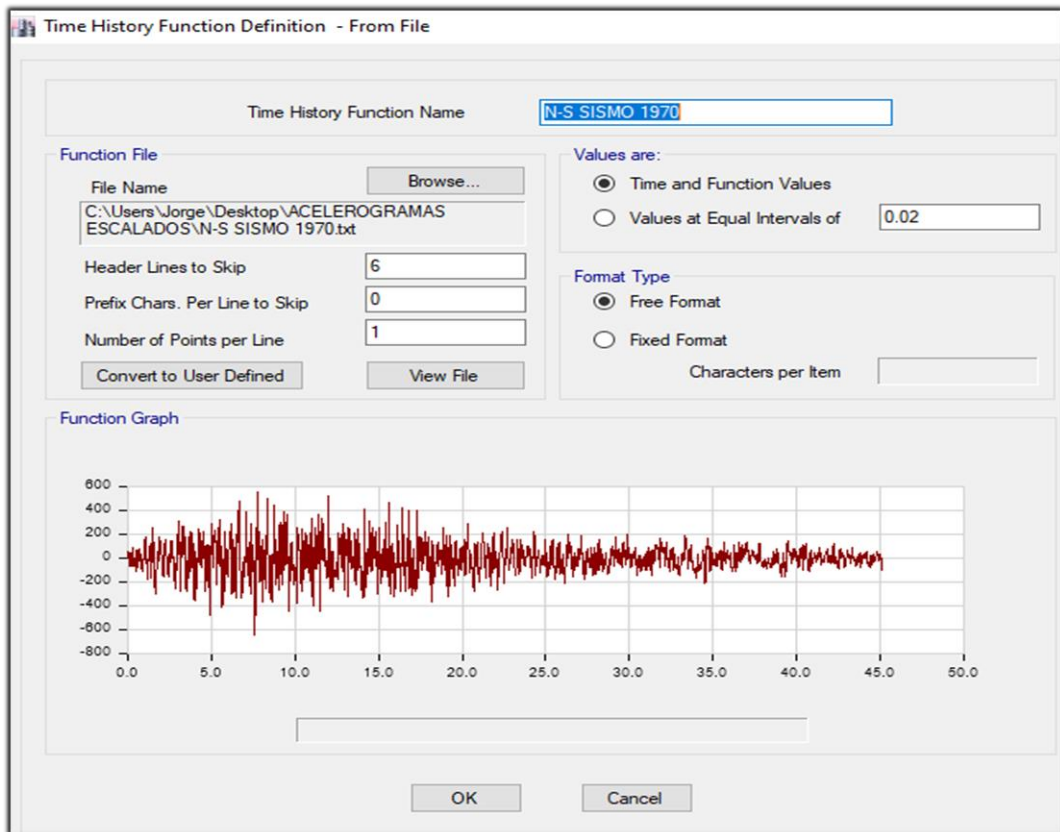


Figura 37. Creación de la Función en la Componente N-S – Sismo 1970

- **Sismo 1974 en la Componente E-O**

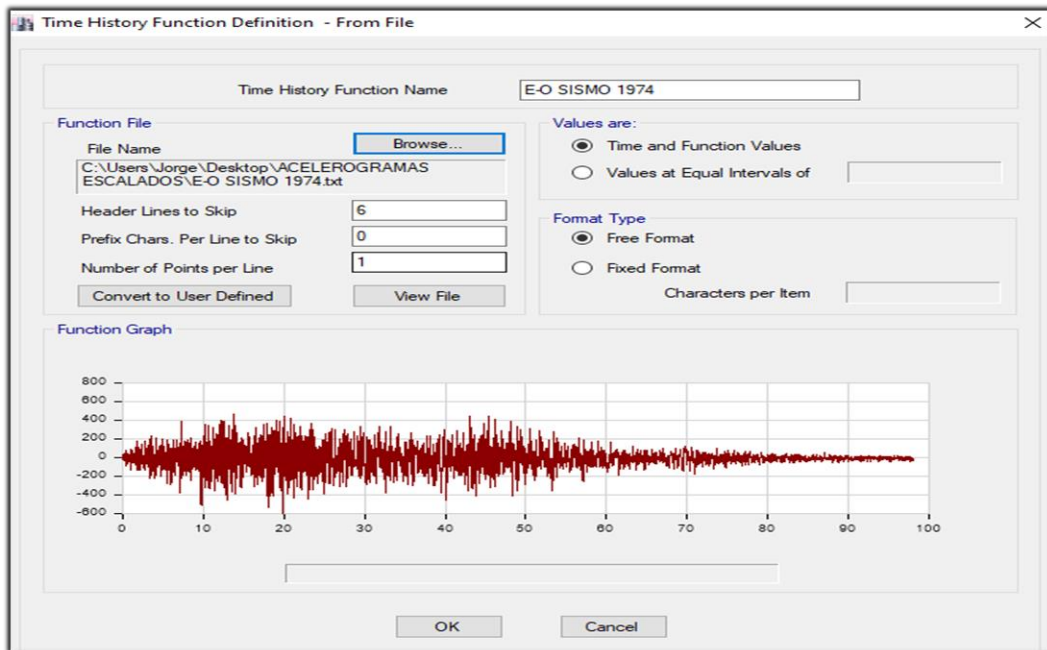


Figura 38. Creación de la Función en la Componente E-O – Sismo 1974



- **Sismo 1974 en la Componente N-S**

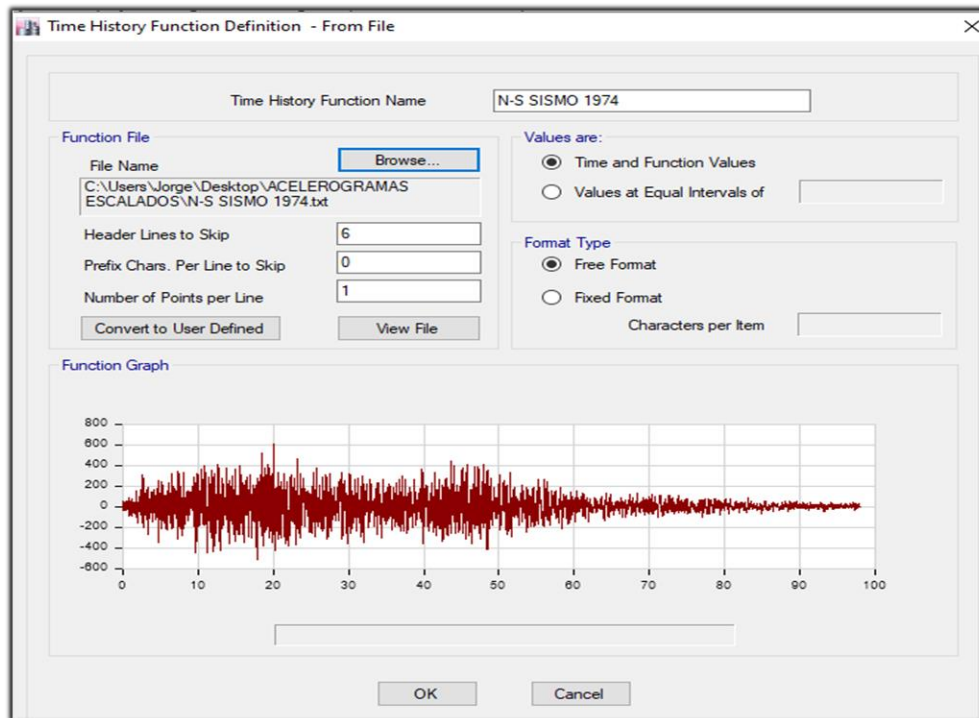


Figura 39. Creación de la Función en la Componente N-S – Sismo 1974

- **Creación de los Casos de Cargas del Análisis Tiempo Historia Lineal**

Se realizó el análisis en sus dos componentes y en sus dos casos, en las siguientes figuras se indican la creación de los casos de cargas en sus 2 casos de análisis.

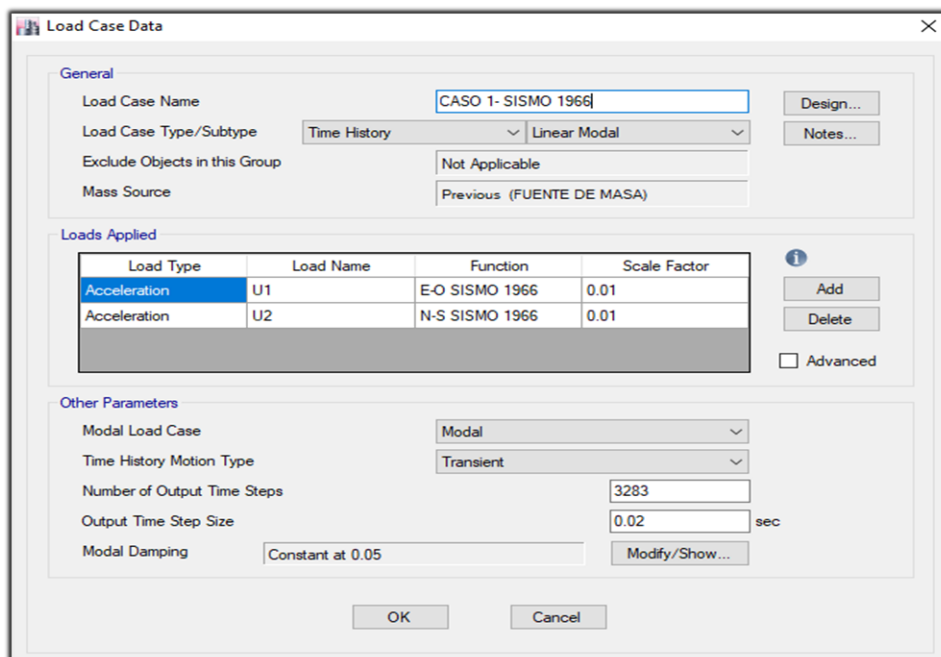


Figura 40. Creación de Casos de Cargas – Sismo 1966- Caso 1

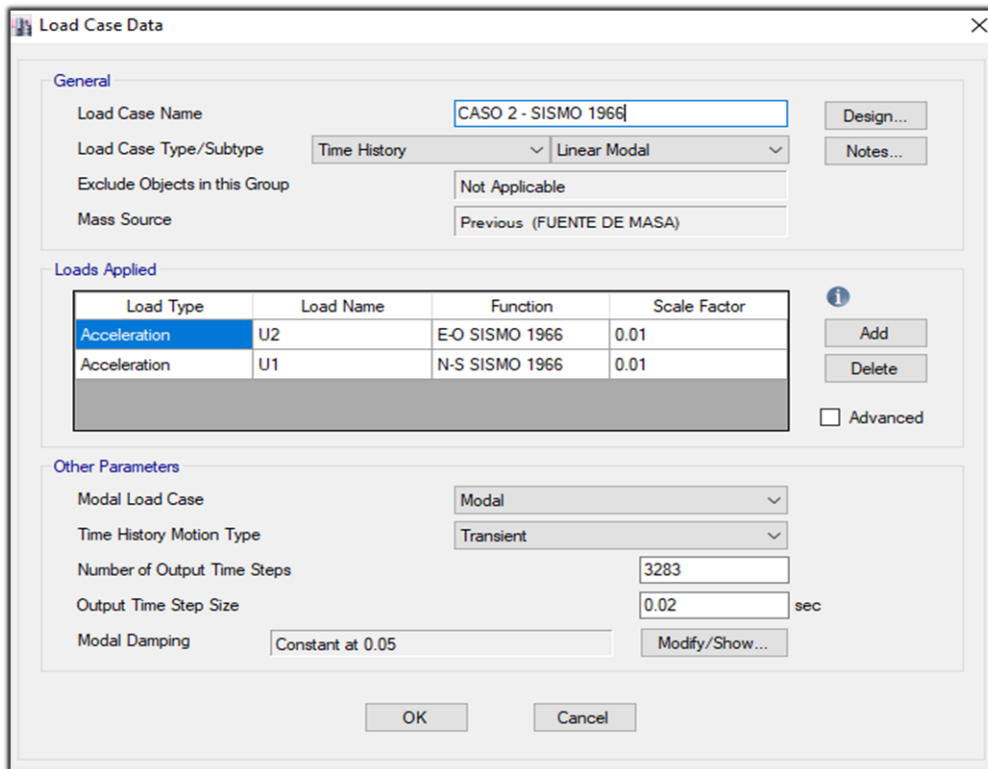


Figura 41. Creación de Casos de Cargas – Sismo 1966- Caso 2

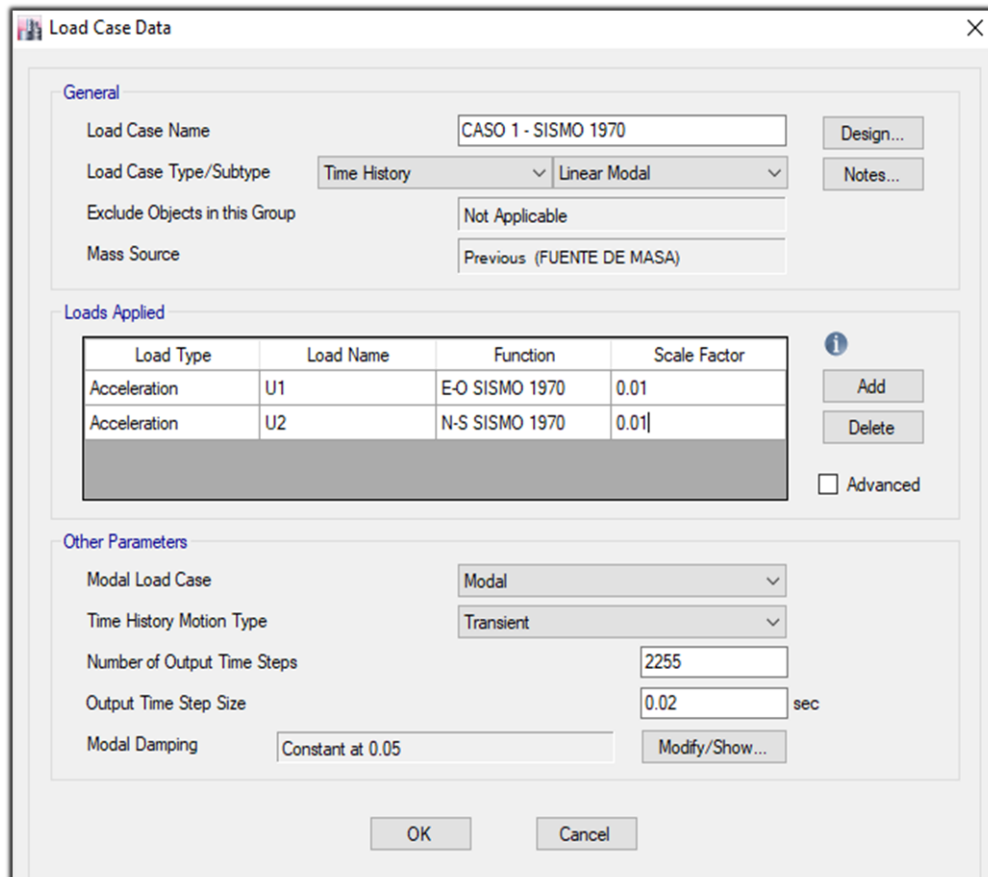


Figura 42. Creación de Casos de Cargas – Sismo 1970- Caso 1

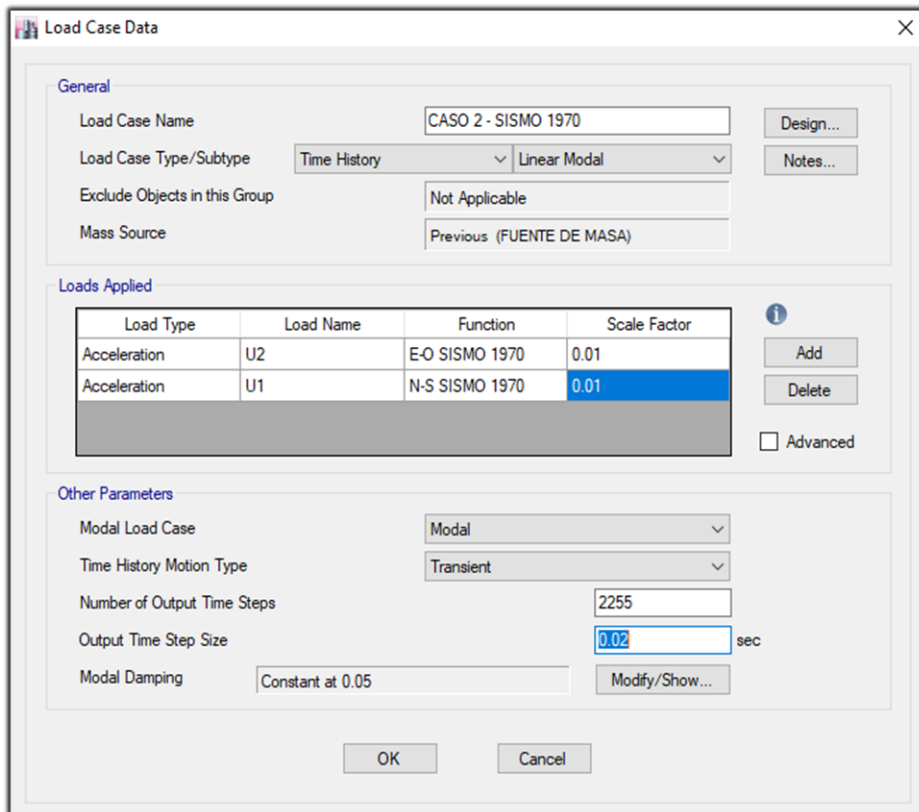


Figura 43. Creación de Casos de Cargas – Sismo 1970- Caso 2

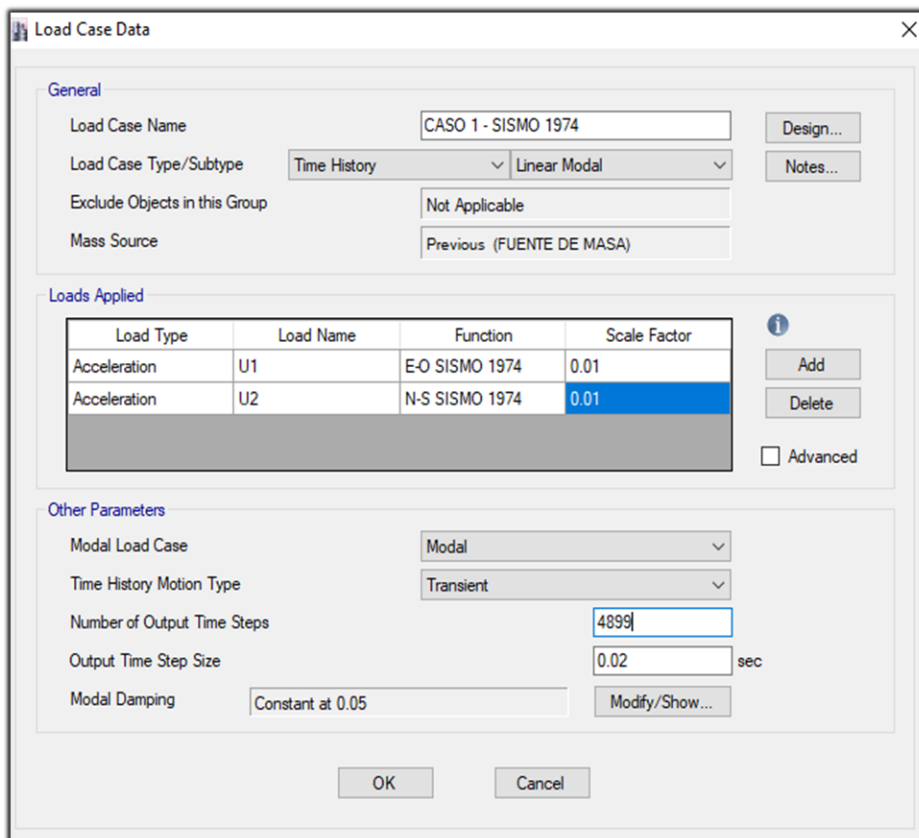


Figura 44. Creación de Casos de Cargas – Sismo 1974- Caso 1

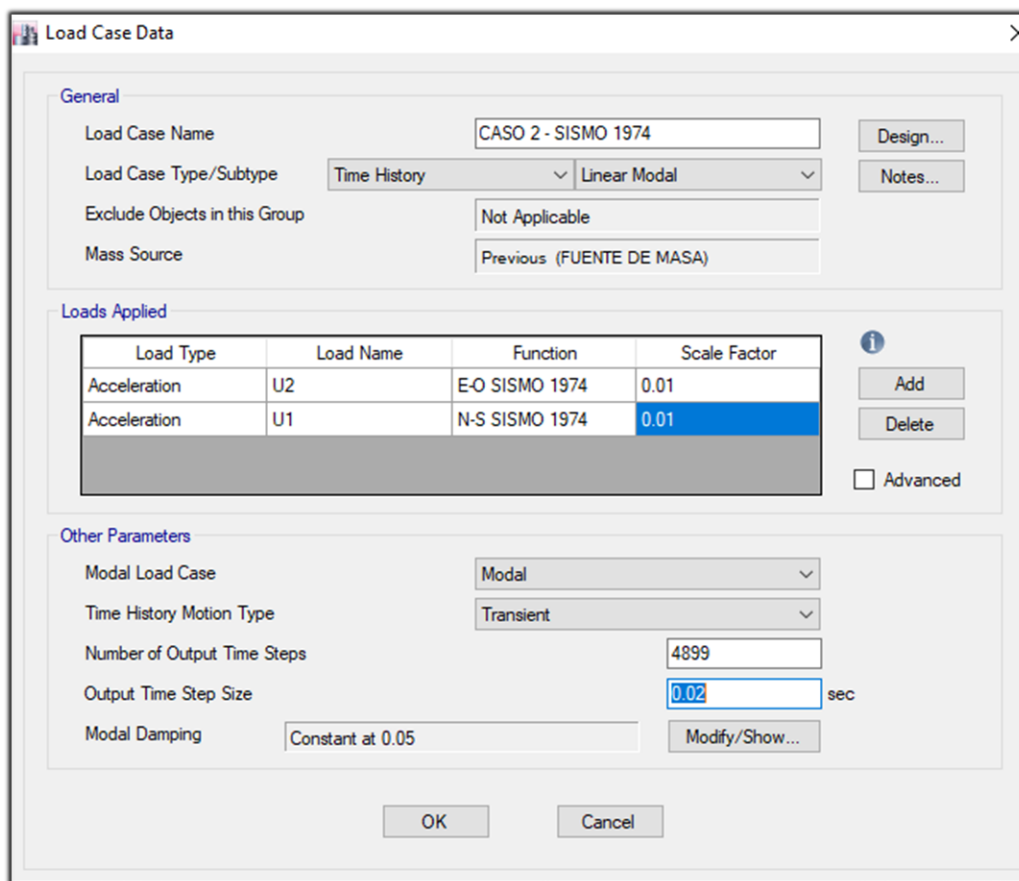


Figura 45. Creación de Casos de Cargas – Sismo 1974- Caso 2

### 3.5.6.1 Verificación de Desplazamiento del Centro de Masa y Distorsiones Para Cada Caso de Análisis Tiempo Historia del Modelo N° 1

- Sismo 1966 – Caso 1

**Tabla 41.** Desplazamiento del Centro de Masa y Distorsiones en la Dirección X-X/ Componente E-O/Sismo 1966 Caso 1

Desplazamientos del Centro de Masa y Distorsiones				
Pisos	Diafragma	Caso de Carga	UX	Distorsiones
Piso 9	D9	CASO 1- SISMO 1966 Max	0.1792	0.00411
Piso 8	D8	CASO 1- SISMO 1966 Max	0.1660	0.00517
Piso 7	D7	CASO 1- SISMO 1966 Max	0.1495	0.00596
Piso 6	D6	CASO 1- SISMO 1966 Max	0.1304	0.00659
Piso 5	D5	CASO 1- SISMO 1966 Max	0.1093	0.00705
Piso 4	D4	CASO 1- SISMO 1966 Max	0.0868	0.00749
Piso 3	D3	CASO 1- SISMO 1966 Max	0.0628	0.00765
Piso 2	D2	CASO 1- SISMO 1966 Max	0.0383	0.00727
Piso 1	D1	CASO 1- SISMO 1966 Max	0.0150	0.00418

Fuente: Datos Obtenidos del Programa Etabs/ Análisis Tiempo Historia Lineal

**Tabla 42.** Desplazamiento del Centro de Masa y Distorsiones en la Dirección Y-Y  
Componente N-S/Sismo 1966 Caso 1

Pisos	Diafragma	Caso de Carga	UY	Distorsiones
Piso 9	D9	CASO 1- SISMO 1966 Max	0.1555	0.00294
Piso 8	D8	CASO 1- SISMO 1966 Max	0.1461	0.00383
Piso 7	D7	CASO 1- SISMO 1966 Max	0.1338	0.00475
Piso 6	D6	CASO 1- SISMO 1966 Max	0.1186	0.00570
Piso 5	D5	CASO 1- SISMO 1966 Max	0.1004	0.00655
Piso 4	D4	CASO 1- SISMO 1966 Max	0.0794	0.00718
Piso 3	D3	CASO 1- SISMO 1966 Max	0.0564	0.00722
Piso 2	D2	CASO 1- SISMO 1966 Max	0.0333	0.00640
Piso 1	D1	CASO 1- SISMO 1966 Max	0.0129	0.00357

Fuente: Datos Obtenidos del Programa Etabs/Análisis Tiempo Historia Lineal

- **Sismo 1966 – Caso 2**

**Tabla 43.** Desplazamiento del Centro de Masa y Distorsiones en la Dirección X-X  
Componente N-S/Sismo 1966 Caso 2

Pisos	Diafragma	Caso de Carga	UX	Distorsiones
Piso 9	D9	CASO 2- SISMO 1966 Max	0.1612	0.00355
Piso 8	D8	CASO 2- SISMO 1966 Max	0.1498	0.00460
Piso 7	D7	CASO 2- SISMO 1966 Max	0.1351	0.00575
Piso 6	D6	CASO 2- SISMO 1966 Max	0.1167	0.00636
Piso 5	D5	CASO 2- SISMO 1966 Max	0.0963	0.00657
Piso 4	D4	CASO 2- SISMO 1966 Max	0.0753	0.00680
Piso 3	D3	CASO 2- SISMO 1966 Max	0.0535	0.00686
Piso 2	D2	CASO 2- SISMO 1966 Max	0.0316	0.00608
Piso 1	D1	CASO 2- SISMO 1966 Max	0.0121	0.00337

Fuente: Datos Obtenidos del Programa Etabs/Análisis Tiempo Historia Lineal

**Tabla 44.** Desplazamiento del Centro de Masa y Distorsiones en la Dirección Y-Y  
Componente E-O/Sismo 1966 Caso 2

Pisos	Diafragma	Caso de Carga	UY	Distorsiones
Piso 9	D9	CASO 2- SISMO 1966 Max	0.1711	0.00349
Piso 8	D8	CASO 2- SISMO 1966 Max	0.1599	0.00463
Piso 7	D7	CASO 2- SISMO 1966 Max	0.1451	0.00556
Piso 6	D6	CASO 2- SISMO 1966 Max	0.1273	0.00628
Piso 5	D5	CASO 2- SISMO 1966 Max	0.1072	0.00717
Piso 4	D4	CASO 2- SISMO 1966 Max	0.0842	0.00741
Piso 3	D3	CASO 2- SISMO 1966 Max	0.0605	0.00752
Piso 2	D2	CASO 2- SISMO 1966 Max	0.0365	0.00693
Piso 1	D1	CASO 2- SISMO 1966 Max	0.0143	0.00397

Fuente: Datos Obtenidos del Programa Etabs/ Análisis Tiempo Historia Lineal

- **Sismo 1970 - Caso 1**

**Tabla 45.** Desplazamiento del Centro de Masa y Distorsiones en la Dirección X-X  
Componente E-O/Sismo 1970 Caso 1

Pisos	Diafragma	Caso de Carga	UX	Distorsiones
Piso 9	D9	CASO 1- SISMO 1970 Max	0.1615	0.00377
Piso 8	D8	CASO 1- SISMO 1970 Max	0.1494	0.00489
Piso 7	D7	CASO 1- SISMO 1970 Max	0.1338	0.00589
Piso 6	D6	CASO 1- SISMO 1970 Max	0.1149	0.00647
Piso 5	D5	CASO 1- SISMO 1970 Max	0.0942	0.00681
Piso 4	D4	CASO 1- SISMO 1970 Max	0.0724	0.00685
Piso 3	D3	CASO 1- SISMO 1970 Max	0.0505	0.00648
Piso 2	D2	CASO 1- SISMO 1970 Max	0.0298	0.00566
Piso 1	D1	CASO 1- SISMO 1970 Max	0.0117	0.00324

Fuente: Datos Obtenidos del Programa Etabs/Análisis Tiempo Historia Lineal

**Tabla 46.** Desplazamiento del Centro de Masa y Distorsiones en la Dirección Y-Y  
Componente N-S/Sismo 1970 Caso 1

Pisos	Diafragma	Caso de Carga	UY	Distorsiones
Piso 9	D9	CASO 1- SISMO 1970 Max	0.2132	0.00395
Piso 8	D8	CASO 1- SISMO 1970 Max	0.2005	0.00533
Piso 7	D7	CASO 1- SISMO 1970 Max	0.1835	0.00697
Piso 6	D6	CASO 1- SISMO 1970 Max	0.1612	0.00826
Piso 5	D5	CASO 1- SISMO 1970 Max	0.1348	0.00902
Piso 4	D4	CASO 1- SISMO 1970 Max	0.1059	0.00972
Piso 3	D3	CASO 1- SISMO 1970 Max	0.0748	0.00973
Piso 2	D2	CASO 1- SISMO 1970 Max	0.0436	0.00842
Piso 1	D1	CASO 1- SISMO 1970 Max	0.0167	0.00464

Fuente: Datos Obtenidos del Programa Etabs/Análisis Tiempo Historia Lineal

- **Sismo 1970 – Caso 2**

**Tabla 47.** Desplazamiento del Centro de Masa y Distorsiones en la Dirección X-X  
Componente N-S/Sismo 1970 Caso 2

Pisos	Diafragma	Caso de Carga	UX	Distorsiones
Piso 9	D9	CASO 2- SISMO 1970 Max	0.2144	0.00479
Piso 8	D8	CASO 2- SISMO 1970 Max	0.1991	0.00616
Piso 7	D7	CASO 2- SISMO 1970 Max	0.1794	0.00747
Piso 6	D6	CASO 2- SISMO 1970 Max	0.1555	0.00848
Piso 5	D5	CASO 2- SISMO 1970 Max	0.1283	0.00904
Piso 4	D4	CASO 2- SISMO 1970 Max	0.0994	0.00934
Piso 3	D3	CASO 2- SISMO 1970 Max	0.0695	0.00898
Piso 2	D2	CASO 2- SISMO 1970 Max	0.0408	0.00772
Piso 1	D1	CASO 2- SISMO 1970 Max	0.0161	0.00447

Fuente: Datos Obtenidos del Programa Etabs/Análisis Tiempo Historia Lineal

**Tabla 48.** Desplazamiento del Centro de Masa y Distorsiones en la Dirección Y-Y  
Componente E-O/Sismo 1970 Caso 2

Desplazamientos del Centro de Masa y Distorsiones				
Pisos	Diafragma	Caso de Carga	UY	Distorsiones
Piso 9	D9	CASO 2- SISMO 1970 Max	0.1636	0.00346
Piso 8	D8	CASO 2- SISMO 1970 Max	0.1525	0.00463
Piso 7	D7	CASO 2- SISMO 1970 Max	0.1377	0.00567
Piso 6	D6	CASO 2- SISMO 1970 Max	0.1196	0.00648
Piso 5	D5	CASO 2- SISMO 1970 Max	0.0988	0.00688
Piso 4	D4	CASO 2- SISMO 1970 Max	0.0768	0.00722
Piso 3	D3	CASO 2- SISMO 1970 Max	0.0537	0.00699
Piso 2	D2	CASO 2- SISMO 1970 Max	0.0313	0.00591
Piso 1	D1	CASO 2- SISMO 1970 Max	0.0124	0.00345

Fuente: Datos Obtenidos del Programa Etabs/Análisis Tiempo Historia Lineal

- **Sismo 1974 – Caso 1**

**Tabla 49.** Desplazamiento del Centro de Masa y Distorsiones en la Dirección X-X  
Componente E-O/ Sismo 1974 Caso 1

Pisos	Diafragma	Caso de Carga	UX	Distorsiones
Piso 9	D9	CASO 1- SISMO 1974 Max	0.1832	0.00420
Piso 8	D8	CASO 1- SISMO 1974 Max	0.1698	0.00538
Piso 7	D7	CASO 1- SISMO 1974 Max	0.1526	0.00655
Piso 6	D6	CASO 1- SISMO 1974 Max	0.1316	0.00724
Piso 5	D5	CASO 1- SISMO 1974 Max	0.1085	0.00772
Piso 4	D4	CASO 1- SISMO 1974 Max	0.0837	0.00776
Piso 3	D3	CASO 1- SISMO 1974 Max	0.0589	0.00729
Piso 2	D2	CASO 1- SISMO 1974 Max	0.0356	0.00670
Piso 1	D1	CASO 1- SISMO 1974 Max	0.0141	0.00393

Fuente: Datos Obtenidos del Programa Etabs/Análisis Tiempo Historia Lineal

**Tabla 50.** Desplazamiento del Centro de Masa y Distorsiones en la Dirección Y-Y  
Componente N-S/ Sismo 1974 Caso 1

Pisos	Diafragma	Caso de Carga	UY	Distorsiones
Piso 9	D9	CASO 1- SISMO 1974 Max	0.1739	0.00345
Piso 8	D8	CASO 1- SISMO 1974 Max	0.1629	0.00449
Piso 7	D7	CASO 1- SISMO 1974 Max	0.1485	0.00544
Piso 6	D6	CASO 1- SISMO 1974 Max	0.1311	0.00648
Piso 5	D5	CASO 1- SISMO 1974 Max	0.1104	0.00727
Piso 4	D4	CASO 1- SISMO 1974 Max	0.0871	0.00788
Piso 3	D3	CASO 1- SISMO 1974 Max	0.0619	0.00786
Piso 2	D2	CASO 1- SISMO 1974 Max	0.0367	0.00704
Piso 1	D1	CASO 1- SISMO 1974 Max	0.0142	0.00395

Fuente: Datos Obtenidos del Programa Etabs/ Análisis Tiempo Historia Lineal

- **Sismo 1974 – Caso 2**

**Tabla 51.** Desplazamiento del Centro de Masa y Distorsiones en la Dirección X-X  
Componente N-S/ Sismo 1974 Caso 2

Pisos	Diafragma	Caso de Carga	UX	Distorsiones
Piso 9	D9	CASO 2- SISMO 1974 Max	0.1679	0.00369
Piso 8	D8	CASO 2- SISMO 1974 Max	0.1561	0.00460
Piso 7	D7	CASO 2- SISMO 1974 Max	0.1414	0.00520
Piso 6	D6	CASO 2- SISMO 1974 Max	0.1248	0.00621
Piso 5	D5	CASO 2- SISMO 1974 Max	0.1049	0.00701
Piso 4	D4	CASO 2- SISMO 1974 Max	0.0825	0.00760
Piso 3	D3	CASO 2- SISMO 1974 Max	0.0581	0.00741
Piso 2	D2	CASO 2- SISMO 1974 Max	0.0344	0.00646
Piso 1	D1	CASO 2- SISMO 1974 Max	0.0138	0.00382

Fuente: Datos Obtenidos del Programa Etabs/Análisis Tiempo Historia Lineal

**Tabla 52.** Desplazamiento del Centro de Masa y Distorsiones en la Dirección Y-Y  
Componente E-O/Sismo 1974 Caso 2

Pisos	Diafragma	Caso de Carga	UY	Distorsiones
Piso 9	D9	CASO 2- SISMO 1974 Max	0.1870	0.00392
Piso 8	D8	CASO 2- SISMO 1974 Max	0.1745	0.00536
Piso 7	D7	CASO 2- SISMO 1974 Max	0.1573	0.00673
Piso 6	D6	CASO 2- SISMO 1974 Max	0.1358	0.00751
Piso 5	D5	CASO 2- SISMO 1974 Max	0.1118	0.00778
Piso 4	D4	CASO 2- SISMO 1974 Max	0.0869	0.00793
Piso 3	D3	CASO 2- SISMO 1974 Max	0.0615	0.00799
Piso 2	D2	CASO 2- SISMO 1974 Max	0.0359	0.00688
Piso 1	D1	CASO 2- SISMO 1974 Max	0.0139	0.00386

Fuente: Datos Obtenidos del Programa Etabs/Análisis Tiempo Historia Lineal

- **Resumen de Distorsiones R=1 y Distorsiones del Análisis Tiempo Historia Lineal**

**Tabla 53.** Distorsiones Obtenidas en la Dirección X-X - Modal Espectral R=1 y Tiempo Historia Lineal

Nivel	Análisis Modal Espectral	Análisis Tiempo Historia Lineal					
		Sismo - Lima 1966		Sismo – Chimbote 1970		Sismo – Lima 1974	
		Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2
9	0.00366	0.00411	0.00355	0.00377	0.00479	0.00420	0.00369
8	0.00473	0.00517	0.00460	0.00489	0.00616	0.00538	0.00460
7	0.00574	0.00596	0.00575	0.00589	0.00747	0.00655	0.00520
6	0.00658	0.00659	0.00636	0.00647	0.00848	0.00724	0.00621
5	0.00721	0.00705	0.00657	0.00681	0.00904	0.00772	0.00701
4	0.00763	0.00749	0.00680	0.00685	0.00934	0.00776	0.00760
3	0.00765	0.00765	0.00686	0.00648	0.00898	0.00729	0.00741
2	0.00681	0.00727	0.00608	0.00566	0.00772	0.00670	0.00646
1	0.00381	0.00418	0.00337	0.00324	0.00447	0.00393	0.00382

Fuente: Datos Obtenidos del Programa Etabs



**Tabla 54.** Distorsiones Obtenidas en la Dirección Y-Y- Modal Espectral  $R= 1$  y Tiempo Historia Lineal

Nivel	Análisis Modal Espectral	Análisis Tiempo Historia Lineal					
		Sismo - Lima 1966		Sismo – Chimbote 1970		Sismo – Lima 1974	
		Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2
9	0.00310	0.00294	0.00349	0.00395	0.00346	0.00345	0.00392
8	0.00421	0.00383	0.00463	0.00533	0.00463	0.00449	0.00536
7	0.00533	0.00475	0.00556	0.00697	0.00567	0.00544	0.00673
6	0.00632	0.00570	0.00628	0.00826	0.00648	0.00648	0.00751
5	0.00712	0.00655	0.00717	0.00902	0.00688	0.00727	0.00778
4	0.00768	0.00718	0.00741	0.00972	0.00722	0.00788	0.00793
3	0.00777	0.00722	0.00752	0.00973	0.00699	0.00786	0.00799
2	0.00696	0.00640	0.00693	0.00842	0.00591	0.00704	0.00688
1	0.00390	0.00357	0.00397	0.00464	0.00345	0.00395	0.00386

Fuente: Datos Obtenidos del Programa Etabs

### 3.5.7 Elección del Sismo de Diseño

Se eligió el sismo de diseño para el análisis del sistema aporticado con disipadores, aquel sismo cuyas distorsiones obtenidas del análisis tiempo historia lineal de los 3 sismos analizados en sus dos casos, están se ajusten más a las distorsiones obtenidas del modal espectral con  $R=1$  y esta verificación se realizó en ambas direcciones del análisis.

**Tabla 55.** Diferencia de Distorsiones en X-X - Entre Modal Espectral con  $R= 1$  y el Tiempo Historia Lineal

Nivel	Análisis Tiempo Historia Lineal					
	Sismo - Lima 1966		Sismo- Chimbote 1970		Sismo – Lima 1974	
	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2
9	-0.00045	0.00011	-0.00011	-0.00113	-0.00054	-3E-05
8	-0.00044	0.00013	-0.00016	-0.00143	-0.00065	0.00013
7	-0.00022	-1E-05	-0.00015	-0.00173	-0.00081	0.00054
6	-1E-05	0.00022	0.00011	-0.0019	-0.00066	0.00037
5	0.00016	0.00064	0.0004	-0.00183	-0.00051	0.0002
4	0.00014	0.00083	0.00078	-0.00171	-0.00013	3E-05
3	0.00012	0.00079	0.00117	-0.00133	0.00036	0.00024
2	-0.00046	0.00073	0.00115	-0.00091	0.00011	0.00035
1	-0.00037	0.00044	0.00057	-0.00066	-0.00012	-0.00001

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 56.** Diferencia de Distorsiones en Y-Y- Entre Modal Espectral con R= 1 y el Tiempo Historia Lineal

Nivel	Análisis Tiempo Historia Lineal					
	Sismo - Lima 1966		Sismo- Chimbote 1970		Sismo – Lima 1974	
	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2
9	0.00016	-0.00039	-0.00085	-0.00036	-0.00035	-0.00082
8	0.00038	-0.00042	-0.00112	-0.00042	-0.00028	-0.00115
7	0.00058	-0.00023	-0.00164	-0.00034	-0.00011	-0.0014
6	0.00062	4E-05	-0.00194	-0.00016	-0.00016	-0.00119
5	0.00057	-5E-05	-0.0019	0.00024	-0.00015	-0.00066
4	0.0005	0.00027	-0.00204	0.00046	-0.0002	-0.00025
3	0.00055	0.00025	-0.00196	0.00078	-9E-05	-0.00022
2	0.00056	3E-05	-0.00146	0.00105	-8E-05	8E-05
1	0.00033	-7E-05	-0.00074	0.00045	-5E-05	4E-05

Fuente: Elaboración Propia

Después de haber realizado las variaciones entre distorsiones entre el análisis modal espectral con R = 1 y el análisis tiempo historia en sus 2 casos de análisis para cada sismo, se ha elegido el sismo de Lima de 1974 en el caso 1, es decir que la componente E-O está en la dirección X-X y la componente N-S está en la dirección Y-Y, se ha considerado este caso como sismo de diseño para análisis de la estructura del Modelo N° 1 reforzada con disipadores, debido a que presenta menores variaciones y se ajusta más al espectro del modal espectral R= 1.

- **Distorsiones del Sismo de Diseño Lima 1974 Caso 1**

**Tabla 57.** Distorsiones del Sismo de Diseño Lima 1974 Caso 1 en la Dirección X-X Componente E-O

Nivel	Desplazamiento De centro masa (m)	Distorsión de entepiso	Distorsión permita según norma E030	Verificación de distorsión
9	0.1832	0.00420	0.007	CUMPLE
8	0.1698	0.00538	0.007	CUMPLE
7	0.1526	0.00655	0.007	CUMPLE
6	0.1316	0.00724	0.007	NO CUMPLE
5	0.1085	0.00772	0.007	NO CUMPLE
4	0.0837	0.00776	0.007	NO CUMPLE
3	0.0589	0.00729	0.007	NO CUMPLE
2	0.0356	0.00670	0.007	CUMPLE
1	0.0141	0.00393	0.007	CUMPLE

Fuente: Datos Obtenidos del Programa Etabs

**Tabla 58.** Distorsiones del Sismo de Diseño Lima 1974 Caso 1 en la Dirección Y-Y  
Componente N-S

Nivel	Desplazamiento De Centro Masa (m)	Distorsión de Entrepiso	Distorsión permita Según Norma E030	Verificación de Distorsión
9	0.1739	0.00345	0.007	CUMPLE
8	0.1629	0.00449	0.007	CUMPLE
7	0.1485	0.00544	0.007	CUMPLE
6	0.1311	0.00648	0.007	CUMPLE
5	0.1104	0.00727	0.007	NO CUMPLE
4	0.0871	0.00788	0.007	NO CUMPLE
3	0.0619	0.00786	0.007	NO CUMPLE
2	0.0367	0.00704	0.007	NO CUMPLE
1	0.0142	0.00395	0.007	CUMPLE

Fuente: Datos Obtenidos del Programa Etabs

**Tabla 59.** Distorsiones Máximas en las 2 Direcciones del Sismo de Diseño

Resumen de Datos para el Análisis con Disipadores	
Sismo de Diseño	Lima 1974 – Caso 1
Distorsión máxima en X-X	0.00776
Distorsión máxima en Y-Y	0.00788

Fuente: Elaboración Propia

### 3.5.8 Análisis de la Estructura N°1 Reforzada con Disipadores de Energía de Fluido Viscosos

En esta etapa se desarrolló un método de diseño de disipadores de fluido viscosos, que sea capaz de garantizar un desempeño que asegure un nivel de seguridad para las personas y la operabilidad post-sismo de la estructura.

Para este procedimiento se siguió las recomendaciones de la norma ASCE, COMITÉ VISION 2000, FEMA Y MANUAL HAZUS.

- **Asignación de Nivel de Desempeño de la Estructura con Disipadores de Fluido Viscosos**

El nivel de desempeño que se desea obtener después de la ocurrencia de un sismo severo, se muestra en la tabla N°60.

**Tabla 60.** Nivel de Desempeño de la Estructura del modelo N°1

Nivel de Desempeño	Descripción Después de un Sismo
Operacional	Se admiten daños moderados en elementos estructurales y no estructurales que son totalmente reparables

Fuente: Comité Visión 2000

- **Asignación de la Deriva Objetiva**

En el documento Multi-Hazard Loss Estimation Methodology HAZUS, elaborado por el FEMA Mitigation Division del gobierno estadounidense, se ha establecido una relación entre los estados de daño de la estructura y las derivas características correspondientes a diversos sistemas estructurales.

Para determinar la deriva objetiva que se quiso alcanzar para la estructura del modelo N°1, esta elección está en función del sistema estructural y la cantidad de pisos, para la presenta estructura N°1 que se propone es de un sistema de pórticos de 9 pisos, y la clasificación se muestra en la siguiente tabla N°61.

**Tabla 61.** Deriva Objetiva para la Estructura N°1 con Disipadores

Derivas objetivo según el daño esperado					
TIPO	Número de Pisos	Daño Leve	Daño Moderado	Daño Severo	Daño Completo
C1L	1-3	0.005	0.0087	0.02	0.05
C1M	4-7	0.0033	0.0058	0.0133	0.0333
C1H	8 a mas	0.0025	0.0043	0.01	0.025

Fuente: Manual HAZUS

La deriva objetiva que se quiere alcanzar es de 0.0043, esta se tomó en las 2 direcciones de análisis.

- **Cálculo del Factor Reducción de Respuesta (B)**

$$B = \frac{D_{\max}}{D_{\text{objetivo}}}$$

- **Factor de Reducción de Respuesta en la Dirección X-X (B<sub>x</sub>)**

La deriva máxima obtenida del sismo de diseño en la dirección X-X, como se muestra en la tabla 59, es de 0.00776

$$B_{xx} = \frac{0.00776}{0.0043}$$

$$B_{xx} = 1.805$$

- **Factor de Reducción de Respuesta en la Dirección Y-Y (B<sub>y</sub>)**

La deriva máxima obtenida del sismo de diseño en la dirección Y-Y, como se muestra en la tabla 59, es de 0.00788

$$B_{yy} = \frac{0.00788}{0.0043}$$

$$B_{yy} = 1.833$$

- **Cálculo del Amortiguamiento Efectivo ( $B_{eff}$ )**

Para el cálculo de este parámetro usaremos la fórmula planteada por FEMA 274, la cual se muestra.

$$B = \frac{2.31 - 0.41 \ln(B_o)}{2.31 - 0.41 \ln(B_{eff})}$$

Donde:

$B_o$  = amortiguamiento inherente de la estructura.

$B_o = 5\%$

- **Cálculo del Amortiguamiento Efectivo en la Dirección X-X ( $B_{eff.x-x}$ )**

$$1.805 = \frac{2.31 - 0.41 * \ln(5)}{2.31 - 0.41 * \ln(B_{eff.x-x})}$$

$$B_{eff.x-x} = 30.1\%$$

- **Cálculo del Amortiguamiento Viscoso ( $B_{H-xx}$ )**

Para obtener el amortiguamiento viscoso, se debe de restar al amortiguamiento efectivo y el amortiguamiento inherente de la estructura

$$B_{H-xx} = 30.1\% - 5\%$$

$$B_{H-xx} = 25.1\%$$

CDV representante de Taylor Device en el Perú, recomienda que el amortiguamiento viscoso debe estar en un rango de 20%-40%, esto se debe que para valores menores a 20% no se requiere acoplar disipadores de energía de fluido viscosos, esto se debe que su colocación de estos dispositivos sería innecesarios ya que su efecto sería mínimo, y si fuese mayor al 40% tampoco sería viable, esto debido a que se requeriría demasiados dispositivos.

Para nuestro modelo N°1, el amortiguamiento viscoso que se requiere en la dirección X-X es de 25.8%, el cual por un factor de seguridad tomaremos un 27%

- **Cálculo del Amortiguamiento Efectivo en la Dirección Y-Y ( $B_{eff-Y Y}$ )**

$$1.833 = \frac{2.31 - 0.41 * \ln(5)}{2.31 - 0.41 * \ln(B_{eff-Y Y})}$$

$$B_{eff-Y Y} = 31.1\%$$

- **Cálculo del Amortiguamiento Viscoso ( $B_{H-Y Y}$ )**

Para obtener el amortiguamiento viscoso en esta dirección se debe de restar al amortiguamiento efectivo obtenido en esta dirección con el amortiguamiento inherente de la estructura

$$B_{H-Y Y} = 31.1\% - 5\%$$

$$B_{H-Y Y} = 26.1\%$$

Para nuestro modelo N°1, el amortiguamiento viscoso que se requiere en la dirección Y-Y es de 26.1%, el cual por un factor de seguridad tomaremos un 28%

### 3.5.8.1 Determinación de las Propiedades del Disipador

- **Cálculo de la Rigidez del Brazo Metálico**

Como se mencionó en la primera parte, se debe considerar la rigidez del brazo metálico y no la rigidez del dispositivo, esto debido a que la rigidez del brazo metálico debe ser considerable para que no tenga deformaciones y de esta manera aseguramos que las deformaciones sucedan en el dispositivo con el objetivo de que estas trabajen eficientemente. Para el presente proyecto se usará un perfil metálico estándar HSS 7.50x0.50, esto medido en pulgadas, cuyas características se muestra en la siguiente tabla N°62.

**Tabla 62.** Características del Brazo Metálico HSS 7.50x0.50

Propiedades del Perfil HSS 7.50x0.50				
Diámetro exterior (in)	Diámetro interior (in)	Espesor (in)	Área (in <sup>2</sup> )	Inercia (in <sup>4</sup> )
7.50	7.035	0.465	10.3	63.5

Fuente: Edificaciones con Disipadores Viscoso (Genner Villareal 2016)

Las características de este brazo metálico, es bastante aceptable esto se debe a que posee una buena inercia, como primera opción se consideró este perfil, caso contrario se cambiara de características.

Con estas características se procedió a calcular la rigidez del brazo metálico con la siguiente formula

$$K = \frac{EA}{L}$$

Dónde:

E acero= 29000 ksi =  $20.4 \times 10^6$  T/m<sup>2</sup>

Área= 10.3 in<sup>2</sup> =  $66.45 \times 10^{-4}$  m<sup>2</sup>

Solo nos queda calcular la distancia de nudo a nudo, para algunos autores consideran la longitud total de la diagonal y a esto le restan la longitud del disipador, para la presente estructura se tomó en cuenta las recomendaciones de CDV representantes.

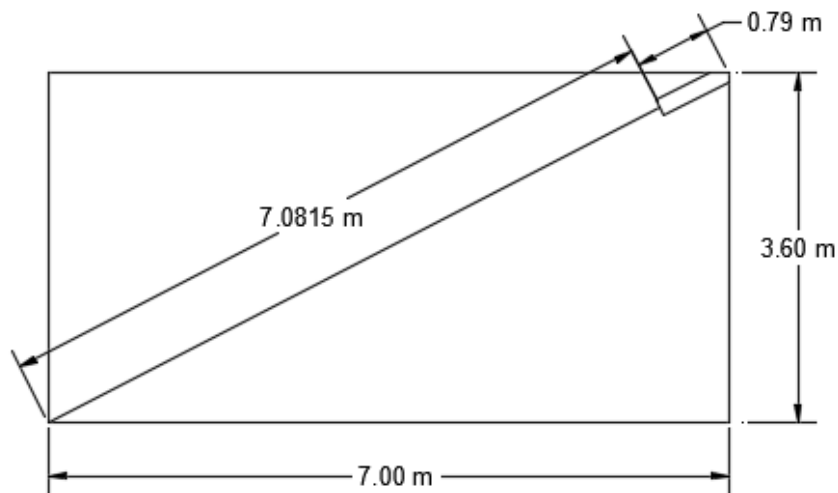


Figura 46. Longitud Brazo Metálico del Primer Nivel en la Dirección X-X

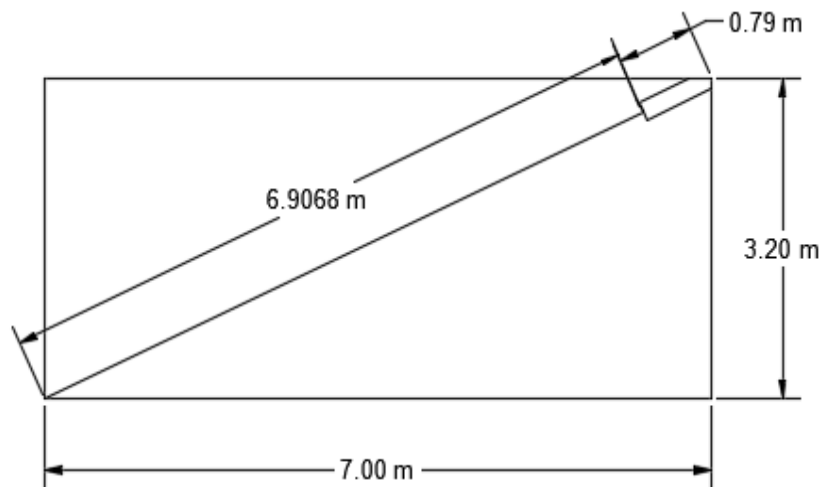


Figura 47. Longitud Brazo Metálico del 2do Nivel al 9no Nivel en la Dirección X-X

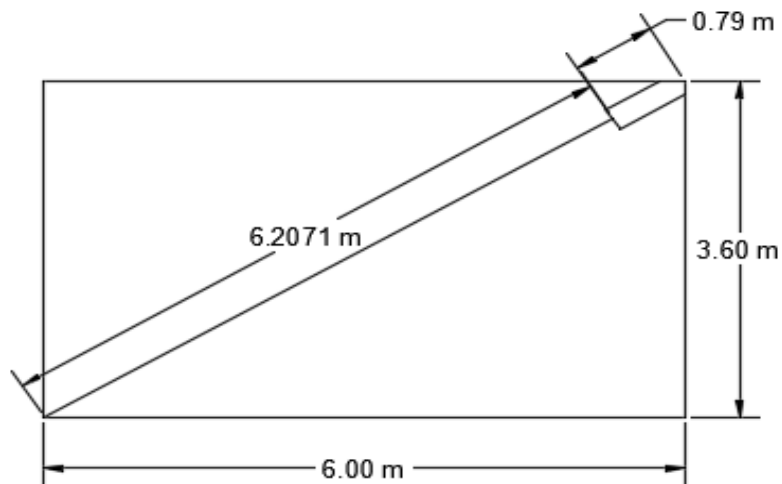


Figura 48. Longitud Brazo Metálico del Primer Nivel en la Dirección Y-Y

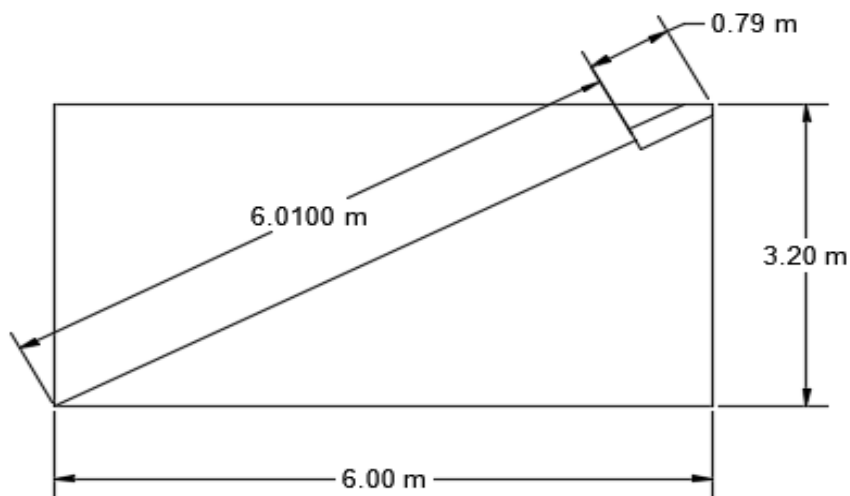


Figura 49. Longitud Brazo Metálico del 2do Nivel al 9no Nivel en la Dirección Y-Y

**Tabla 63.** Longitud y Rigidez en la Dirección X-X

Longitud y Rigidez del Nivel 1 y Nivel Típico	
Longitud del Perfil Metálico Primer Nivel	7.0815 m
Rigidez del Perfil Metálico del Primer Nivel	19142.55 ton/m
Longitud del Perfil Metálico del 2do al 9no Nivel	6.0968 m
Rigidez del Perfil Metálico del 2do al 9no Nivel	22234.29 ton/m

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 64.** Longitud y Rigidez en la Dirección Y-Y

Longitud y Rigidez del Nivel 1 y Nivel Típico	
Longitud del Perfil Metálico Primer Nivel	6.2071 m
Rigidez del Perfil Metálico del Primer Nivel	21839.18 ton/m
Longitud del Perfil Metálico del 2do al 9no Nivel	6.010 m
Rigidez del Perfil Metálico del 2do al 9no Nivel	22555.41 ton/m

Fuente: Elaboración Propia



### 3.5.8.2 Cálculo del Coeficiente de Amortiguamiento en la Dirección X-X

Para el cálculo del coeficiente de amortiguamiento, se usó la fórmula planteada por FEMA 274

$$\beta_H = \frac{\sum_j \lambda C_j \phi_{rj}^{1+\alpha} \cos^{1+\alpha} \theta_j}{2\pi A^{1-\alpha} \omega^{2-\alpha} \sum_i m_i \phi_i^2}$$

El Significado de cada parámetro ha sido detallado en la primera parte de esta investigación

- **Cálculo de la Masa del Nivel i**

Estos datos lo extraeremos del programa Etabs, con el objetivo de tener una mayor precisión en el cálculo. Así se indica en la tabla N°65.

**Tabla 65.** Masa por Niveles

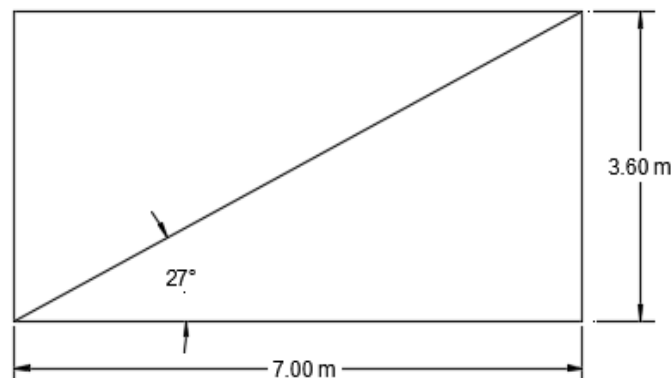
Niveles	Masa (ton)
Nivel 9	38.276
Nivel 8	64.836
Nivel 7	64.836
Nivel 6	64.836
Nivel 5	64.836
Nivel 4	64.836
Nivel 3	64.836
Nivel 2	64.836
Nivel 1	65.752

Fuente: Programa Etabs

- **Amortiguamiento Viscoso (  $B_{H-XX}$  )**

$$B_{H-XX} = 27\%$$

- **Cálculo del Ángulo de Inclinación del Disipador i**



*Figura 50.* Ángulo de Inclinación del Dispositivo del Primer Nivel en la Dirección X-X

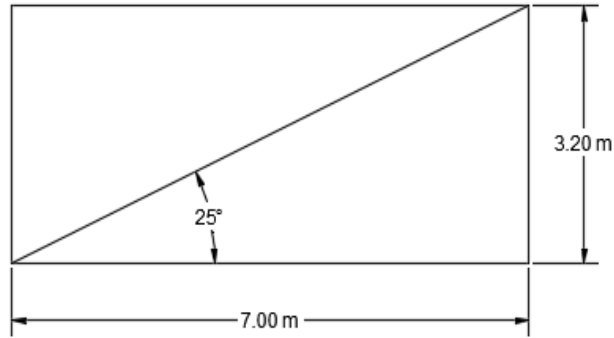


Figura 51. Ángulo de Inclinación del Dispositivo del 2do al 9no Nivel en la Dirección X-X

- **Cálculo del Desplazamiento del Nivel  $i$  en la Dirección X-X con el Sismo de Diseño (Lima 1974 – Caso 1)**

**Tabla 66.** Desplazamiento del Nivel  $i$  en la Dirección X-X

Nivel	Desplazamiento (m)
9	0.1832
8	0.1698
7	0.1526
6	0.1316
5	0.1085
4	0.0837
3	0.0589
2	0.0356
1	0.0141

Fuente: Sismo de Diseño Lima 1974 – Caso 1

- **Cálculo del Desplazamiento Relativo ( $\phi_{rj}$ )**

**Tabla 67.** Desplazamiento Relativo  $\phi_{rj}$

Nivel	$\phi_i$	$\phi_{i+1}$	$\phi_{rj}$
Base	0.000	0.0141	0.0141
1	0.0141	0.0356	0.0215
2	0.0356	0.0589	0.0233
3	0.0589	0.0837	0.0248
4	0.0837	0.1085	0.0248
5	0.1085	0.1316	0.0231
6	0.1316	0.1526	0.0210
7	0.1526	0.1698	0.0172
8	0.1698	0.1832	0.0134
9	0.1832	-----	-----

Fuente: Sismo de Diseño Lima 1974 – Caso 1

- **Cálculo de la Amplitud del Modo en la Dirección X-X (A)**

**Tabla 68.** Desplazamiento Modales por Niveles

PISO	U1 MODO 2
1	0.00167
2	0.00435
3	0.00741
4	0.01053
5	0.01348
6	0.01609
7	0.01829
8	0.02002
9	0.02135

Fuente: Etabs-Modo 2 en la Dirección X-X

La amplitud modal en la dirección X-X, es de 0.02135

- **Cálculo de la Frecuencia Angular en la Dirección X-X ( $\omega$ )**

Para el cálculo de este parámetro se usará la fórmula siguiente

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

Donde:

$$T_{xx} = 1.016 \text{ segundos}$$

$$\omega = 6.187 \frac{\text{rad}}{\text{seg}}$$

- **Determinación del Parámetro Lambda ( $\lambda$ )**

Para asumir este valor, se tomó las consideraciones del manual FEMA 274, el cual menciona que este valor depende del valor del exponente de velocidad, como estamos asumiendo que la estructura acopladas con disipadores de fluido viscoso va tener un comportamiento no lineal y por recomendaciones de CDV representantes se tomara un valor de exponente de velocidad igual 0.5 y su parámetro lambda que le corresponde es de 0.35, el cual se detalla en la siguiente tabla N°69.

**Tabla 69.** Valores de Exponente Velocidad y Lambda

Exponente ( $\alpha$ )	Lambda ( $\lambda$ )
0.50	3.5

Fuente: Fema 274

Con todos los datos obtenidos, se realizó el cálculo del coeficiente de amortiguamiento en la dirección X-X, para esto se realizará la siguiente tabla N°70 para su mejor comprensión

**Tabla 70. Procedimientos Para Obtener el Coeficiente de Amortiguamiento en X-X**

Piso	Masa (ton)	Cos $\theta$	$\phi_i$	$\phi_{rj}$	$\cos\theta^{(1+\alpha)} * \phi_{rj}^{(1+\alpha)}$	$m * \phi_i^2$
1	65.752	0.891	0.0141	0.0141	0.001378	0.01270
2	64.836	0.906	0.0356	0.0215	0.002700	0.08079
3	64.836	0.906	0.0589	0.0233	0.002949	0.21811
4	64.836	0.906	0.0837	0.0248	0.002624	0.40464
5	64.836	0.906	0.1085	0.0248	0.002531	0.64189
6	64.836	0.906	0.1316	0.0231	0.002738	0.95083
7	64.836	0.906	0.1526	0.0210	0.002135	1.25992
8	64.836	0.906	0.1698	0.0172	0.001713	1.56171
9	38.276	0.906	0.1832	0.0134	0.001191	1.07516
				$\Sigma$	0.019959	6.20576

Fuente: Elaboración Propia

Como hemos obtenido un amortiguamiento viscoso en la dirección X-X de 27%, y considerando que todos los disipadores tendrán ese mismo coeficiente, se procede luego a calcular la ecuación siguiente

$$\Sigma c_j = \frac{B_H * 2\pi A^{1-\alpha} \omega^{2-\alpha} * (\Sigma m_i \phi_i^2)}{\lambda (\Sigma \phi_{rj}^{1+\alpha} * \cos^{1+\alpha} \theta_j)}$$

Reemplazando valores se tiene:

$$\Sigma c_j = \frac{0.27 * 2 * \pi * 0.02135^{1-0.5} * 6.187^{2-0.5} * 6.20576}{3.5 * 0.019959}$$

$$\Sigma c_j = 339.02$$

Se asumió que se van a acoplar 4 dispositivos por nivel en esta dirección, entonces se tendrá

$$C_j = 84.76 \frac{T.s}{m}$$

Se tomara un valor de  $C_j = 90 \frac{T.s}{m}$

• **Coeficiente de Amortiguamiento y Rigidez del Brazo Metálico Para la Dirección X-X**

Entonces los datos que se ingresaran al Programa Etabs para las propiedades del disipador en la dirección X-X del Nivel 1 y los Niveles restantes, se muestran para un mejor detalle en la siguiente tabla N°71.

**Tabla 71.** *Coficiente de Amortiguamiento y Rigidez del Perfil Metálico Para el Primer Nivel y Piso Típico en la Dirección X-X*

Pisos	$C_j$	Rigidez (K)
Piso 1	90 T.s/m	19142.55 ton/m
Piso Típico	90 T.s/m	22234.29 ton/m

Fuente: Elaboración Propia

### 3.5.8.3 Cálculo del Coeficiente de Amortiguamiento en la Dirección Y-Y

Para el cálculo del coeficiente de amortiguamiento, haremos uso de la fórmula planteada por FEMA 274

$$\beta_H = \frac{\sum_j \lambda C_j \delta_{rj}^{1+\alpha} \cos^{1+\alpha} \theta_j}{2\pi A^{1-\alpha} \omega^{2-\alpha} \sum_i m_i \delta_i^2}$$

- **Cálculo de la Masa del Nivel i**

Estos datos lo extraeremos del programa Etabs, con el objetivo de tener una mayor precisión en el cálculo. Así se indica en la tabla N°72.

**Tabla 72.** *Masa por Piso*

Niveles	Masa (ton)
Nivel 9	38.276
Nivel 8	64.836
Nivel 7	64.836
Nivel 6	64.836
Nivel 5	64.836
Nivel 4	64.836
Nivel 3	64.836
Nivel 2	64.836
Nivel 1	65.752

Fuente: Programa Etabs

- **Cálculo del Amortiguamiento Viscoso ( $B_{H-YY}$ )**

$$B_{H-YY} = 28\%$$

- **Cálculo del Ángulo de Inclinación del Disipador i**

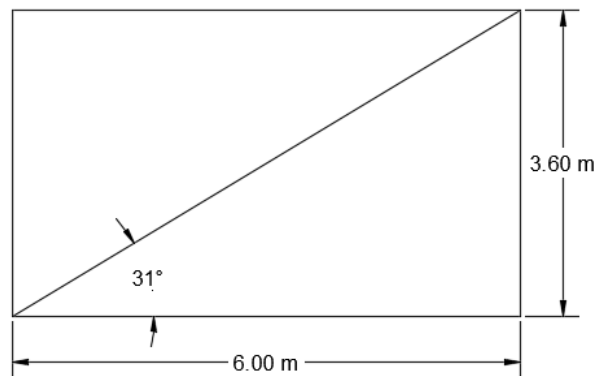


Figura 52. Ángulo de Inclinación del Dispositivo del Primer Nivel en la Dirección Y-Y

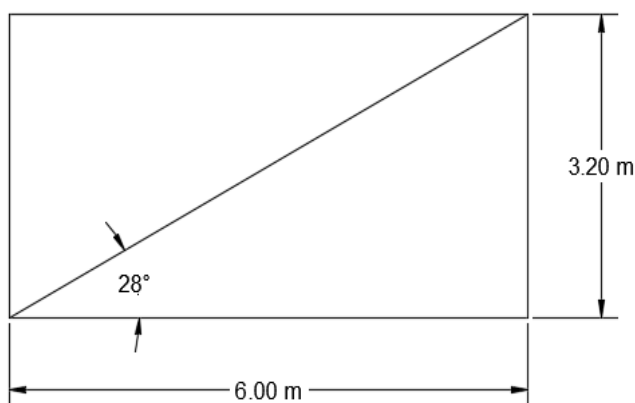


Figura 53. Ángulo de Inclinación del Dispositivo del 2do al 9no Nivel en la Dirección Y-Y

- **Cálculo del Desplazamiento del Nivel i en la Dirección Y-Y con el Sismo de Diseño (Lima 1974 – Caso 1)**

**Tabla 73.** Desplazamiento del Nivel i en Y-Y

Nivel	Desplazamiento (m)
9	0.1739
8	0.1629
7	0.1485
6	0.1311
5	0.1104
4	0.0871
3	0.0619
2	0.0367
1	0.0142

Fuente: Sismo de Diseño Lima 1974 – Caso 1

- **Cálculo del Desplazamiento Relativo ( $\phi_{rj}$ )**

**Tabla 74.** Desplazamiento Relativo  $\phi_{rj}$  en la Dirección Y-Y

Nivel	$\phi_i$	$\phi_{i+1}$	$\phi_{rj}$
Base	0	0.0142	0.0142
1	0.0142	0.0367	0.0225
2	0.0367	0.0619	0.0248
3	0.0619	0.0871	0.0245
4	0.0871	0.1104	0.0231
5	0.1104	0.1311	0.0207
6	0.1311	0.1485	0.0169
7	0.1485	0.1629	0.0136
8	0.1629	0.1739	0.0105
9	0.1739	-----	-----

Fuente: Sismo de Diseño Lima 1974 – Caso 1

- **Cálculo de la Amplitud del Modo Fundamental en la Dirección Y-Y (A)**

**Tabla 75.** Amplitud Modales por Niveles en la Dirección Y-Y

Piso	Modo 1
1	0.00170
2	0.00445
3	0.00758
4	0.01070
5	0.01357
6	0.01603
7	0.01800
8	0.01946
9	0.02050

Fuente: Etabs-Modo 1

La Amplitud modal en la dirección Y-Y, es de 0.02050

- **Cálculo de la Frecuencia Angular en la Dirección Y-Y ( $\omega$ )**

Para el cálculo de este parámetro se usó la formula siguiente

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

Dónde:

$$T_{yy} = 1.042 \text{ segundos}$$

$$\omega = 6.032 \frac{\text{rad}}{\text{seg}}$$

- **Determinación del Parámetro Lambda ( $\lambda$ )**

**Tabla 76.** Valores de Exponente Velocidad y Lambda en Y-Y

Exponente ( $\alpha$ )	Lambda ( $\lambda$ )
0.50	3.5

Fuente: Fema 274

Con todos los datos obtenidos, se realizó el cálculo del coeficiente de amortiguamiento en la dirección Y-Y, para esto se realizó la siguiente tabla N°77 para su mejor comprensión.

**Tabla 77.** Procedimientos Para Obtener el Coeficiente de Amortiguamiento en Y-Y

Piso	Masa (ton)	Cos $\Theta$	$\phi_i$	$\phi_{rj}$	$\cos\Theta^{(1+\alpha)} * \phi_{rj}^{(1+\alpha)}$	$m * \phi_i^2$
1	65.752	0.8571	0.0142	0.0142	0.001343	0.01326
2	64.836	0.8829	0.0367	0.0225	0.002800	0.08733
3	64.836	0.8829	0.0615	0.0248	0.003240	0.24523
4	64.836	0.8829	0.086	0.0245	0.003181	0.47953
5	64.836	0.8829	0.1091	0.0231	0.002913	0.77173
6	64.836	0.8829	0.1298	0.0207	0.002471	1.09236
7	64.836	0.8829	0.1467	0.0169	0.001823	1.39533
8	64.836	0.8829	0.1603	0.0136	0.001316	1.66603
9	38.276	0.8829	0.1708	0.0105	0.000893	1.11661
				$\Sigma$	0.019978	6.86740

Fuente: Elaboración Propia

Como hemos obtenido un amortiguamiento viscoso en la dirección Y-Y de 28%, y considerando que todos los disipadores tendrán ese mismo coeficiente, se procede luego a calcular la ecuación siguiente

$$\Sigma c_j = \frac{B_H * 2\pi A^{1-\alpha} \omega^{2-\alpha} * (\Sigma m_i \phi_i^2)}{\lambda (\Sigma \phi_{rj}^{1+\alpha} * \cos^{1+\alpha} \theta_j)}$$

Reemplazando valores se tiene:

$$\Sigma c_j = \frac{0.28 * 2 * \pi * 0.02050^{1-0.5} * 6.032^{2-0.5} * 6.86740}{3.5 * 0.019978}$$

$$\Sigma c_j = 366.651$$

Se asumió que se van a acoplar 4 dispositivos por nivel en esta dirección, entonces se tendrá



$$C_j = 91.66 \frac{T \cdot s}{m}$$

Se tomó un valor de  $C_j = 95 \frac{T \cdot s}{m}$

• **Coefficiente de Amortiguamiento y Rigidez del Brazo Metálico Para la Dirección Y-Y**

Entonces los datos que se ingresaron al Programa Etabs para definir las propiedades del disipador en la dirección Y-Y del Nivel 1 y los Niveles restantes, se muestran para un mejor detalle en la siguiente tabla N°78

**Tabla 78.** *Coefficiente de Amortiguamiento y Rigidez del Perfil Metálico Para el Primer Nivel y Piso Típico en la Dirección Y-Y*

Pisos	$C_j$	Rigidez (K)
Piso 1	95 T.s/m	21839.18 ton/m
Piso Típico	95 T.s/m	22555.41 ton/m

Fuente: Elaboración Propia

**Ubicación de los Disipadores en el Eje X-X**

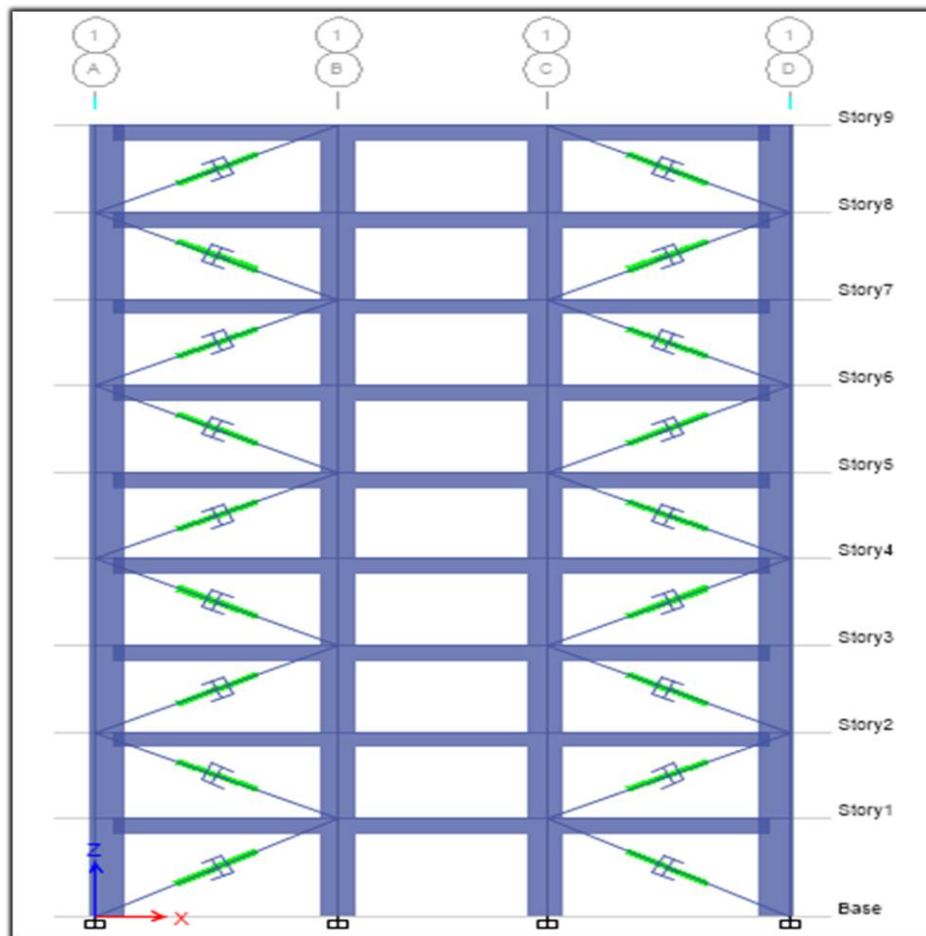


Figura 54. Acoplamiento de los Disipadores en X-X

## Ubicación de los Disipadores en el Eje Y-Y

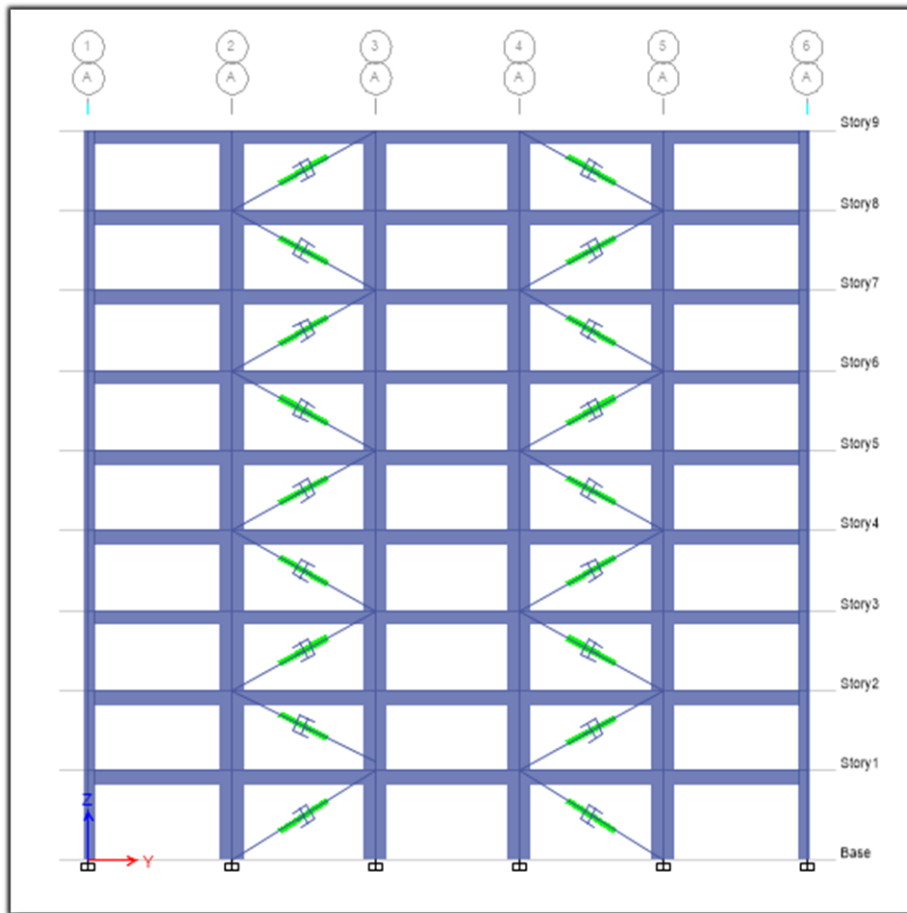


Figura 55. Acoplamientos de los Disipadores en Y-Y

## Desplazamientos y Distorsiones del Modelo N°1 Acoplado con Disipadores

**Tabla 79.** Desplazamientos del Centro de Masa y Distorsiones en la Dirección X-X Sismo Lima 1974 – Caso 1 / Análisis Tiempo Historia No Lineal

Nivel	Desplazamientos Centro Masa (m)	Distorsiones Aporticado con Disipadores	Distorsión permita según norma E030	Verificación de Distorsiones
9	0.1383	0.00287	0.007	CUMPLE
8	0.1291	0.00379	0.007	CUMPLE
7	0.1170	0.00464	0.007	CUMPLE
6	0.1022	0.00525	0.007	CUMPLE
5	0.0854	0.00567	0.007	CUMPLE
4	0.0672	0.00593	0.007	CUMPLE
3	0.0482	0.00598	0.007	CUMPLE
2	0.0291	0.00546	0.007	CUMPLE
1	0.0116	0.00323	0.007	CUMPLE

Fuente: Datos Obtenidos del Programa Etabs/ Análisis Tiempo Historia No Lineal

**Tabla 80.** *Desplazamientos del Centro de Masa y Distorsiones en la Dirección Y-Y Sismo Lima 1974 – Caso 1 / Análisis Tiempo Historia No Lineal*

Nivel	Desplazamientos Centro de Masa (m)	Distorsiones Aporticado con Disipadores	Distorsión permita Según Norma E030	Verificación de Distorsiones
9	0.0941	0.00190	0.007	CUMPLE
8	0.0880	0.00250	0.007	CUMPLE
7	0.0800	0.00315	0.007	CUMPLE
6	0.0699	0.00361	0.007	CUMPLE
5	0.0584	0.00392	0.007	CUMPLE
4	0.0458	0.00422	0.007	CUMPLE
3	0.0323	0.00418	0.007	CUMPLE
2	0.0190	0.00365	0.007	CUMPLE
1	0.0073	0.00202	0.007	CUMPLE

Fuente: Datos Obtenidos del Programa Etabs/ Análisis Tiempo Historia No Lineal

### 3.5.9 Estructuración del Modelo N° 2 del Proyecto de Edificación Prime

El espesor mínimo de los muros de corte para proyecto que están ubicados en la zona 4, es de 20 cm, para el modelo N° 2 que será estructurado con muros de corte, se ha considerado un espesor de 30 cm, esto con el propósito de que la unión viga y muro, exista una longitud de desarrollo aceptable.

#### 3.5.9.1 Análisis Sísmico

En esta etapa se tomó todo lo mencionado en la Norma E030-2018, donde toda estructura debe cumplir en que la cortante dinámica debe ser mayor o igual al 80% de la cortante estática para estructuras regulares y esta se debe cumplir en las dos direcciones del análisis, caso contrario se deben escalar los demás resultados, excepto los desplazamientos, también menciona sobre distorsiones inelásticas las cuales deben ser menores al 0.0007, esto para materiales de concreto.

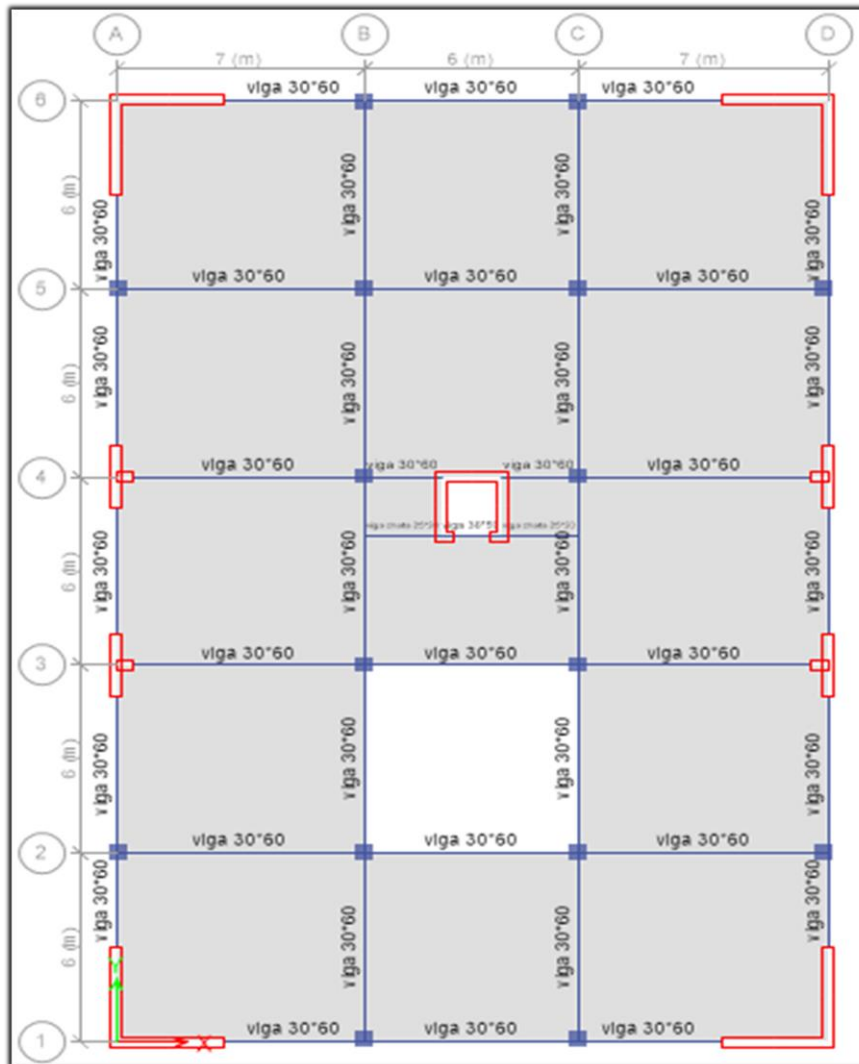


Figura 56. Estructura en Planta del Modelo N° 2

### 3.5.9.1 Análisis Estático o de Masas Equivalentes del Modelo N° 2

**Tabla 81.** *Propiedades de los materiales del Modelo N° 2*

Propiedades de los Materiales	
Peso específico del Concreto	2400 kg/m <sup>3</sup>
Resistencia del Concreto $f_c$	210 kg/cm <sup>2</sup>
Modulo Elástico del Concreto $E_c$	217370.651 kg/cm <sup>2</sup>
Módulo de Fluencia del Acero $E_s$	4200 kg/cm <sup>2</sup>
Módulo de Poisson	0.20

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 82.** *Paramentos sísmicos del Modelo N°2*

Paramentos Sísmicos	
Factor de zona (Z)	0.45
Factor de Uso (U)	1
Factor de suelo (S)	1
Factor de reducción sísmica (R)	6

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo del peso de la estructura se apoyó del resultado de lo obtenido del programa Etabs versión 16.2.1

#### • Cálculo del Periodo Fundamental

Se usó la fórmula propuesta por la Norma E0.30-2018

$$T = \frac{h_t}{C_t}$$

Dónde:

$$h_t = 29.2 \text{ m} \quad \text{Altura total de la edificación}$$

$$C_t = 60 \quad \text{Sistema Estructural ( muros de corte)}$$

$$T = \frac{29.2}{60}$$

$$T = 0.486 \text{ segundos}$$

Como el periodo fundamental obtenido en este primer cálculo, es menor a 0.5 segundos, el valor de (K) según la Norma E.030-2018

$$K = 1$$

Para el cálculo del factor de ampliación sísmica (C), se tomó en consideración la Norma E030, donde el Perfil de suelo es un S1, le corresponde un valor de 1 y sus respectivos periodos cortos y periodos largos el cual lo mencionamos en la siguiente tabla

**Tabla 83.** Perfil de Suelo del Modelo N°2

Perfil de Suelo (S1)	
Periodo corto (Tp)	0.4 segundos
Periodo largo (TL)	2.5 segundos

Fuente: Microzonificación sísmica del Distrito de los Olivos (CISMID 2014)

Como el Periodo corto (Tp) es menor al periodo fundamental T= 0.486

Entonces se usara :

$$C = 2.5 * \frac{T_p}{T}$$

$$C = 2.5 * \frac{0.4}{0.486}$$

$$C = 2.0576$$

Se consideró este valor de “C” en las 2 direcciones del análisis, esto se debe a que ambas direcciones el sistema estructural es un sistema de muros de corte, estos valores van a ser revisado con los periodos obtenidos en el programa Etabs.

- **Verificación del Periodo Fundamental Obtenido en el Programa Etabs del Modelo N° 2**

El periodo fundamental obtenido en el programa Etabs, es de 0.884 segundos y es de un modo del tipo translacional en la dirección X-X, se realizó la corrección del valor K, esto debido a que tenemos el verdadero periodo fundamental.

$T_x = 0.901$  segundos                       $K_x = (0.75 + 0.5 * T) \leq 2.0$

$$K_x = 0.75 + 0.5 * 0.901$$

$$K_x = 1.2005$$

También se debe corregir el valor Factor de ampliación sísmica

$$C_x = 2.5 * \frac{T_p}{T}$$

$$C_x = 1.1099$$

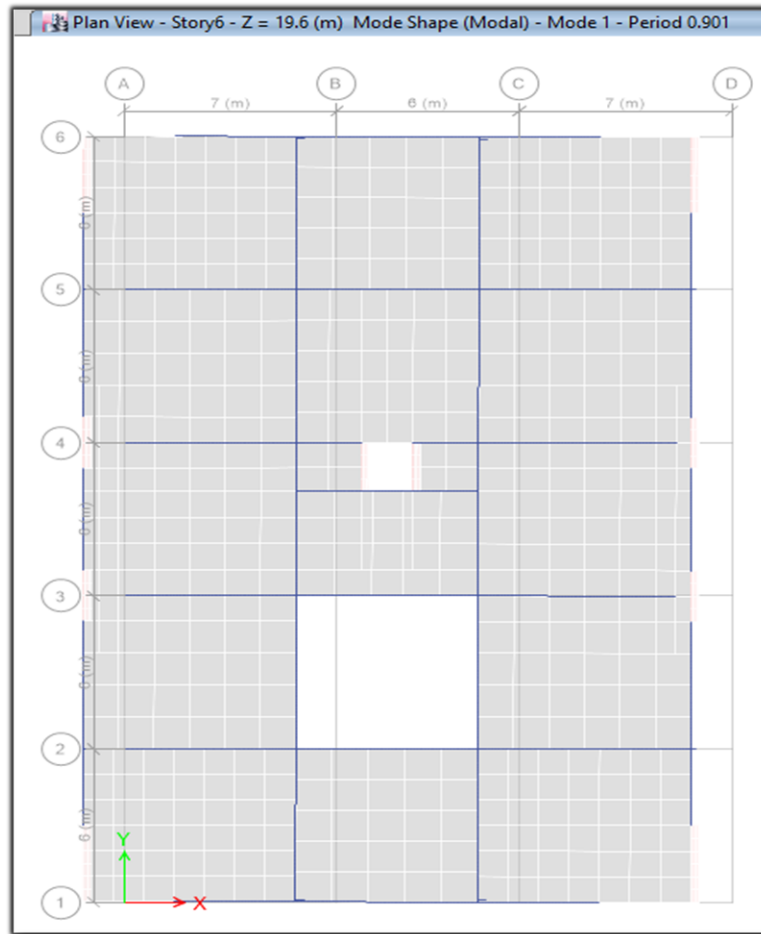


Figura 57. Periodo Fundamental de la Estructura del Modelo N°2 (Translacional en X-X)

- **Periodo en la Dirección Y-Y del Modelo N° 2**

El periodo obtenido en el programa Etabs es de  $T_y = 0.834$  segundos, y es del tipo translacional en la dirección Y-Y.

- **Factor de Ampliación Sísmica ( $C_y$ ) del Modelo N° 2**

Para el valor de  $C_y$ , el Periodo en esta dirección del análisis es de  $T_y = 0.82$  segundos

$$C_y = 2.5 * \frac{T_p}{T_y}$$

$$C_y = 1.1990$$

- **Corrección del coeficiente ( $K_y$ )**

$$K_y = (0.75 + 0.50 * T_y)$$

$$K_y = 1.167$$

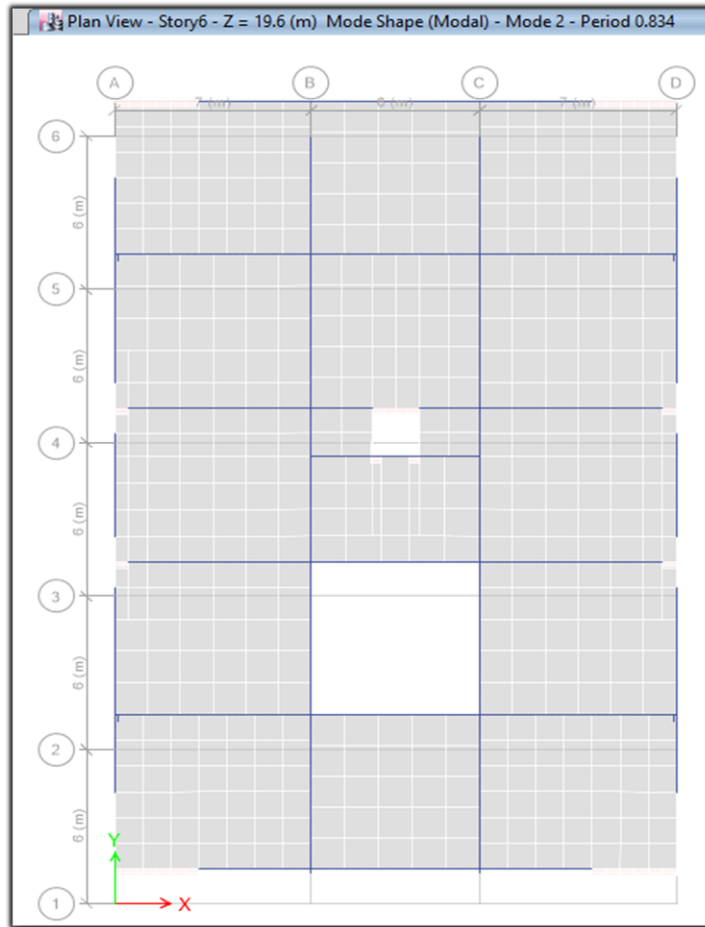


Figura 58. Periodo en la Dirección Y-Y del Modelo N° 2 (Translacional)

- **Cálculo del Peso de la Estructura del Modelo N° 2**

Para esto nos hemos apoyado en el programa Etabs con el objetivo de tener mayor precisión en el cálculo de la cortante basal. Así se indica en la tabla N°84.

**Tabla 84.** Masa Total de la Estructura del Modelo N° 2

Nivel	Masa X ( Ton)	Masa Y (Ton)
Nivel	407.659	407.659
Nivel	676.389	676.389
Nivel	676.389	676.389
Nivel	676.389	676.389
Nivel	676.389	676.389
Nivel	676.389	676.389
Nivel	676.389	676.389
Nivel	676.389	676.389
Nivel	690.859	690.859
<b>MASA TOTAL</b>	<b>5833.243</b>	<b>5833.243</b>

Fuente: Datos Obtenidos en el Programa Etabs



El peso total de la estructura es de 5833.243 toneladas

- **Verificación de la Cortante Basal en X-X del Modelo N° 2**

**Tabla 85.** *Cortante Estática en X-X Modelo N°2*

Caso de carga	FX (ton)
Sismo Estático XX	485.3695

Fuente: Elaboración Propia

- **Verificación de Cortante Basal en Y-Y Del Modelo N° 2**

**Tabla 86.** *Cortante Estática en Y-Y Modelo N°2*

Caso de carga	FY (ton)
Sismo Estático YY	524.3337

Fuente: Elaboración Propia

### 3.5.9.2 Análisis Modal Espectral de la Estructura del Modelo N° 2

**Tabla 87.** *Parámetros Sísmicos Modelo N°2*

Parámetros	Direcciones X-Y
Z	0.45
U	1
S	1
Tp	0.4
TL	2.5
Rxx-Ryy	6

Fuente: Elaboración Propia

Luego de haber cargado el espectro de respuesta de la norma E030-2018, para el análisis estructural del modelo N°2, se procedió a definir en el programa Etabs nuestra función, en el cual se muestra en la figura N°59.

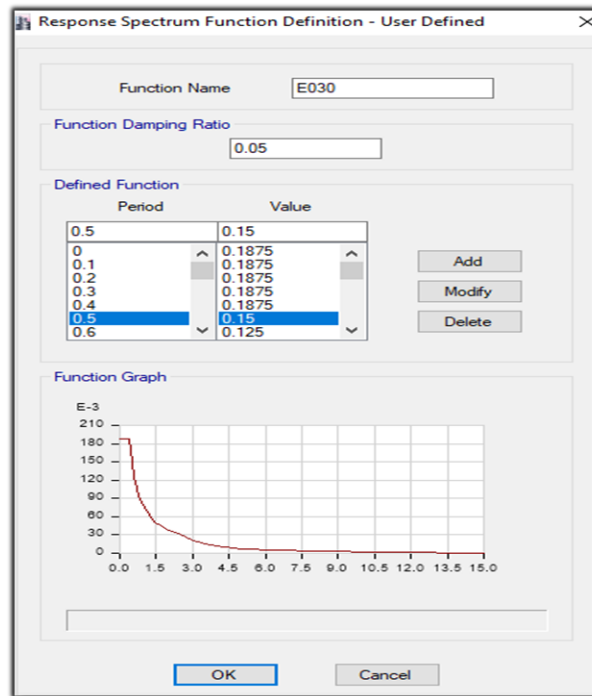


Figura 59. Espectro de Diseño del Modelo N° 2 con R=6

Una vez definido nuestro espectro de respuesta, hemos creado también nuestros casos de carga en las 2 direcciones del análisis.

- **Verificación de la Masa Participativa del Modelo N° 2**

La norma E.030-2018, en su artículo 29 menciona que, debe existir una participación modal al menos del 90%, suma X, suma Y, Suma Rz, esta verificación se muestra en la siguiente tabla

**Tabla 88.** Masa Participativa del Modelo N°2

Masa Participativa					
Caso	Modo	Periodo	Sum UX	Sum UY	Sum RZ
Modal	1	0.901	0.7249	0	0.0001
Modal	2	0.834	0.7249	0.7263	0.0001
Modal	3	0.593	0.725	0.7263	0.7013
Modal	4	0.24	0.8816	0.7263	0.7014
Modal	5	0.223	0.8816	0.8778	0.7014
Modal	6	0.146	0.8817	0.8778	0.8759
Modal	7	0.113	0.9405	0.8778	0.8760
Modal	8	0.104	0.9405	0.9367	0.8760
Modal	9	0.07	0.9675	0.9367	0.8760
Modal	10	0.066	0.9675	0.9367	0.9386
Modal	11	0.064	0.9675	0.9649	0.9386

Fuente: Datos Obtenidos del Programa Etabs

Se verifico que existe una participación más del 90%, y esto se da en el décimo modo de vibración.

### Cortante Dinámica Modelo N°2

En la tabla 89, se muestra la cortante dinámica en las direcciones, estos datos van hacer utilizados para la verificación de la cortante dinámica, según la norma E.030-2018

**Tabla 89.** Cortante Dinámica en X-X / Modelo N°2

Reacción en la Base	
Caso de carga	FX ( ton)
Sismo Dinámico XX	399.7134

Fuente: Programa Etabs

**Tabla 90.** Cortante Dinámica en Y-Y / Modelo N°2

Reacción en la Base	
Caso de carga	FY ( ton)
Sismo Dinámico YY	424.5056

Fuente: Programa Etabs

- **Verificación del factor de Reducción (R)**

**Tabla 91.** Cortante que Absorben los Muros en X-X

Cortante en los Muros	
Caso de Carga	FX ( ton)
Sismo Dinámico XX	321.0933

Fuente: Programa Etabs

$$\frac{321.0933}{399.7134} * 100 = 80.33\%$$

$$80.33\% > 70\%$$

Entonces: Rx = 6 Correcto

**Tabla 92.** Cortante que Absorben los Muros en Y-Y

Cortante en los Muros	
Caso de Carga	FY ( ton)
Sismo Dinámico YY	355.525

Fuente: Programa Etabs

$$\frac{355.525}{424.5056} * 100 = 83.75\%$$

83.75% > 70%

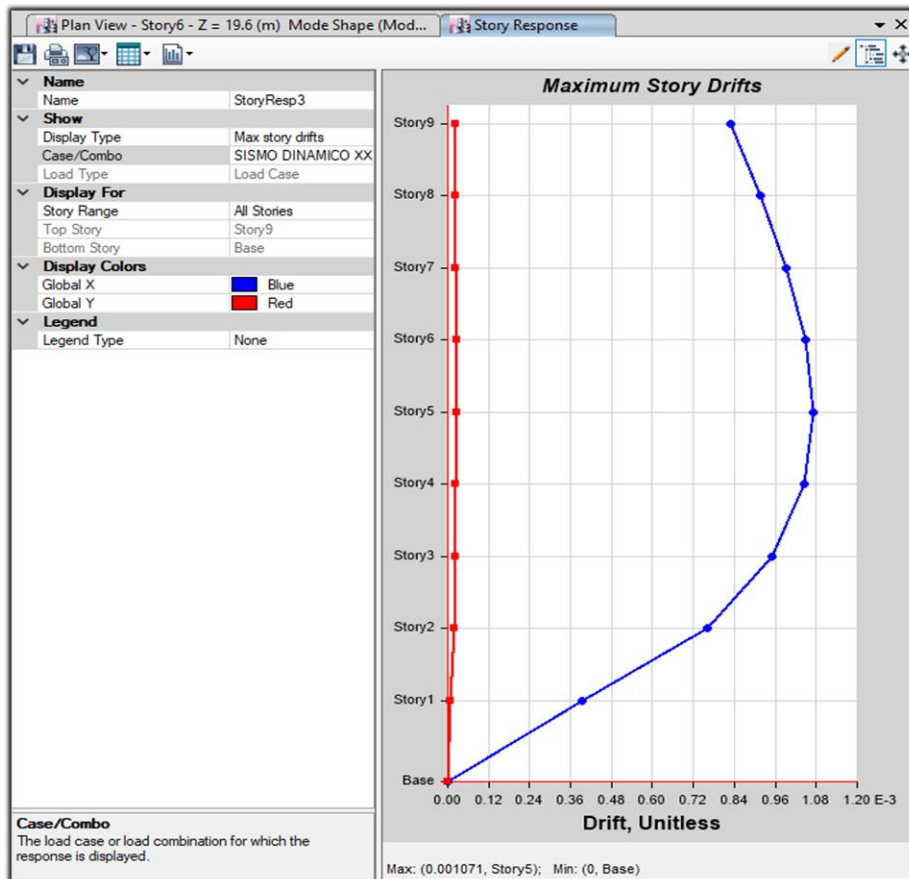
Entonces:  $R_y = 6$  Correcto

- **Desplazamientos y Distorsiones en X-X del Modelo N° 2**

**Tabla 93.** Desplazamientos y Distorsiones Inelásticas en X-X del Modelo N° 2

Desplazamientos y Distorsiones por Pisos					
Piso	Caso de Carga	Desplazamiento Centro Masa (m)	Distorsiones Elásticas	Distorsiones Inelásticas ( 0.75*R)	E0.30 ( $\leq 0.007$ )
9	Sismo dinámico X	0.0258	0.00083	0.00373	Cumple
8	Sismo dinámico X	0.0231	0.00092	0.00412	Cumple
7	Sismo dinámico X	0.0202	0.00099	0.00447	Cumple
6	Sismo dinámico X	0.0170	0.00105	0.00472	Cumple
5	Sismo dinámico X	0.0137	0.00107	0.00482	Cumple
4	Sismo dinámico X	0.0102	0.00105	0.00470	Cumple
3	Sismo dinámico X	0.0069	0.00095	0.00428	Cumple
2	Sismo dinámico X	0.0039	0.00076	0.00342	Cumple
1	Sismo dinámico X	0.0014	0.00039	0.00177	Cumple

Fuente: Programa Etabs/ Análisis Modal Espectral



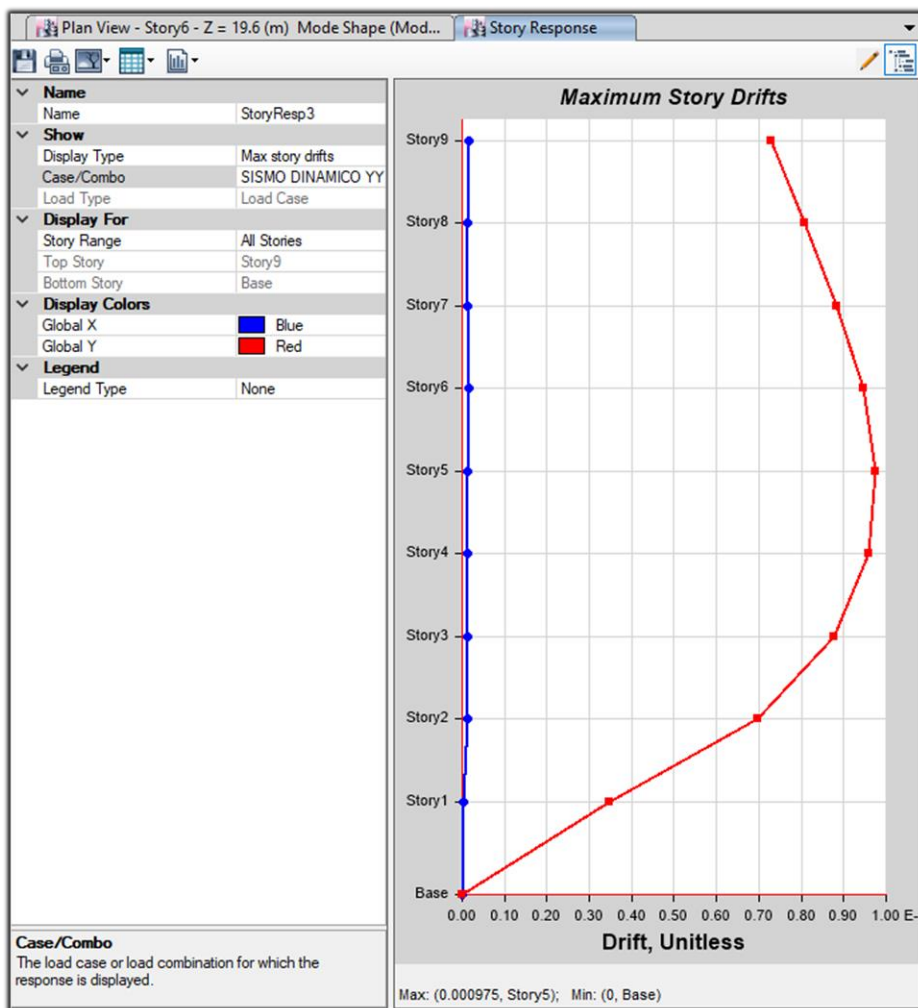
**Figura 60.** Distorsiones Elásticas en X-X del Modelo N° 2

- **Distorsiones en Y-Y del Modelo N° 2**

**Tabla 94.** *Distorsiones Inelásticas en Y-Y del Modelo N° 2*

Desplazamientos y Distorsiones por Pisos					
Pisos	Caso de Carga	Desplazamiento Centro Masa (m)	Distorsiones Elásticas	Distorsiones Inelásticas ( 0.75*R)	E0.30 ( $\leq 0.007$ )
9	Sismo dinámico Y	0.0232	0.00073	0.00328	Cumple
8	Sismo dinámico Y	0.0209	0.00081	0.00363	Cumple
7	Sismo dinámico Y	0.0183	0.00089	0.00398	Cumple
6	Sismo dinámico Y	0.0155	0.00095	0.00425	Cumple
5	Sismo dinámico Y	0.0125	0.00098	0.00439	Cumple
4	Sismo dinámico Y	0.0094	0.00096	0.00432	Cumple
3	Sismo dinámico Y	0.0063	0.00088	0.00394	Cumple
2	Sismo dinámico Y	0.0035	0.00070	0.00315	Cumple
1	Sismo dinámico Y	0.0013	0.00035	0.00157	Cumple

Fuente: Datos Obtenidos del Programa Etabs/Análisis Modal Espectral



*Figura 61.* Distorsiones Elásticas en Y-Y del Modelo N° 2

- **Control de Irregularidad en Planta**

- ✓ **Irregularidad Torsional en X-X**

Existe irregularidad torsional cuando el desplazamiento relativo máximo de un entrepiso, esta es mayor en 1.3 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso

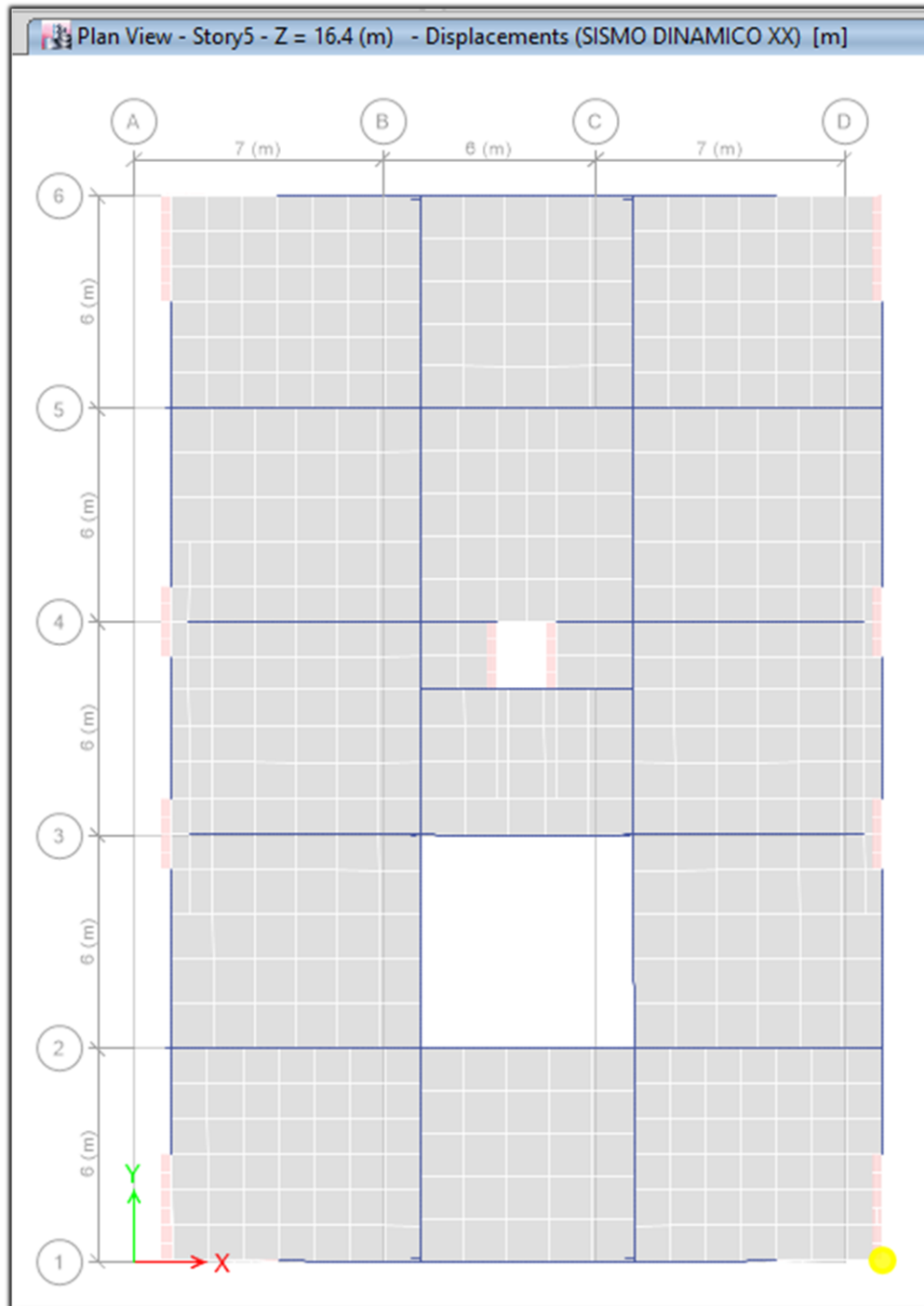


Figura 62. Ubicación del Nudo de la distorsión Máxima en X-X del Entrepiso 5

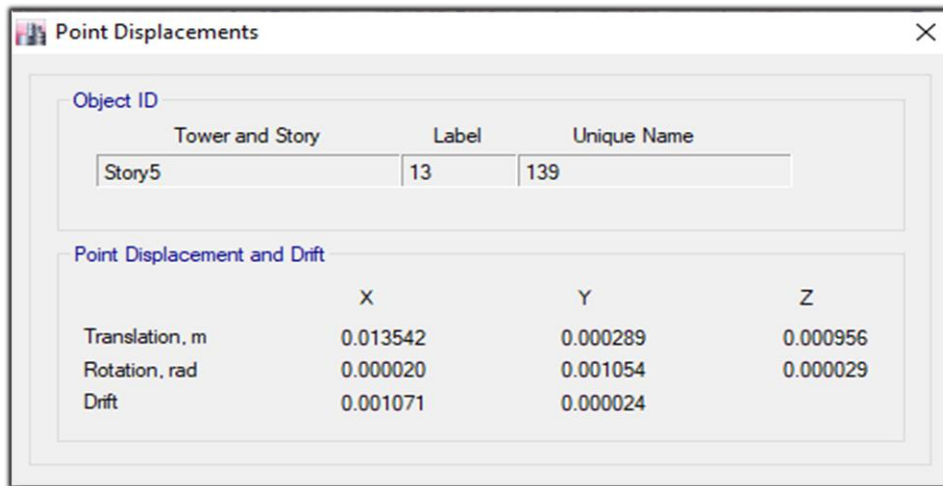


Figura 63. Distorsión Máxima en X-X del Entrepiso 5

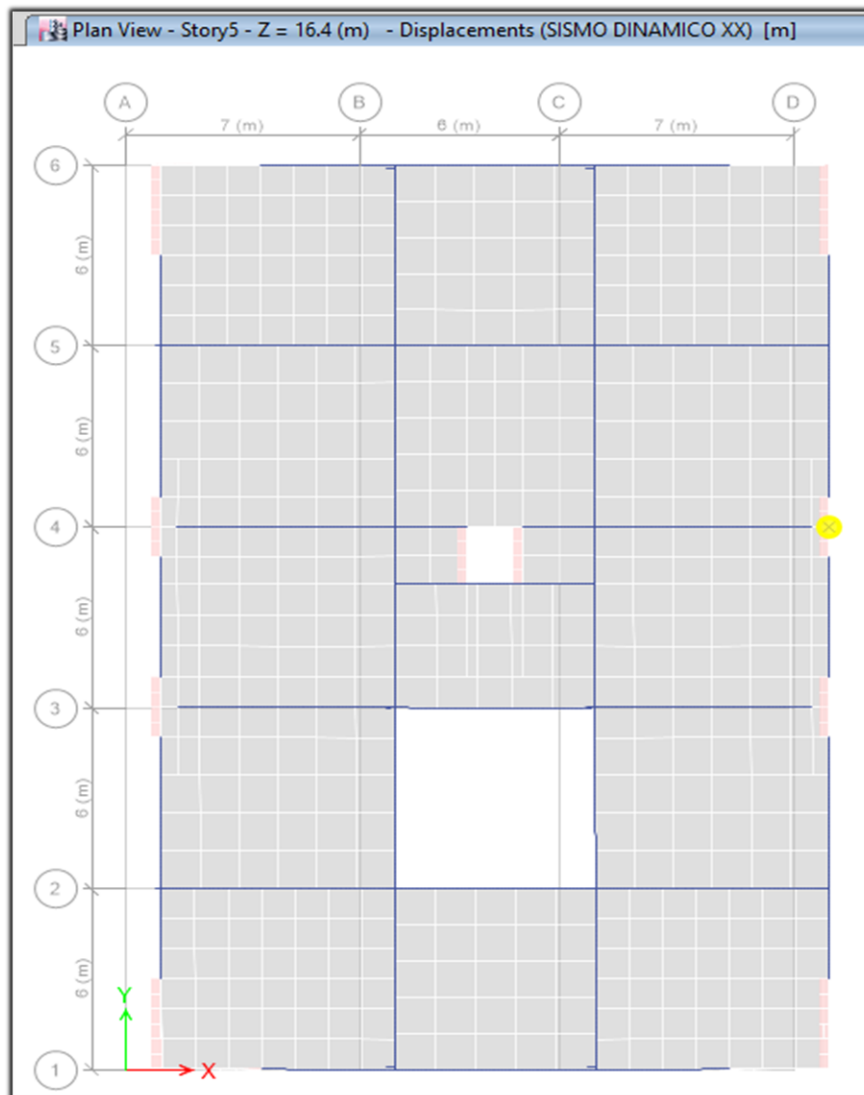


Figura 64. Ubicación del Nudo de la Distorsión Mínima en X-X del Entrepiso 5

The screenshot shows a window titled "Point Displacements" with a close button (X) in the top right corner. It contains two main sections:

- Object ID:** A table with three columns: "Tower and Story", "Label", and "Unique Name". The row for "Story5" shows values "10" and "79".
- Point Displacement and Drift:** A table with four columns: "X", "Y", and "Z". The rows are "Translation, m", "Rotation, rad", and "Drift".

Object ID	Tower and Story	Label	Unique Name
Story5	10	79	

Point Displacement and Drift	X	Y	Z
Translation, m	0.013144	0.000289	0.000294
Rotation, rad	0.000024	0.001001	0.000029
Drift	0.001039	0.000024	

Figura 65. Distorsión Mínima en X-X del Entrepiso 5

La distorsión máxima del entrepiso 5, debido al sismo dinámico en X, es de 0.001071 y la distorsión mínima del mismo entrepiso es de 0.001039

✓ **Promedio de las Distorsiones en X-X**

$$PROMEDIO = \frac{0.001071 + 0.001039}{2}$$

$$PROMEDIO = 0.001055$$

Según la norma E030-2018 menciona que este promedio debe ser menor al 1.3 del promedio, para que no exista irregularidad torsional

$$\text{Distorsión máxima} < 1.3 * \text{Promedio} \quad (\text{No Irregular})$$

$$0.001071 < 0.0013715 \quad (\text{NO IRREGULAR})$$

• **Verificación de la Cortante Dinámica X-X del Modelo N° 2**

La norma E030-2018, menciona que la cortante dinámica debe ser mayor al 80% de la cortante estática, esto es en caso que la estructura fuese regular, en nuestra modelo estructural de la nuestra N°2, existe una configuración regular, en las siguientes tablas verificamos el cumplimiento de este requisito.



**Tabla 95.** Verificación de la Cortante Dinámica X-X del Modelo N° 2

Caso de Carga	FX ( ton)	Verificación
Cortante Estática XX	485.3695	CUMPLE
80% Cortante Estática XX	388.2926	
Cortante Dinámica XX	399.7134	

Fuente: Elaboración Propia

- **Verificación de la Cortante Dinámica Y-Y del Modelo N° 2**

**Tabla 96.** Verificación de la Cortante Dinámica Y-Y del Modelo N°2

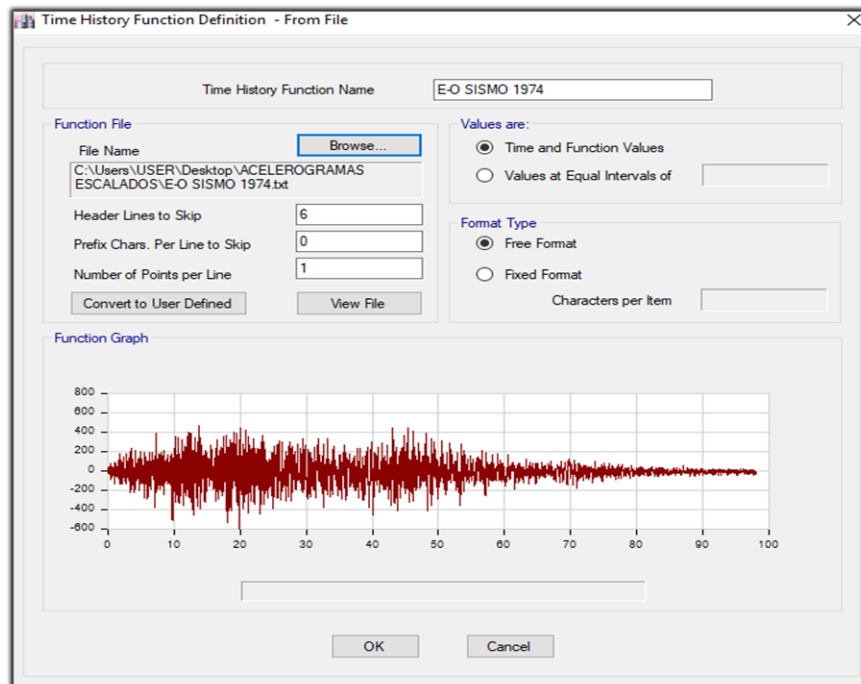
Caso de Carga	FY ( ton)	Verificación
Cortante Estática YY	524.3337	CUMPLE
80% Cortante Estática YY	419.4669	
Cortante Dinámica YY	424.5056	

Fuente: Elaboración Propia

### 3.5.9.3 Análisis Tiempo Historia del Modelo N° 2

Se usó el sismo de diseño, con el cual se analizó la estructura Aporticado con disipadores, esto con el objeto de realizar las comparaciones entre el modelo N°1 y modelo N°2 para el mismo caso de sismo (Lima 1974 – caso 1).

- **Creación de la Función del Sismo 1974 – Caso 1**



*Figura 66.* Creación de la Función Espectro – Sismo 1974 en la Componente E-O en el Modelo N° 2

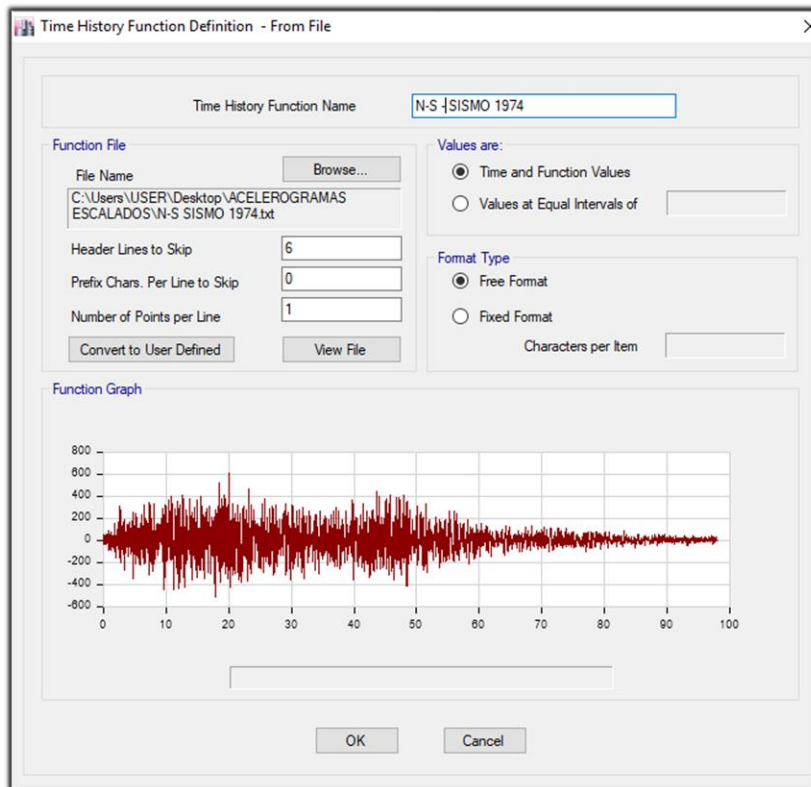


Figura 67. Creación de la Función Espectro - Sismo de Lima 1974 en la Componente N-S en el Modelo N° 2

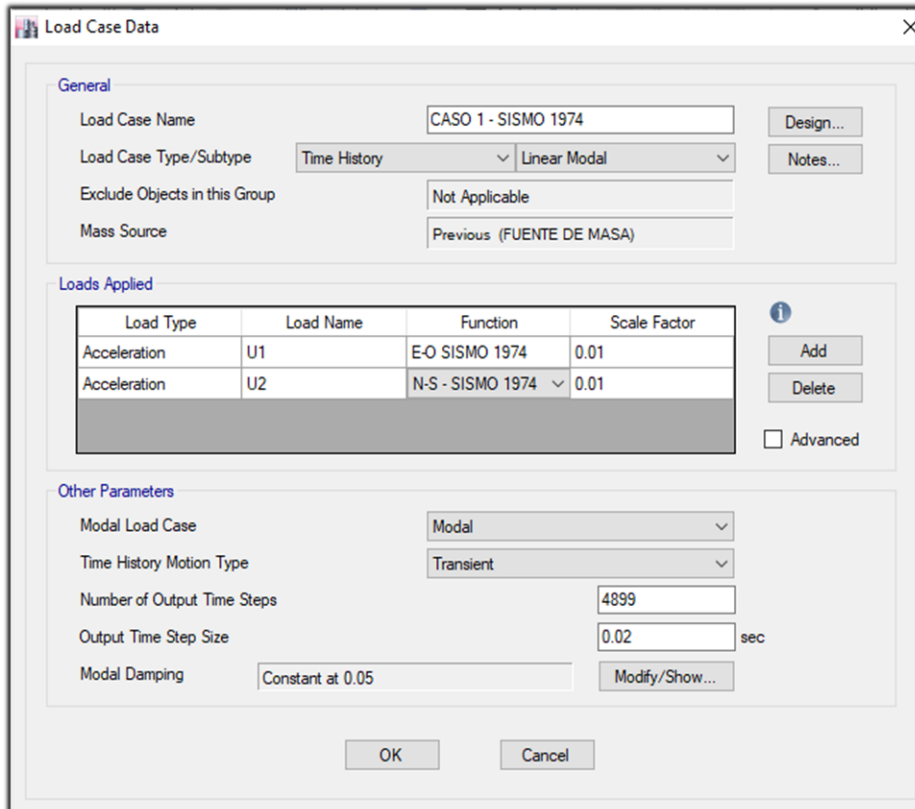


Figura 68. Creación de Carga – Sismo 1974 en el Caso 1 del Modelo N° 2

- **Distorsiones del Análisis Tiempo Historia del Modelo N°2**

**Tabla 97.** Desplazamientos y Distorsiones – Sismo 1974 Caso 1 en la Dirección X-X del Modelo N° 2

Desplazamientos y Distorsiones por Pisos				
Pisos	Caso de Carga	Desplazamiento Centro Masa (m)	Distorsiones	E0.30 ( $\leq 0.007$ )
9	Caso 1 - Sismo 1974 Max	0.1707	0.00538	CUMPLE
8	Caso 1 - Sismo 1974 Max	0.1535	0.00588	CUMPLE
7	Caso 1 - Sismo 1974 Max	0.1347	0.00623	CUMPLE
6	Caso 1 - Sismo 1974 Max	0.1148	0.00656	CUMPLE
5	Caso 1 - Sismo 1974 Max	0.0938	0.00665	CUMPLE
4	Caso 1 - Sismo 1974 Max	0.0725	0.00662	CUMPLE
3	Caso 1 - Sismo 1974 Max	0.0513	0.00629	CUMPLE
2	Caso 1 - Sismo 1974 Max	0.0312	0.00575	CUMPLE
1	Caso 1 - Sismo 1974 Max	0.0128	0.00355	CUMPLE

Fuente: Datos Obtenidos del Programa Etabs/ Análisis Tiempo Historia

**Tabla 98.** Desplazamientos y Distorsiones – Sismo 1974 Caso 1 en la Dirección Y-Y del Modelo N° 2

Desplazamientos y Distorsiones por Pisos				
Piso	Caso de Carga	Desplazamiento Centro Masa (m)	Distorsiones	E0.30 ( $\leq 0.007$ )
9	Caso 1 - Sismo 1974 Max	0.1460	0.00491	CUMPLE
8	Caso 1 - Sismo 1974 Max	0.1303	0.00536	CUMPLE
7	Caso 1 - Sismo 1974 Max	0.1131	0.00562	CUMPLE
6	Caso 1 - Sismo 1974 Max	0.0952	0.00574	CUMPLE
5	Caso 1 - Sismo 1974 Max	0.0768	0.00601	CUMPLE
4	Caso 1 - Sismo 1974 Max	0.0576	0.00595	CUMPLE
3	Caso 1 - Sismo 1974 Max	0.0385	0.00526	CUMPLE
2	Caso 1 - Sismo 1974 Max	0.0217	0.00428	CUMPLE
1	Caso 1 - Sismo 1974 Max	0.0080	0.00222	CUMPLE

Fuente: Datos Obtenidos del Programa Etabs/ Análisis Tiempo Historia

## Análisis e Interpretación de Resultados

### Distorsiones Máximas con R=1 y Amortiguamiento Viscoso

**Tabla 99.** Distorsiones Máximas Inelástica en la Dirección X-X/Y-Y

Pisos	E.030	Distorsión en X-X	Incremento %	E.030	Distorsión en Y-Y	Incremento %
5	0.007	0.00721	3%	0.007	0.00712	1.71%
4	0.007	0.00763	9%	0.007	0.00768	9.71%
3	0.007	0.00765	9.28%	0.007	0.00777	11.0 %

Fuente: Datos Obtenidos del Programa Etabs/ Análisis con R=1

**Interpretación:** La distorsión máxima obtenida en la dirección X-X es de 0.00765 superando en un 9.28% a los 0.007 distorsión permitido por la norma E030, y la distorsión en Y-Y es de 0.00777 superando en un 11.0% a los 0.007, así se indica en la tabla 99, es preciso mencionar que estas distorsiones no se alejan demasiado a los 0.007, esto quiere decir el modelo N°1 no es demasiado flexible, motivo por el cual sería viable el reforzamiento con disipadores de fluido viscoso y poder así alcanzar la distorsión objetiva de 0.0043 que se quiere tener para un nivel de desempeño Operacional.

**Tabla 100.** Amortiguamiento Viscoso Requerido en la dirección X-X/Y-Y

Amortiguamiento Viscoso en X-X	Amortiguamiento Viscoso en Y-Y
25.1 %	26.1%

Fuente: Elaboración Propia

**Interpretación:** El coeficiente de amortiguamiento viscoso requerido en la dirección X-X es de 25.1% y en la dirección Y-Y es de 26.1%, así se indica en la tabla 100, estos amortiguamientos viscosos no son demasiados altos, esto se debe a que en el análisis estructural del modelo N°1 a pesar de ser aporticado, tienen una rigidez idónea, esto se debe a que en la estructuración de este modelo y en el pre dimensionamiento se han obtenido columnas lo bastante robustas que aportan bastante rigidez lateral, obteniéndose así amortiguamiento viscoso que están en el rango 20% a 40%, y dando así la viabilidad de acoplar disipadores de energía de fluido viscoso.

## Curvas Histereticas en la Dirección X-X

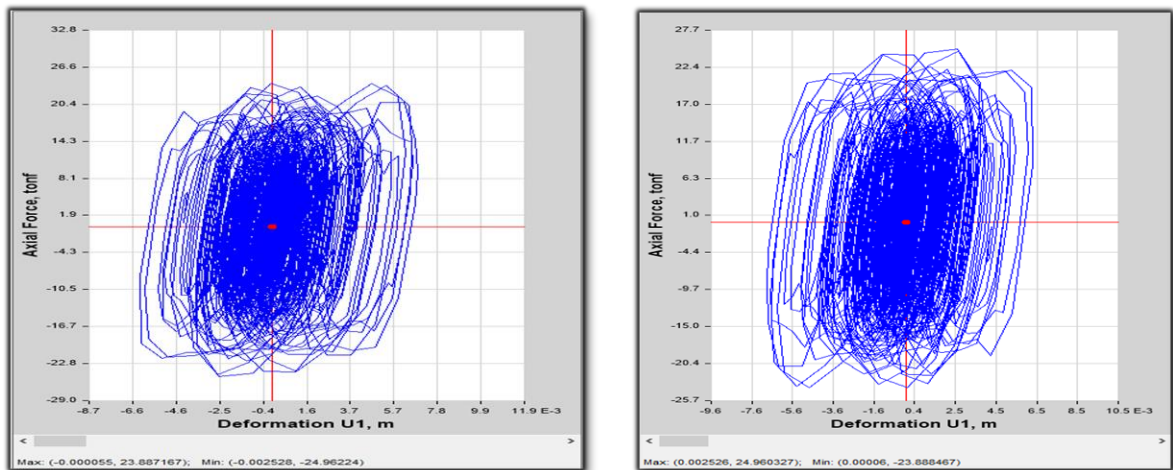


Figura 69. Curvas Histereticas de los Disipadores 12- 20 en la Dirección X-X/ Piso 9

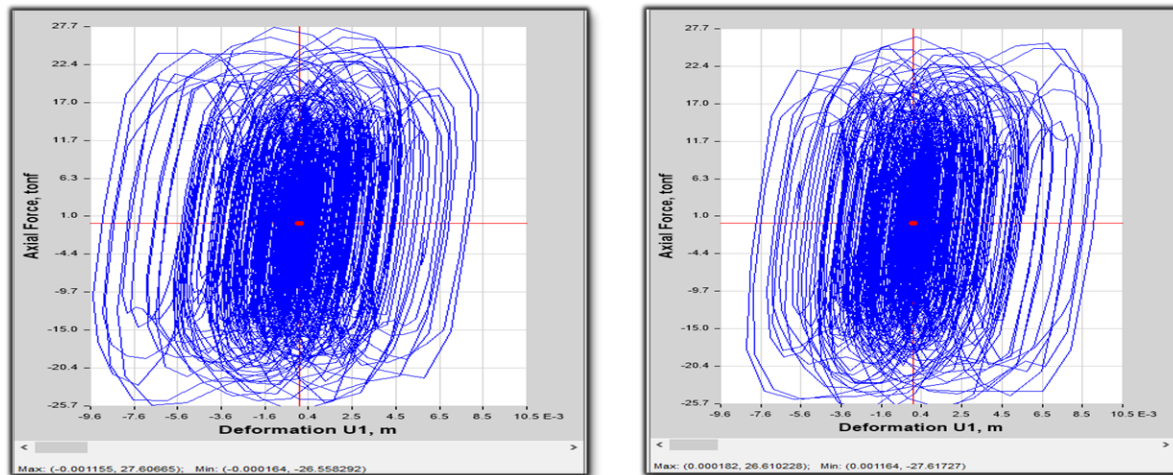


Figura 70. Curvas Histereticas de los Disipadores 11- 19 en la Dirección X-X/ Piso 8

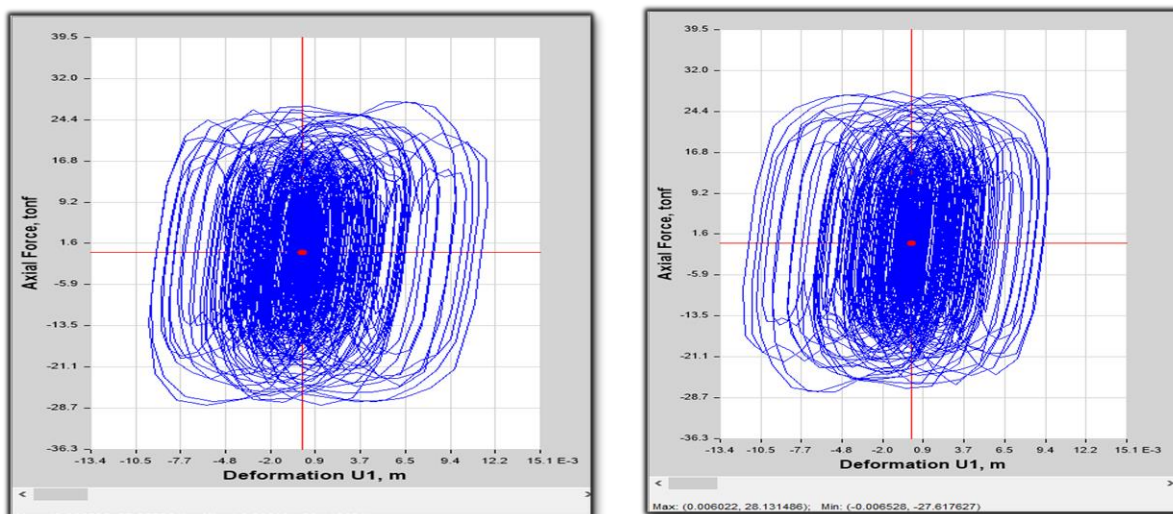


Figura 71. Curvas Histereticas de los Disipadores 11- 19 en la Dirección X-X/ Piso 7

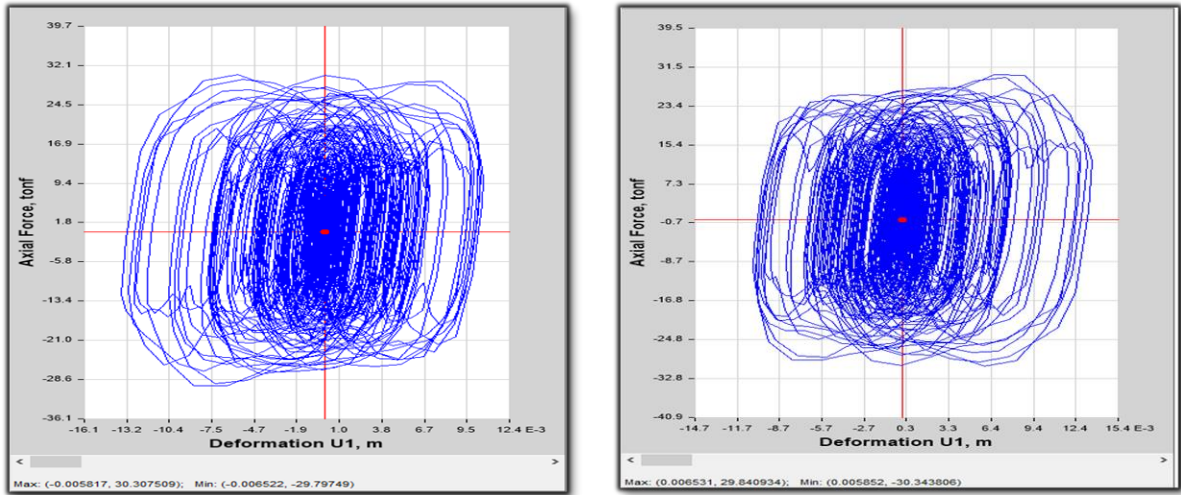


Figura 72. Curvas Histereticas de los Disipadores 9- 17 en la Dirección X –X/Piso 6

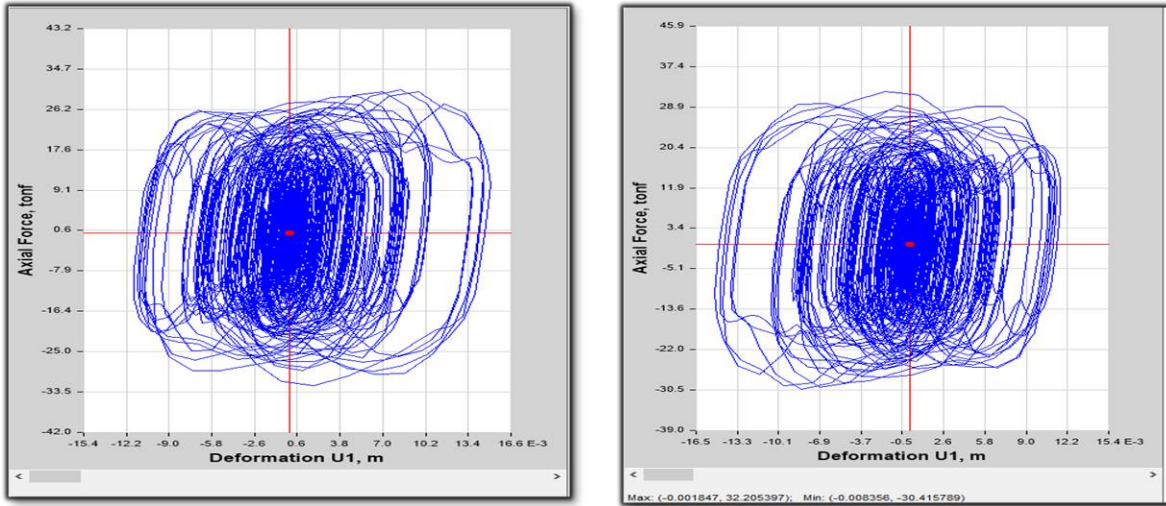


Figura 73. Curvas Histereticas de los Disipadores 8- 16 en la Dirección X –X/Piso 5

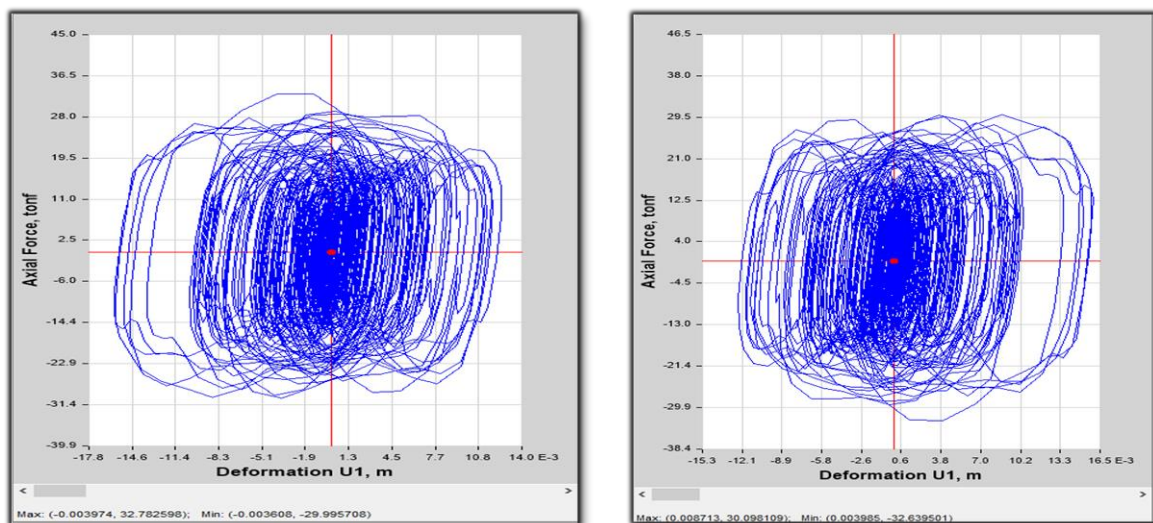


Figura 74. Curvas Histereticas de los Disipadores 7- 15 en la Dirección X –X/Piso 4

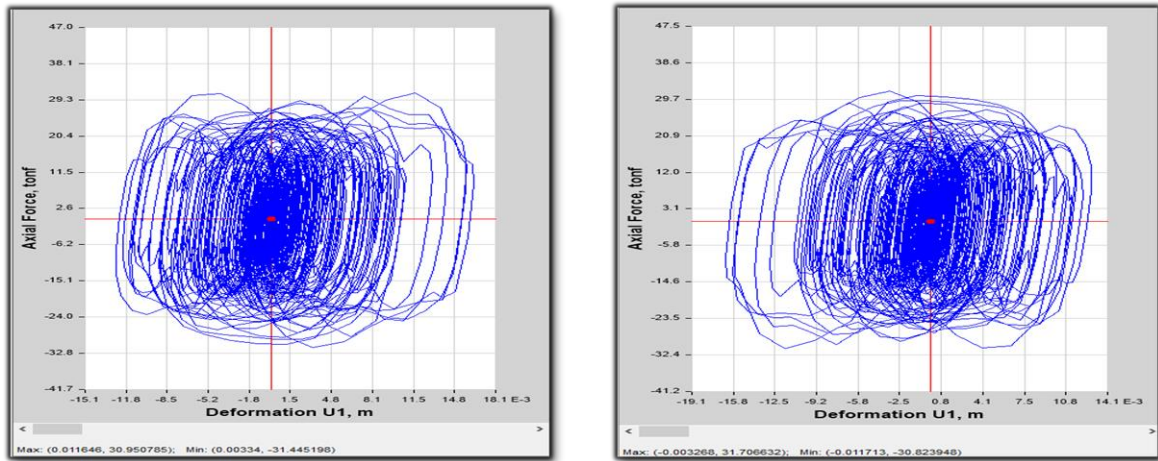


Figura 55. Curvas Histereticas de los Disipadores 6- 14 en la Dirección X –X/Piso 3

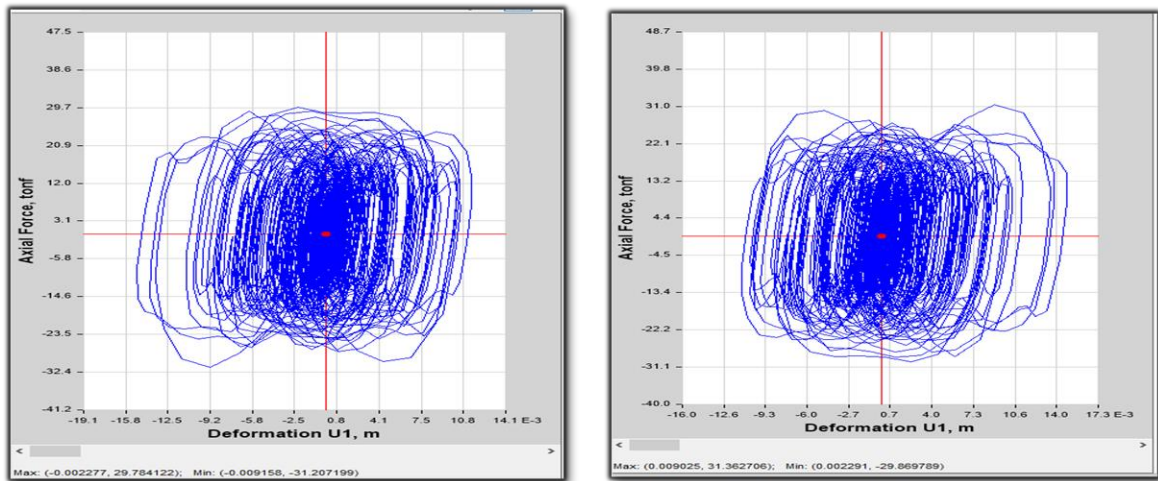


Figura 76. Curvas Histereticas de los Disipadores 5- 13 en la Dirección X –X/Piso 2

**Intepretacion:** Se detalle en las figuras 69-76, el comportamiento histeretico de cada disipador acoplados en la direccion X-X en el modelo N°1, en el cual se obtiene el desempeño de cada dispositivos, esto se logra a traves de las deformaciones que suceden en cada disipador y las fuerzas que actuan en cada una de ellas, se tiene curvas elepticas, el cual demuestra que los disipadores en esta direccion estan aportando amortiguamiento a la estuctura, esto se logra cuando la deformacion es igual a cero entonces la fuerza en el disipador es maxima y varian entre 10.23 ton - 38.28 ton esto se detalla en la tabla 101 y que para deformaciones maximas la fuerza en el disipador es igual a cero.

## Curvas Histereticas en la Dirección Y-Y

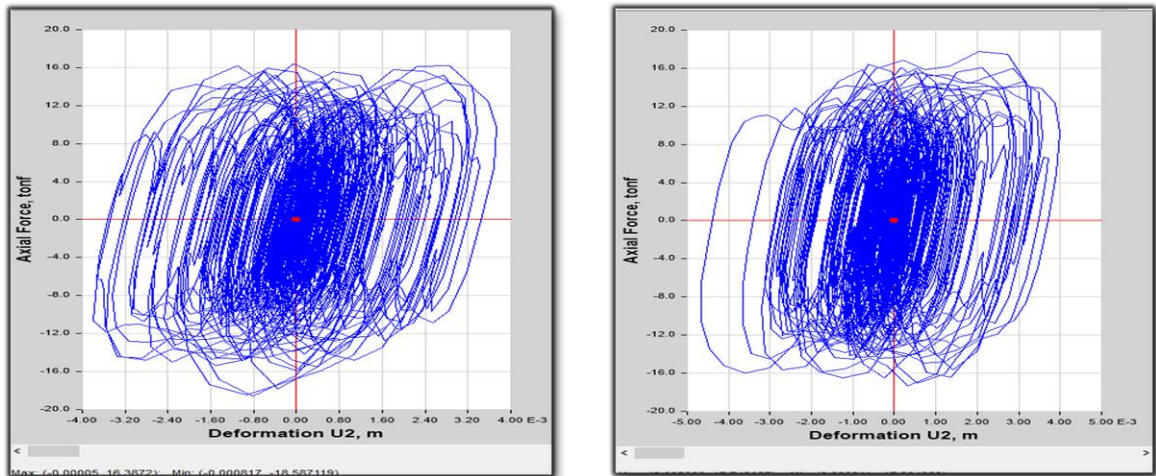


Figura 77. Curvas Histereticas de los Disipadores 37- 38 en la Dirección Y -Y/Piso 1

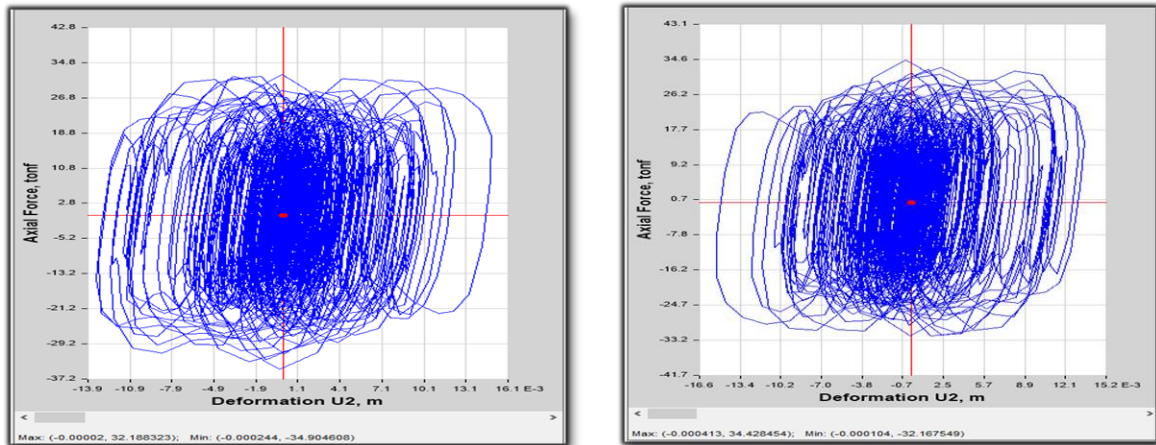


Figura 78. Curvas Histereticas de los Disipadores 37- 38 en la Dirección Y -Y/Piso 2

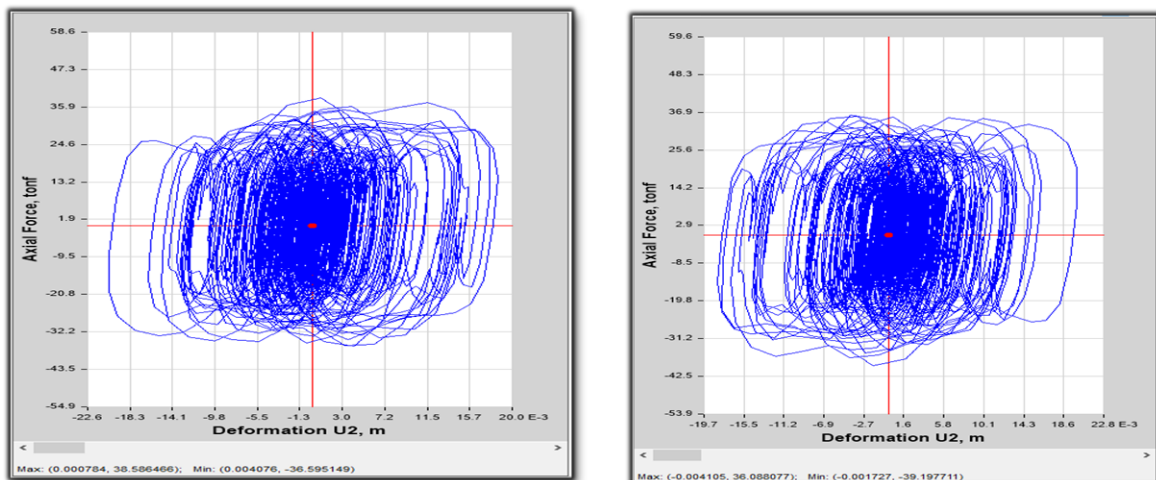


Figura 79. Curvas Histereticas de los Disipadores 43- 51 en la Dirección Y -Y/Piso 3



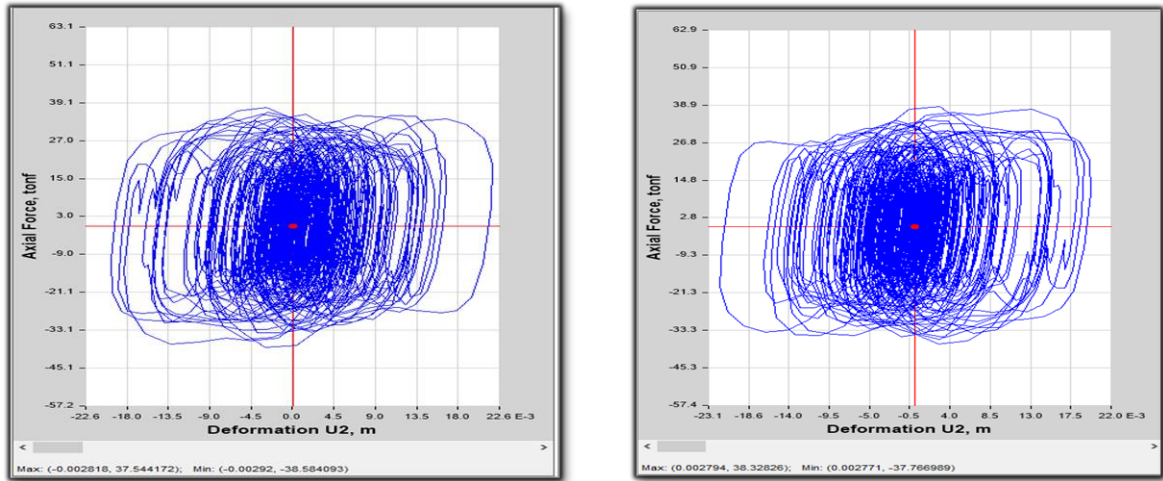


Figura 80. Curvas Histereticas de los Disipadores 44-52 en la Dirección Y–Y/Piso 4

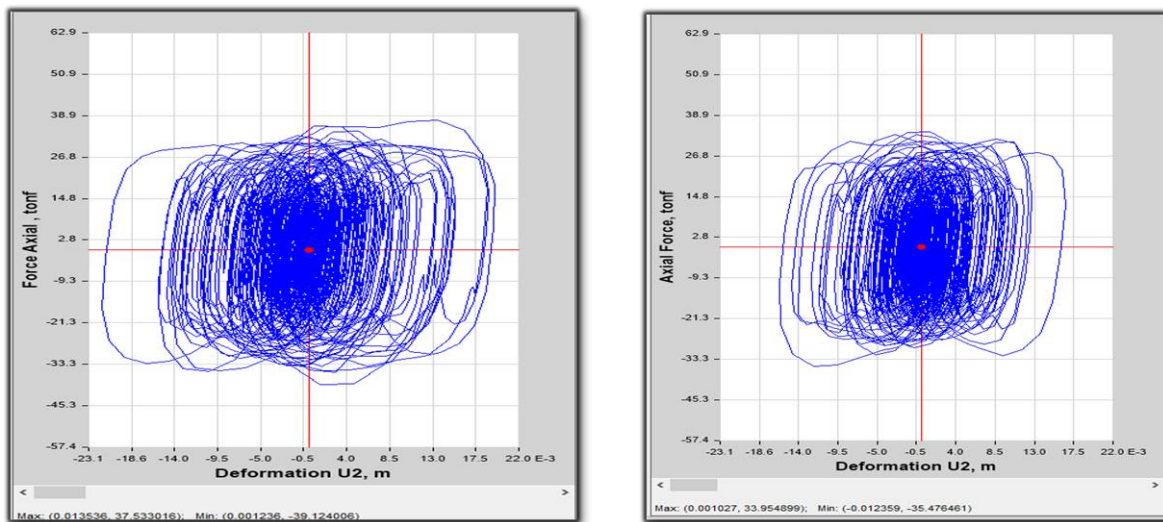


Figura 81. Curvas Histereticas de los Disipadores 45-53 en la Dirección Y–Y/Piso 5

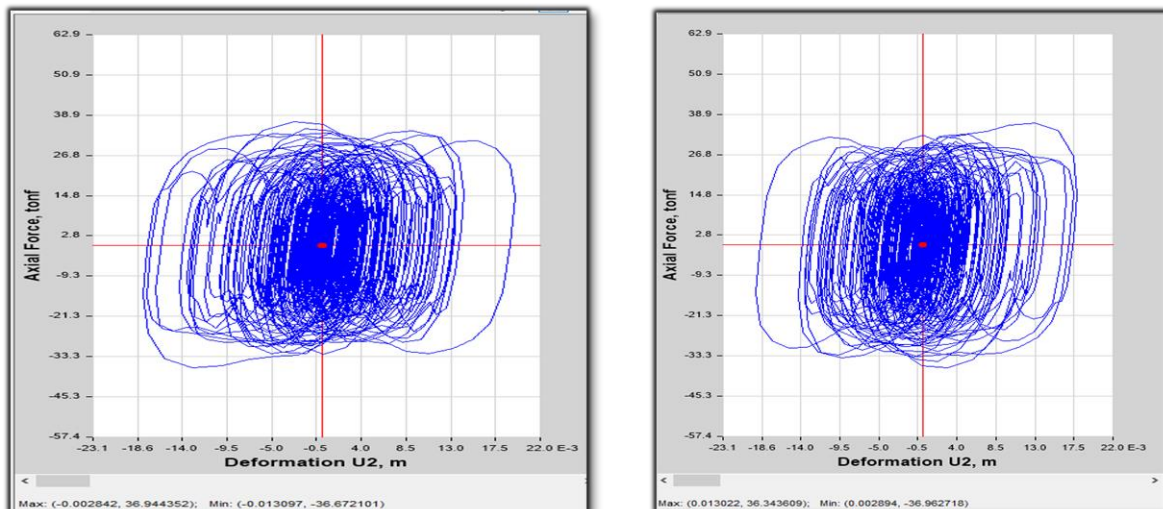


Figura 82. Curvas Histereticas de los Disipadores 46-54 en la Dirección Y–Y/Piso 6

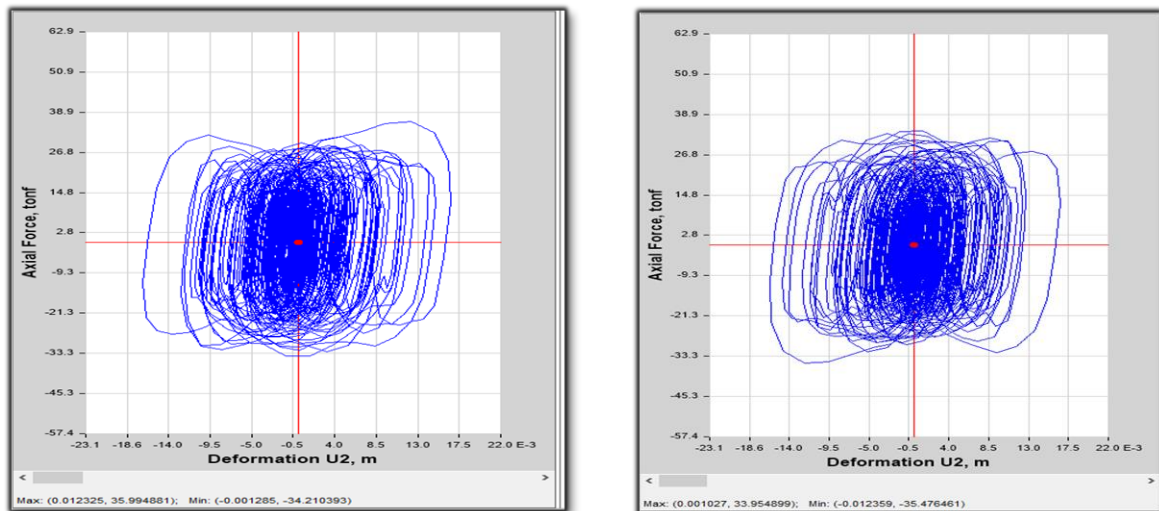


Figura 83. Curvas Histereticas de los Disipadores 47-55 en la Dirección Y-Y/Piso 7

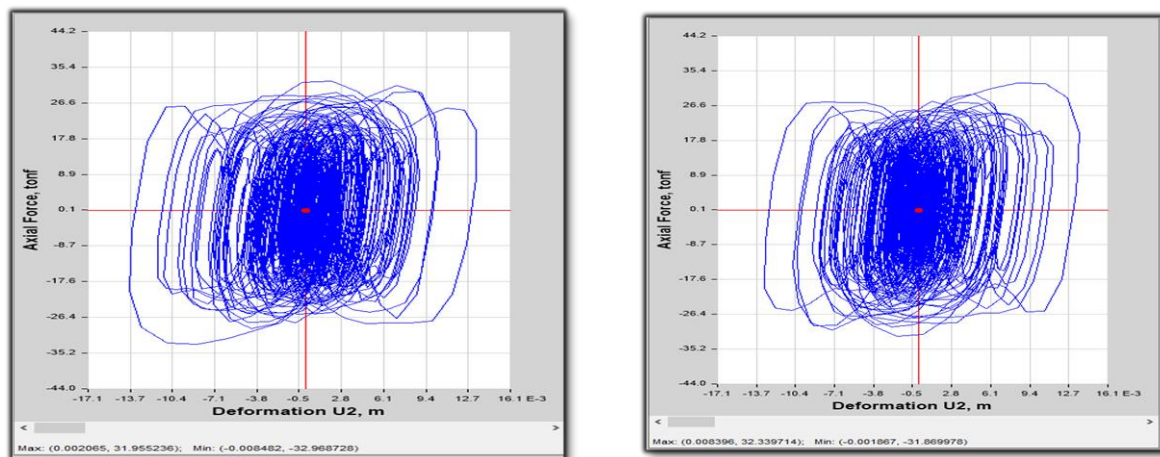


Figura 84. Curvas Histereticas de los Disipadores 48-56 en la dirección Y-Y/Piso8

**Intepretacion:** Se detalle en las figuras 77-84, el comportamiento histeretico de cada disipador acoplados en la direccion Y-Y en el modelo N°1, en el cual se obtiene el desempeño de cada dispositivos, esto se logra a traves de las deformaciones que suceden en cada disipador y las fuerzas que actuan en cada una de ellas, se tienen curvas elepticas, el cual demuestra que los disipadores en esta direccion estan aportando amortiguamiento a la estuctura, esto se logra cuando la deformacion es igual a cero entonces la fuerza en el disipador es maxima y varian entre 10.23 ton - 38.28 ton esto se detalla en la tabla 101 y que para deformaciones maximas la fuerza en el disipador es igual a cero.

## Fuerza en los Disipadores de Energía

*Tabla 101. Fuerza en los Disipadores*

Disipador	Fuerza (ton)	Fuerza (Kips)	Pedido Disipador (Kips)
K1	10.123	22.317	55
K2	11.785	25.981	55
K3	13.257	29.227	55
K4	11.057	24.377	55
K5	29.784	65.662	110
K6	30.951	68.235	110
K7	32.783	72.274	110
K8	30.787	67.874	110
K9	30.307	66.815	110
K10	27.637	60.929	110
K11	27.607	60.862	110
K12	23.887	52.662	110
K13	31.363	69.143	110
K14	31.707	69.901	110
K15	30.0981	66.355	110
K16	33.123	73.024	110
K17	29.8409	65.788	110
K18	28.1315	62.019	110
K19	26.6102	58.665	110
K20	24.9603	55.028	110
K21	30.0429	66.233	110
K22	30.688	67.655	110
K23	32.7249	72.146	110
K24	30.5898	67.439	110
K25	30.7958	67.893	110
K26	28.0984	61.946	110
K27	28.6863	63.242	110
K28	24.9582	55.023	110
K29	31.1505	68.675	110
K30	31.4564	69.349	110
K31	30.2292	66.644	110
K32	32.2605	71.122	110
K33	30.2212	66.626	110
K34	28.955	63.835	110
K35	27.568	60.777	110
K36	25.2805	55.734	110
K37	16.3872	36.128	55

K38	17.742	39.114	55
K39	17.3341	38.215	55
K40	18.5171	40.823	55
K41	18.7889	41.422	55
K42	32.1883	70.963	110
K43	38.5865	85.069	110
K44	37.5442	82.771	110
K45	37.533	82.746	110
K46	36.9444	81.448	110
K47	35.9949	79.355	110
K48	31.9552	70.449	110
K49	29.3527	64.712	110
K50	34.4285	75.902	110
K51	36.0881	79.561	110
K52	38.3283	84.499	110
K53	38.6651	85.242	110
K54	36.3436	80.124	110
K55	33.9549	74.858	110
K56	32.3397	71.297	110
K57	30.1926	66.563	110
K58	34.997	77.155	110
K59	38.9869	85.951	110
K60	37.6144	82.926	110
K61	36.517	80.506	110
K62	36.5023	80.474	110
K63	34.6274	76.340	110
K64	31.502	69.450	110
K65	28.9638	63.854	110
K66	34.727	76.560	110
K67	36.5405	80.558	110
K68	38.56	85.010	110
K69	38.9078	85.777	110
K70	36.1369	79.668	110
K71	33.842	74.609	110
K72	32.0634	70.688	110

Fuente: Elaboración Propia

**Interpretación:** Se verifico que la fuerza máxima que se requiere para cada disipador con el objeto de que tengan un buen desempeño en la estructura del modelo N°1, varían entre 22.317 kips - 85.242 kips, estas fuerzas deben de redondearse a 55kips-110 kips, así se indica en la tabla 101, estas fuerzas obtenidas se deben a que estos dispositivos dependen

únicamente de la velocidad, es decir para velocidades igual a cero la fuerza en el disipador es cero, pero para velocidades máximas velocidades la fuerza en el disipador es máxima y esto tiene ocurrencia cuando la deformación en el dispositivo es cero. En la tabla 102 se detalla la cantidad de dispositivos por fuerzas a solicitar a CDV empresa que representa a Taylor Device en el Perú.

**Tabla 102.** Cantidad de Disipadores a solicitar a CDV Representantes

Fuerza ( Kip)	Cantidad de Disipadores
55	9
110	63
Total	72

Fuente: Elaboración Propia

### Balance Energético

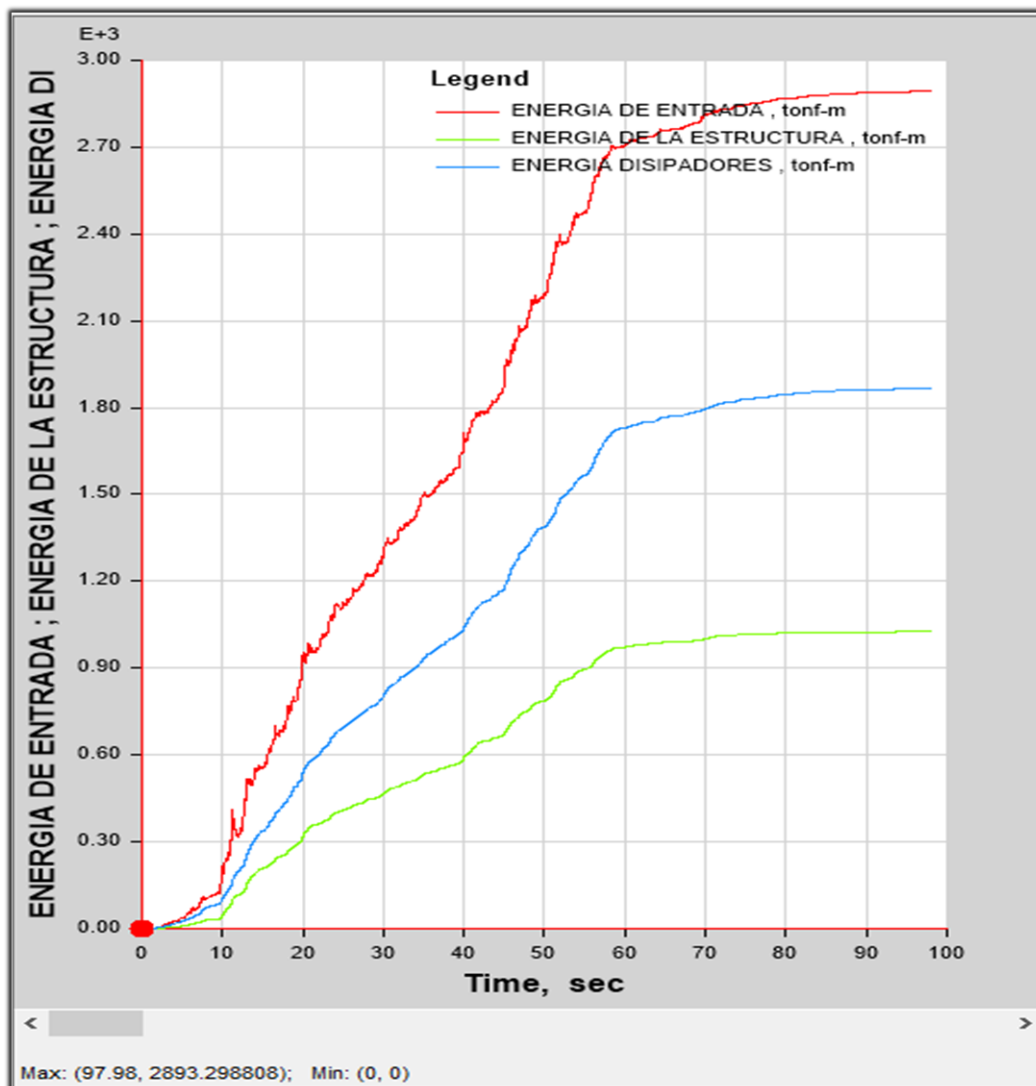


Figura 85. Balance Energético del Modelo N°1 con Disipadores

**Tabla 103.** *Balance Energético de la Estructura Aporticada con Disipadores*

Balance Energético		
Energía de Entrada	Energía de la Estructura	Energía de los Disipadores
2,893.293	1,026.011	1,866.715
100%	35.48%	64.52%

Fuente: Elaboración Propia

**Interpretación:** La energía de entrada que se libera a causa del sismo es de 2,893.29 ton-m, la estructura absorbe 1,026.001 ton-m que es un 35.48% de la energía de entrada. la energía que absorbe los disipadores es de 1,866.715 ton-m, esto es un 64.52 %, así se indica en la tabla 103, este gran porcentaje de absorción energía por parte de los disipadores logra minimizar los daños en la estructura, quedando operativa después de un sismo severo.

## Comparación de los Desplazamientos y Distorsiones del Modelo N°1

**Tabla 104.** Desplazamiento del Centro de Masa Aporticado sin Disipador y Aporticado con Disipador en X-X

Nivel	Desplazamiento CM (m) Aporticado Sin Disipador Sismo Lima 1974 – Caso 1 (Tiempo Historia Lineal)	Desplazamiento CM (m) Aporticado Con Disipador Sismo Lima 1974- Caso 1 (Tiempo Historia No Lineal)	Reducción porcentaje (%)
9	0.1832	0.1383	24.51 %
8	0.1698	0.1291	23.97 %
7	0.1526	0.1170	23.33 %
6	0.1316	0.1022	22.34 %
5	0.1085	0.0854	21.29 %
4	0.0837	0.0672	19.71 %
3	0.0589	0.0482	18.17 %
2	0.0356	0.0291	18.26 %
1	0.0141	0.0116	17.73 %

Fuente: Elaboración Propia

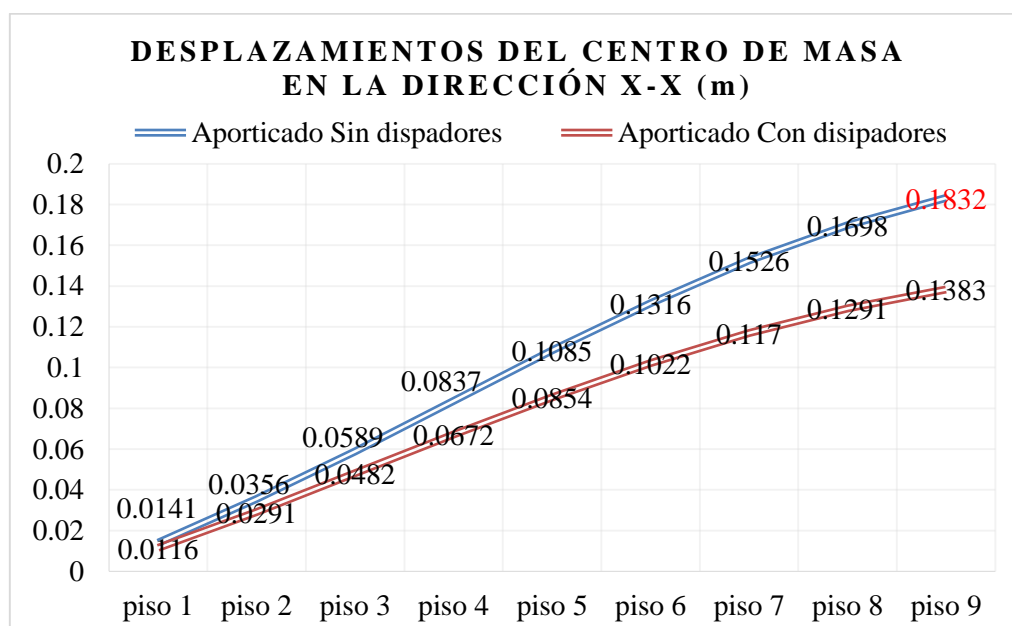


Figura 86. Desplazamiento del Centro de Masa con Disipadores y sin Disipadores en X-X

**Interpretación:** Los desplazamientos del centro de masa en la dirección X-X del Modelo N°1 sin disipadores, están en un rango de 0.0141 m en el primer nivel hasta 0.1832 m en el último nivel y los nuevos desplazamientos después de acoplar los disipadores están se redujeron en un rango de 17.73% hasta 24.51%, así se indica en la tabla N°104 y figura N° 86. Hubo reducción se debe a que la estructura ha incrementado su amortiguamiento, de esta manera siente menos la energía de entrada reduciendo así los desplazamientos.

**Tabla 105.** Distorsiones con Disipador y Sin Disipador en X-X

Nivel	Distorsiones Aporticado sin Disipadores Sismo Lima 1974 – Caso 1 (Tiempo Historia Lineal)	Distorsiones Aporticado con Disipadores Sismo Lima 1974 – Caso 1 (Tiempo Historia No Lineal)	Reducción porcentaje (%)
9	0.00420	0.00287	31.71 %
8	0.00538	0.00379	29.57 %
7	0.00655	0.00464	29.01 %
6	0.00724	0.00525	25.76 %
5	0.00772	0.00567	26.28 %
4	0.00776	0.00593	23.62 %
3	0.00729	0.00598	18.05 %
2	0.00670	0.00546	18.47 %
1	0.00393	0.00323	17.73 %

Fuente: Elaboración Propia



*Figura 87.* Distorsiones con Disipadores y sin Disipadores en la X-X

**Interpretación:** Las distorsiones máximas obtenidas en la dirección X-X del modelo N°1 sin disipadores, se presenta en los pisos 3-4-5-6, tal como se muestra en la figura N° 87, siendo la distorsión máxima de 0.00776, superando los 0.007 permitida por la norma E030, después de acoplar los disipadores al Modelo N°1, las distorsiones se redujeron en un rango de 17.73% en el primer nivel, hasta una reducción máxima de un 31.71% en el último nivel,



esto se detalla en la tabla N°105, estas reducciones se deben al incremento de amortiguamiento a la estructura.

**Tabla 106.** Desplazamiento del Centro de Masa con Aporticado con Disipador y Aporticado Sin Disipador en la Dirección Y-Y

Nivel	Desplazamiento CM (m) Aporticado Sin Disipador Sismo Lima 1974 – Caso 1 (Tiempo Historia Lineal )	Desplazamiento CM (m) Aporticado Con Disipador Sismo Lima 1974 – Caso 1 (Tiempo Historia No Lineal)	Reducción porcentaje (%)
9	0.1739	0.0941	45.89 %
8	0.1629	0.0880	45.98 %
7	0.1485	0.0800	46.13 %
6	0.1311	0.0699	46.68 %
5	0.1104	0.0584	47.10 %
4	0.0871	0.0458	47.42 %
3	0.0619	0.0323	47.82 %
2	0.0367	0.0190	48.23 %
1	0.0142	0.0073	48.59 %

Fuente: Elaboración Propia

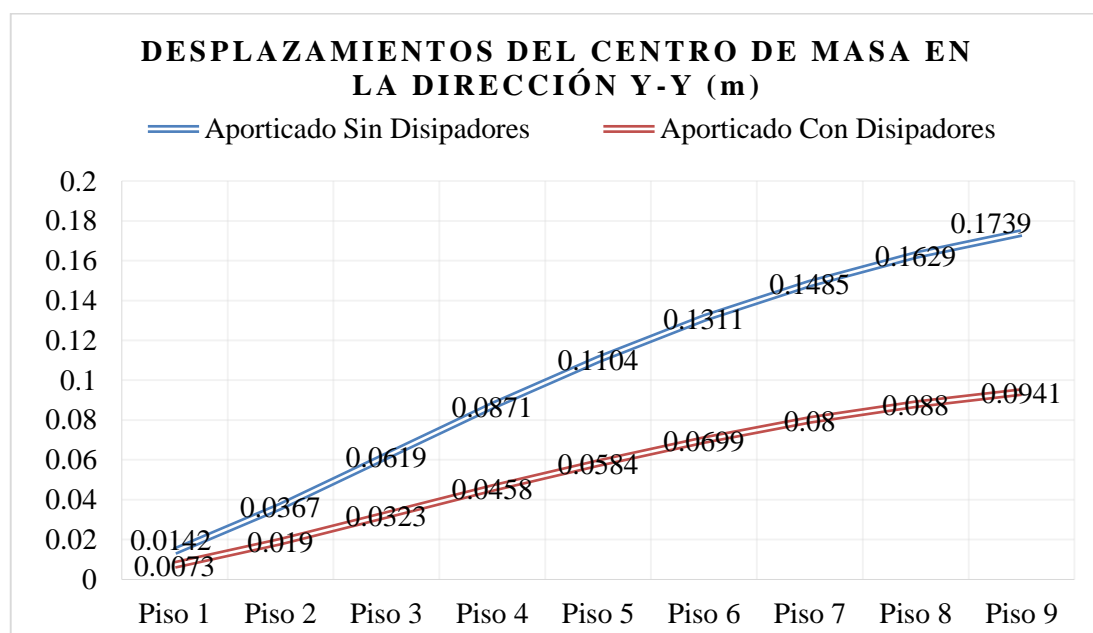


Figura 88. Desplazamiento del Centro de Masa entre el Aporticado con Disipadores y Aporticado sin Disipadores en la Dirección Y-Y

**Interpretación:** Los desplazamientos del centro de masa en la dirección Y-Y del Modelo N°1 sin disipadores, están en un rango de 0.0142 m en el primer nivel hasta 0.1739 m en el último nivel y los nuevos desplazamientos después de acoplar los disipadores en esta dirección, éstos se redujeron en un rango de 45.89% en el último nivel, hasta 48.59%, en el

primer nivel, así se indica en la tabla N°106 y la figura N° 88. Existe una mayor reducción de desplazamientos en esta dirección debido a que el coeficiente de amortiguamiento requerido para esta dirección de análisis es mayor para la dirección X-X.

**Tabla 107.** Distorsiones con Disipador y Sin Disipador en Y-Y

Nivel	Distorsiones Aporticado sin Disipadores Sismo Lima 1974 – Caso 1 (Tiempo Historia Lineal)	Distorsiones Aporticado con Disipadores Sismo Lima 1974 – Caso 1 (Tiempo Historia No Lineal)	Reducción porcentaje (%)
9	0.00345	0.00190	44.81 %
8	0.00449	0.00250	44.43 %
7	0.00544	0.00315	42.15 %
6	0.00648	0.00361	44.32 %
5	0.00727	0.00392	46.15 %
4	0.00788	0.00422	46.48%
3	0.00786	0.00418	46.88 %
2	0.00704	0.00365	48.14 %
1	0.00395	0.00202	48.89 %

Fuente: Elaboración Propia

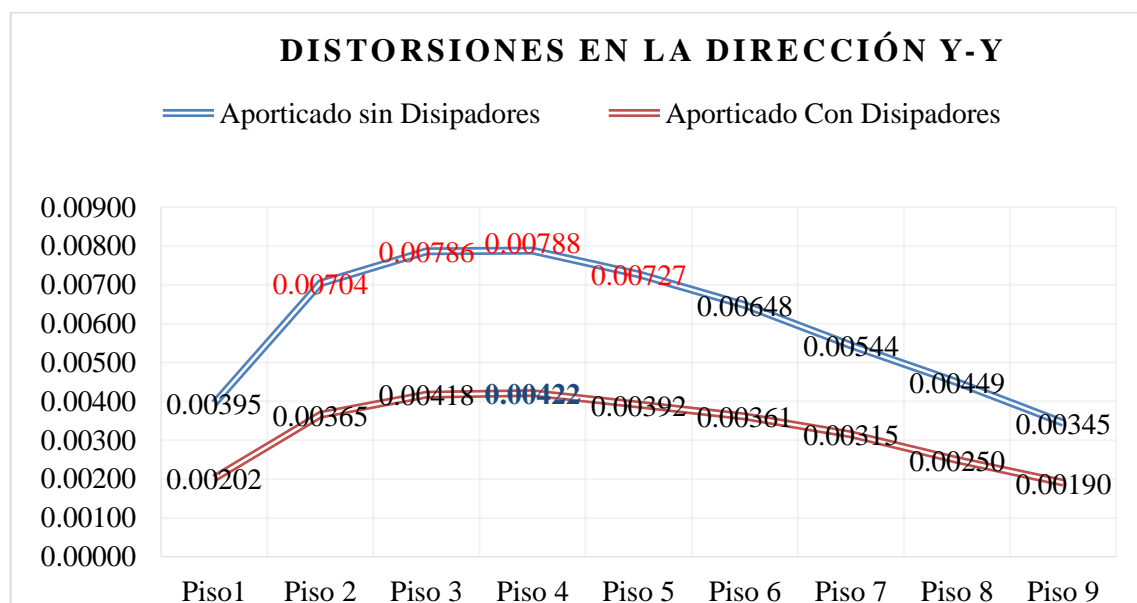


Figura 89. Distorsiones con Disipadores y sin Disipadores en Y-Y del Modelo N° 1

**Interpretación:** Las distorsiones máximas obtenidas en la dirección Y-Y del modelo N°1 sin disipadores, se presenta en los pisos 2-3-4-5, tal como se muestra en la figura N° 89, siendo la distorsión máxima de 0.00778, superando los 0.007 que indica la Norma E030, después de acoplar los disipadores al Modelo N°1, las distorsiones obtenidas se redujeron en un 42.15% en el piso 7, hasta una máxima reducción de 48.89% en el piso 1, así se indica

en la tabla N° 107, se tiene reducciones mayores en esta dirección, debido a que el coeficiente amortiguamiento es esta dirección es de 95 T.s/m, a comparación de los 90 T.s/m requerido para la dirección X-X.

### Comparación de Desplazamientos y Distorsiones Entre Modelo N°2 y Modelo N°1

**Tabla 108.** Comparación de Desplazamientos en la Dirección X-X del Modelo N° 2 y Modelo N°1– Sismo Lima 1974-Caso 1

Nivel	Desplazamiento CM (m) (Muros de Corte) Sismo Lima 1974 – Caso 1	Desplazamiento CM (m) (Aporticado con Disipadores) Sismo Lima 1974 - Caso 1	Diferencia en porcentaje (%)
9	0.1707	0.1383	18.98 %
8	0.1535	0.1291	15.90 %
7	0.1347	0.1170	13.14 %
6	0.1148	0.1022	10.98 %
5	0.0938	0.0854	8.96 %
4	0.0725	0.0672	7.31 %
3	0.0513	0.0482	6.04 %
2	0.0312	0.0291	6.73 %
1	0.0128	0.0116	9.38 %

Fuente: Datos obtenidos del Programa Etabs/ Análisis Tiempo Historia

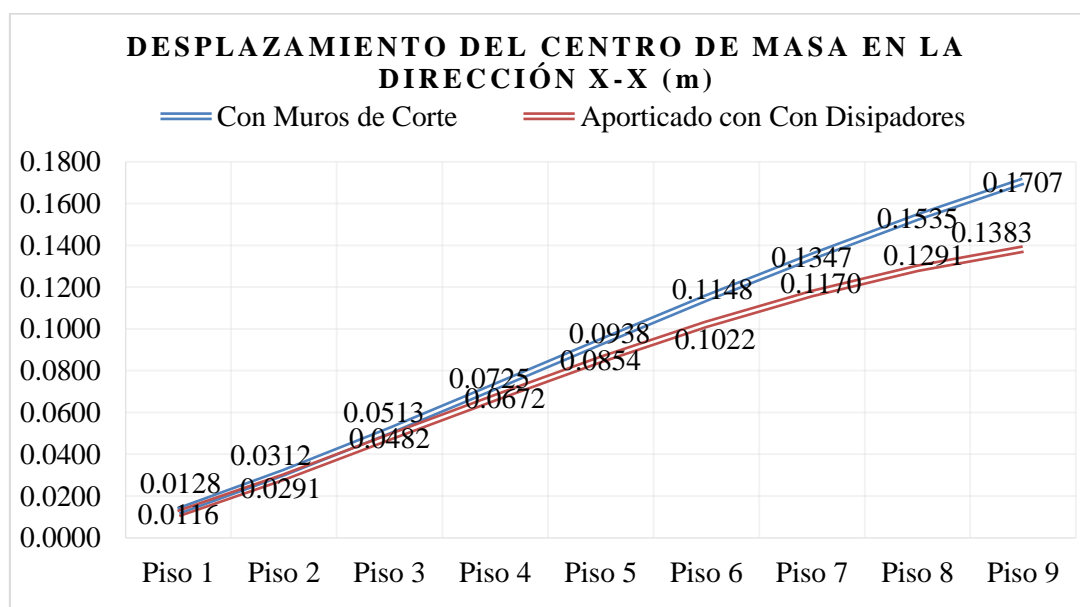


Figura 90. Desplazamiento del Centro de Masa del Modelo N°2 y del Modelo N°1 en X-X

**Interpretación:** Los desplazamientos del centro de masa en la dirección X-X del Modelo N°2 (con Muros de corte), están en un rango de 0.0128 m en el primer nivel hasta 0.1707 m en el último nivel y los desplazamientos del modelo N°1 varían entre 0.0116 m hasta 0.1383 m en ultimo nivel, así lo detalla la figura N° 90. Hay una diferencia de desplazamientos por

cada nivel que están en un rango de 6.04% en el piso 3 hasta un 18.89% en el último piso, así se detalla en la tabla N° 108. Se verifica que el modelo N°2 a pesar de ser más rígido que el modelo N°1, no logra tener desplazamientos menores o iguales que el modelo N°1

**Tabla 109.** Comparación de Distorsiones en Dirección X-X del Modelo N°2 y Modelo N°1 Sismo Lima 1974 –Caso 1

Nivel	Distorsiones Con Muros de Corte Sismo Lima 1974- Caso 1	Distorsiones Aporticado Con Disipadores Sismo Lima 1974 -Caso 1	Reducción en porcentaje (%)
9	0.00538	0.00287	46.65 %
8	0.00588	0.00379	35.54 %
7	0.00623	0.00464	25.52 %
6	0.00655	0.00525	19.85 %
5	0.00665	0.00567	14.74 %
4	0.00662	0.00593	10.42 %
3	0.00629	0.00597	5.09 %
2	0.00574	0.00546	4.88 %
1	0.00355	0.00323	9.01 %

Fuente: Datos Obtenidos del Programa Etabs/Análisis Tiempo Historia

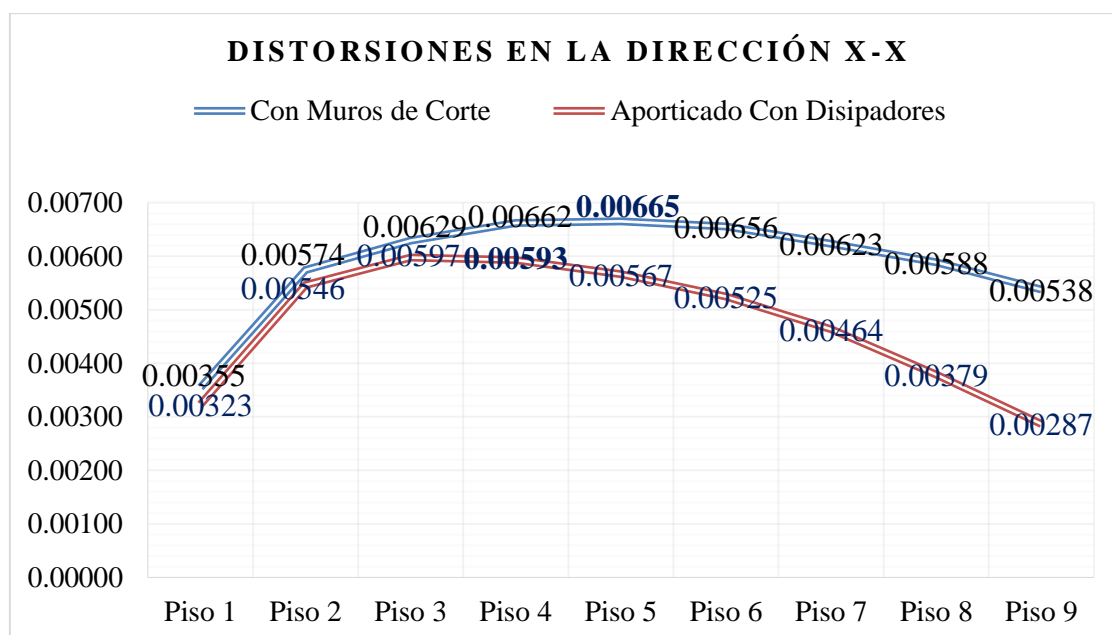


Figura 91. Distorsiones del Modelo N° 2 y Modelo N°1 en Dirección X-X

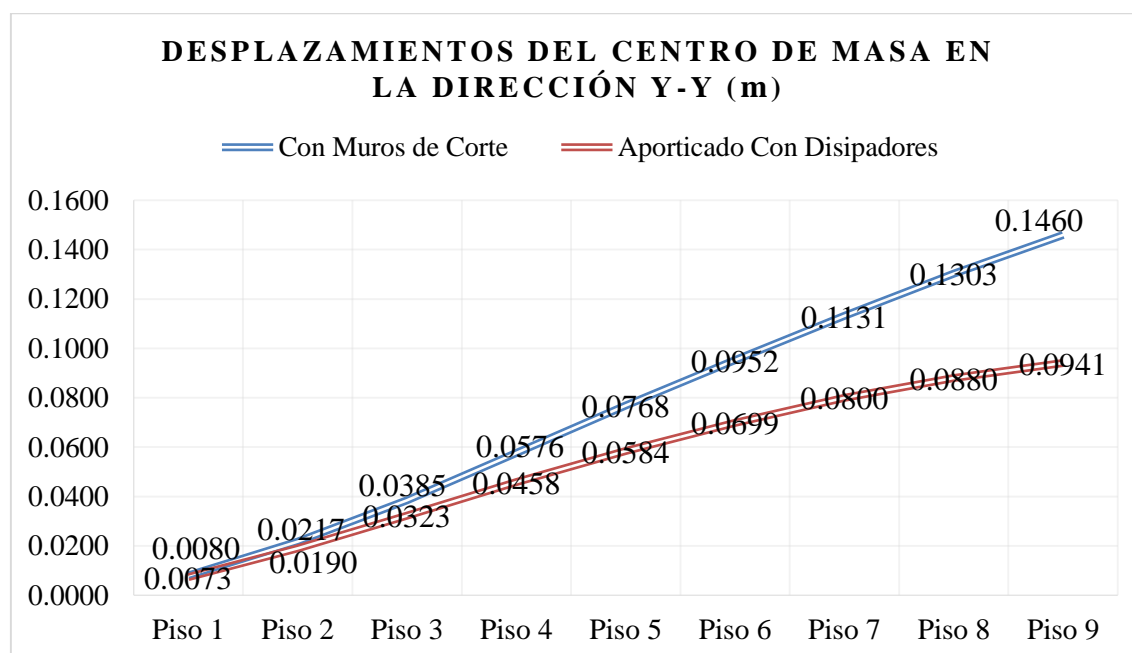
**Interpretación:** Las distorsiones máximas obtenidas del análisis con el sismo de diseño Lima 1974/caso 1, en la dirección X-X del modelo N°2 (con Muros de Corte), se da en el piso 5, con una distorsión máxima de 0.00665 tal como se detalla en la figura N° 91, las distorsiones obtenidas para este modelo N°2 son mayores al modelo N°1 (aporticado con

disipadores), habiendo una diferencia máxima de un 46.65%, así se indica en la tabla N° 109. La estructuración con muros de Corte a pesar de ser más rígido, no es suficiente para alcanzar las distorsiones que se obtienen con el Modelo N°1 acoplados con disipadores.

**Tabla 110.** Comparación de Desplazamientos en la Dirección Y-Y del Modelo N° 2 y Modelo N°1– Sismo Lima 1974-Caso 1

Nivel	Desplazamientos CM (m) Con Muros de Corte Sismo Lima 1974 - Caso 1	Desplazamientos CM (m) Aporticado con Disipadores Sismo Lima 1974 – Caso 1	Reducción en Porcentaje (%)
9	0.1460	0.0941	35.55 %
8	0.1303	0.0880	32.46 %
7	0.1131	0.0800	29.27 %
6	0.0952	0.0699	26.58 %
5	0.0768	0.0584	23.96 %
4	0.0576	0.0458	20.49 %
3	0.0385	0.0323	16.10 %
2	0.0217	0.0190	12.44 %
1	0.0080	0.0073	8.75 %

Fuente: Datos Obtenidos del Programa Etabs



*Figura 92.* Desplazamiento del Centro de Masa del Modelo N°2 y del Modelo N°1 en la Dirección Y-Y

**Interpretación:** Los desplazamientos del centro de masa en la dirección Y-Y del Modelo N°2 (con Muros de corte), están en un rango de 0.0080 m en el primer nivel hasta 0.1460 m en el último nivel y los desplazamientos del modelo N°1 en esta dirección Y-Y varían entre 0.0073 m hasta 0.0941 m en ultimo nivel, así se indica en la figura N° 92. Hay una diferencia

de desplazamientos entre los 2 modelos en cada nivel, que están en un rango de 8.75% en el piso 1 hasta un 35.55% en el piso 9, así se detalla en la tabla N° 110. Se verifica que el modelo N°2 a pesar de ser más rígido que el modelo N°1, no se logra tener desplazamientos menores o iguales que el modelo N°1

**Tabla 111.** Comparación de Distorsiones en Dirección Y-Y del Modelo N°2 y Modelo N°1 Sismo Lima 1974 – Caso 1

Nivel	Distorsiones Con Muros de Corte Sismo Lima 1974 – Caso 1	Distorsiones Aporticado Con Disipadores Sismo Lima 1974 – Caso 1	Reducción en Porcentaje (%)
9	0.00491	0.00190	61.23 %
8	0.00536	0.00250	53.45 %
7	0.00562	0.00315	44.04 %
6	0.00574	0.00361	37.12 %
5	0.00610	0.00392	35.79 %
4	0.00595	0.00422	29.14 %
3	0.00526	0.00418	20.67 %
2	0.00428	0.00365	14.68 %
1	0.00222	0.00202	8.85 %

Fuente: Datos Obtenidos del Programa Etabs

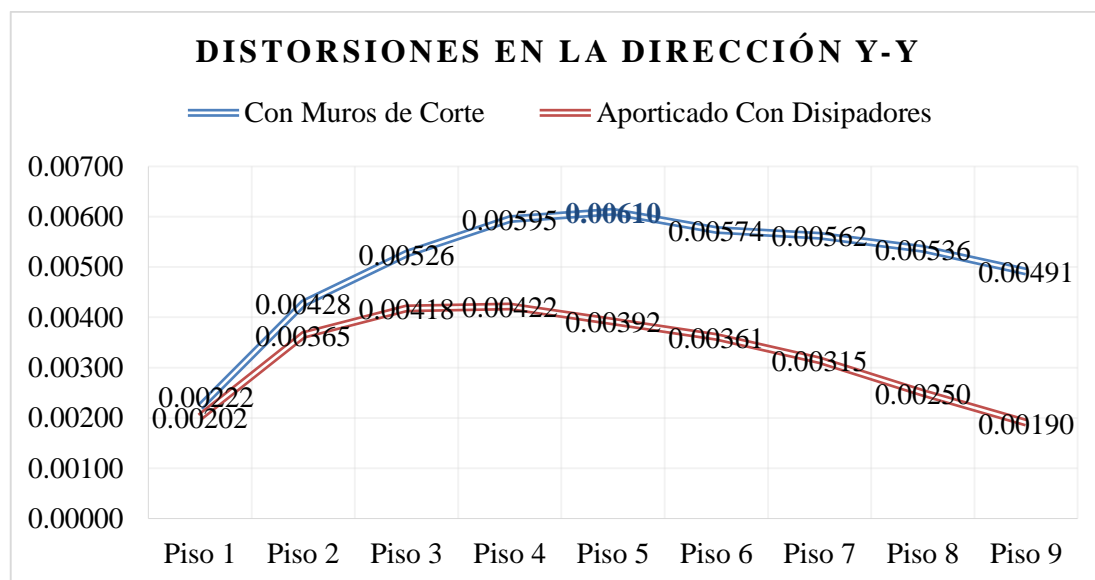


Figura 93. Distorsiones del Modelo N° 2 y Modelo N°1 con Disipadores en Y-Y

**Interpretación:** Las distorsiones máximas obtenidas del análisis con el sismo de diseño Lima 1974/caso 1, en la dirección Y-Y del modelo N°2 (con Muros de Corte), se da en el piso 5, con una distorsión máxima de 0.00610, así se indica en la figura N° 93, las

distorsiones obtenidas para este modelo N°2 son mayores al modelo N°1 (aporticado con disipadores), habiendo una diferencia máxima de un 61.23% en ultimo nivel, así lo indica la tabla N° 111. La estructuración con muros de Corte en esta dirección, a pesar de ser más rígido, no es suficiente para alcanzar las distorsiones que obtienen con del Modelo N°1.

## **Contrastación de Hipótesis**

### **Hipótesis General**

Cuál es el Comportamiento sísmico de un Sistema Aporticado con Disipadores de Fluido Viscoso y un Sistema de Muros de corte, edificación de Oficinas-Prime. El acoplamiento de disipadores de energía de fluido viscos mejora el comportamiento sísmico, esto debido a que estos dispositivos reducen los daños en los elementos estructurales del modelo N°1 (sistema aporticado), y esto lo logra aumentando su amortiguamiento de la estructura. En los trabajos de investigación tomados como antecedentes el objetivo general es disminuir el desplazamiento de entre piso, ya que, esto logra reducir los daños estructurales, y en la presente tesis se obtuvieron diferencia de desplazamientos de hasta un 35.55%, así se indica en la tabla N° 110.

Por motivo se valida la hipótesis general, El Sistema Aporticado con Disipadores de Fluido Viscoso presenta un mejor comportamiento sísmico que un sistema de muros de corte para la edificación de Oficinas-Prime.

### **Hipótesis Específico 1**

Qué variables hay que considerar para obtener un diseño sismo resistente para un sistema Aporticado con disipadores de fluido viscoso de la Edificación Prime, en la presente tesis, se obtuvo como distorsión máxima con  $R=1$  en el modelo N°1(aporticado sin disipadores), 0.00777, así se indica en la tabla N°99, debido a esto es que se logra obtener una amortiguamiento viscoso de 26.1%, así se indica en la tabla N°100, debido a estos resultados hacen que el sistema aporticado tenga un diseño sismo resistente. En la tesis de Díaz la Rosa, se obtuvo que la distorsión máxima fue de 0.00954 y un amortiguamiento viscoso de 10.34%, dando viabilidad el acoplamiento de disipadores a su estructura propuesta.

Por tal motivo se acepta la hipótesis específica 1, La rigidez y el amortiguamiento, son las variables que hay que considerar, para lograr obtener un diseño sismo resistente de un sistema aporticado con disipadores de energía de fluido viscoso de la edificación Prime

### **Hipótesis Específico 2**

Qué porcentaje de energía absorbe los disipadores de Fluido Viscoso en el sistema Aporticado de la Edificación- Prime, en la presente tesis los disipadores de Fluido Viscoso absorben entre un 55%-70% de energía en el Sistema Aporticado de la Edificación Prime, el acoplamiento de disipadores de energía de fluido viscoso a sistema aporticado, estas absorben 64.52%% de la energía de entrada producida por un sismo severo, así lo indica la tabla N° 103, esto trae que los daños post sismo sea mínimo, en la tesis de Saldaña, los dispositivos de energía de fluido viscoso, absorben un 84.05% de la energía total del sismo.

Por tal motivo se acepta la hipótesis específica 2, Los disipadores de Fluido Viscoso absorben entre un 55%-70% de energía en el Sistema Aporticado de la Edificación Prime

### **Hipótesis Específico 3**

Cómo son los desplazamientos y distorsiones de un Sistema Aporticado con Disipadores de Fluido Viscoso y un Sistema de Muros de Corte en la edificación Prime, es otro objetivo importante, ya que se logra determinar qué sistemas estructurales logran tener menores desplazamientos y distorsiones, para un sismo severo, se logró tener hay una variación de desplazamientos de hasta un 35.55% menos, así se indica en la tabla N° 110, y una variación de distorsiones de hasta un 61.23% menos, así se indica en la tabla N°111.en la tesis de Corpus y Morales, se obtuvieron como nuevos desplazamientos 0.141m y distorsiones de 0.0041.

Por tal motivo se acepta la hipótesis específica 3, Los desplazamientos y distorsiones, de un sistema Aporticado con Disipadores de fluido viscoso son menores al de un Sistema de Muros de Corte en la Edificación Prime.



## **IV. DISCUSIÓN**

- En la tesis de Díaz la Rosa, M (2014). Evaluación del proyecto estructural y optimización del diseño con disipadores de energía viscosos Taylor para una edificación esencial de 6 pisos. Lima, se obtuvo como resultados, la distorsión máxima obtenidas con  $R=1$  es de 0.00924 en la dirección Y-Y, y el amortiguamiento viscoso ( $B_H$ ) requerido es de 10.37%, esto para lograr alcanzar la distorsión 0.007 permitida por la Norma E030. En la presente investigación se obtuvo como resultado en el modelo N°1 (aportado sin disipadores) que la distorsión máxima con  $R=1$ , es de 0.00777, así se detalla en la tabla N° 99, esta distorsión no se aleja demasiado a los 0.007, y además el amortiguamiento viscoso máximo ( $B_H$ ) requerido es de un 26.1%, así lo detalla la tabla N° 100. Esta diferencia de distorsiones, se debe a que la estructura propuesta por Díaz la Rosa, a pesar de tener placas en ambas direcciones, tiene un perfil de suelo S3 (suelo blando), amplificando así su espectro de respuesta, y esta manera las distorsiones son mayores a las distorsiones obtenidas en modelo aportado de la presente investigación, y la diferencia de amortiguamiento viscoso ( $B_H$ ) requerido en ambas estructuras, se debe a que la distorsión que se quiso alcanzar en el aportado es más exigente ya que se propuso tener una distorsión objetiva de 0.0043, a diferencia de la distorsión 0.007 que quiso alcanzar Díaz la Rosa.
- En la tesis de Chávez, J (2016). Diseño y efectos de interacción sísmica suelo – estructura con disipadores de energía viscosos – Taylor, en un edificio aportado de 5 niveles en la urbanización Buenos Aires, distrito de Nuevo Chimbote – 2016. Lima, se obtuvieron como resultados que las curvas histeréticas indicaban que cada disipador están aportado amortiguamiento a la estructura y que las fuerzas en los disipadores estaban en un rango de 35.8 kips hasta un 95.15 kips. En la presente investigación, se revisó que cada disipador está aportando amortiguamiento a la estructura, esta verificación se detalla a través de las figuras N° 69-84, en donde se aprecia que existe una curva elíptica por cada disipador, esta forma geométrica describe el buen desempeño de los disipadores, también se debe revisar las fuerzas máximas en cada disipador, en nuestro modelo N°1 (aportado reforzado con disipadores) se obtuvieron fuerzas máximas que varían entre 22.317 kips hasta un 85.242 kips, así se detalla en la tabla N° 101, estas fuerzas en los disipadores contrarrestan a las fuerzas producidas por el sismo. Se observó que las curvas histeréticas de los disipadores de la estructura propuesta por Chávez, tienen un comportamiento histeréticos óptimo igual sucede a que con las curvas histeréticas de los disipadores

acoplados al sistema aporticado, esta similitud se debe a que existió una excelente interacción para el acoplamiento de los disipadores en las estructuras planteadas, también se observó que las fuerzas en los disipadores son bastantes similares, esto se debe a que el coeficiente ( $\alpha$ ) usado es 0.5, coeficiente que le da un comportamiento no lineal a los disipadores, además hace que los disipadores sean más eficientes a diferencia con los disipadores con  $\alpha=1$ .

- En la tesis de Saldaña, T (2017). Propuesta de reforzamiento de la estructura del pabellón de emergencia con disipadores de fluido viscoso del hospital Sergio Bernales, Comas-2017. Se obtuvo que los disipadores absorbieron un 84.05% de la energía total del sismo, ocasionando que la edificación tenga un mejor comportamiento sísmico. En la presente investigación, se obtuvo que los disipadores de fluido viscosos acoplados al sistema aporticado absorben un 64.52% de la energía de entrada del sismo, dejando que la estructura solo absorba una 35.48%. así se detalla en la tabla N° 103 y figura N° 85. Esta diferencia de energía absorbida, se debe a que la estructura reforzada de Saldaña, se analizó con el sismo del año 1970 a diferencia del sistema aporticado se usó para el análisis el sismo del año 1974, otro motivo podría ser a que el sistema aporticado tenga una mejor ductilidad, provocando que la estructura tome una mayor cantidad de energía y la disipa a través deformaciones plásticas.
- En la tesis de Díaz la Rosa, M (2014). Evaluación del proyecto estructural y optimización del diseño con disipadores de energía viscosos Taylor para una edificación esencial de 6 pisos. Lima. Se obtuvieron como resultados reducciones de desplazamientos hasta un 46.1%% y las distorsiones se redujeron hasta un 51.09%. En la presente tesis de mi autoría, se obtuvo reducción de desplazamientos en el modelo aporticado, hasta en un 48.59%, y las distorsiones se redujeron hasta en un 48.89%, así se indica en la tabla N° 106 y tabla N° 107. Existe similitud de reducción de desplazamientos y distorsiones, se debe a que efectivamente las estructuras reforzadas con disipadores de fluido viscosos, aumentan el amortiguamiento a la estructura, permitiendo así que el edificio pueda sentir menor el impacto de la fuerza originada por el sismo, traduciéndose esto en reducción de desplazamientos y distorsiones, reduciéndose así los daños cuando la estructura incurriere en el rango inelástico, quedando así operativa después de la ocurrencia de un sismo severo.

- En la tesis de Corpus, J y Morales, E (2015). Análisis sísmico comparativo entre un sistema dual y el sistema de reforzamiento con disipadores de fluido viscoso para un edificio en el distrito de Víctor Larco Herrera aplicando ETABS 2013. Lima, se obtuvieron en el análisis a las estructuras con placas, desplazamientos de hasta un 0.141 m y distorsiones de hasta un 0.0041. En la presente investigación, la estructuración del Modelo N°2 (reforzada con Muros de corte), se obtuvieron como desplazamiento máximo de 0.171 m y una distorsión máxima de 0.00665, así se indica en la tabla N°97. Esta diferencia de desplazamientos y distorsiones, se debe a que la estructura propuesta por Corpus y Morales, son de 7 niveles, en comparación con los 9 pisos que tiene el modelo N°2 (reforzado con muros de corte), se sabe que a más pisos tenga la estructura esta sufre mayores desplazamientos , dándose el mayor desplazamiento en el último piso; esta diferencia de desplazamientos también se debe a que no se ha querido rigidizar demasiado el modelo N°2 (reforzado con muros de corte), con el objetivo de que esta no presente una falla frágil ante la ocurrencia de un sismo severo.

## **V. CONCLUSIONES**

- Se determinó, que un sistema aporticado con disipadores de fluido viscoso, tiene un mejor comportamiento sísmico en comparación con un Sistema reforzado con muros de corte, esto debido a que hay una diferencia de desplazamientos hasta en un 35.55% y la diferencia de distorsiones es hasta en un 61.23%, así se indica en la tabla N°110 y tabla N° 111.
  
- Se determinó, que las variables a considerar para lograr tener un diseño sismo resistente para un sistema aporticado con disipadores de fluido viscosos, son las distorsiones obtenidas con  $R=1$ , en donde se puede dar viabilidad a la estructura para el acoplamiento de disipadores, donde la distorsión máxima obtenida fue de 0.00777 superando a los 0.007 distorsión máxima permitida por la norma E0.30 en un 11.0%., así se indica en la tabla N° 99. otra variable a considerar para lograr un diseño sismo resistente, es la obtención del amortiguamiento viscoso ( $B_H$ ) requerido , el cual se obtuvo un 26.1%, así se indica en la tabla N° 100, las otras variable es considerar en la revisión curvas histereticas y las fuerzas en los disipadores, ya que estos miden el buen desempeño de los disipadores, así se indica en la figuras N°69-84 y en la tabla N° 101.
  
- Se determinó, que los disipadores de energía de fluido viscosos acoplados al sistema aporticado, absorben un 64.52% de la energía de entrada originada por sismo severo, así se indica en la tabla N°103 y figura N°85, esto causa que los daños inelásticos post sismo sean mínimos.
  
- Se determinó, que los desplazamientos y distorsiones antes y después de acoplar los disipadores al sistema aporticado, estas se redujeron hasta en un 48.59% en desplazamientos y un 48.89% en distorsiones, así se indica en las tablas N°106 y tabla N°107, también se determinó, que el desplazamiento máximo obtenido en el reforzamiento con Muros de corte es de 0.1707 m, y una distorsión máxima de 0.00665, así se indica en la tabla N°97, estos datos son superiores a lo obtenido en el aporticado con disipadores, pero cabe mencionar que esta distorsión está por debajo de 0.007 de la Norma E.030.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Para emplear la metodología de Visión 2000 (diseño por desempeño), se debe cumplir con los requisitos mínimos propuestos por el ASCE, los cuales ayudan a optimizar el proceso de estimación del valor del coeficiente de amortiguamiento “C”, para que el cálculo de este coeficiente sea más preciso, se debe buscar tener una estructuración regular.
- Se recomienda utilizar como mínimo 3 registros sísmicos como se indica en la Norma E.030, y estos deben ser proporcionados por el Sistema Nacional de Datos Geofísicos del Instituto Geofísico del Perú, y que además estos registros deben ser filtrados o depurados, ya que se debe trabajar con datos confiables para tener resultados más precisos.
- Se recomienda para poder lograr representar un sismo severo, se debe amplificar los registros sísmicos con la máxima aceleración del suelo peruano  $Z=0.45g$  de modo que se puedan así apreciar las ventajas de acoplar de los disipadores de energía de fluido viscosos.
- Se recomienda acoplar los disipadores de fluido viscoso en edificaciones que no sean demasiadas flexibles, que su distorsión máxima con  $R=1$  no supere los 0.0094, para poder lograr así alcanzar la distorsión requerida para un nivel de desempeño operacional, si la distorsión máxima fuera mayor 0.01, probablemente no se logre alcanzar la distorsión 0.0043 para que la estructura quede totalmente operativa después de la ocurrencia de sismo severo.



## REFERENCIAS

ANDRADE, Cascante y LÓPEZ, Almansa. Control predictivo en sistemas de protección sísmica de estructuras, 143 pp., ISBN 84-87867-37-5, 1993.

AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS (ASCE). ASCE 7-10: Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures. EEUU, 2010.

ARIAS, Fidias. El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica. 5ta. ed. Caracas: Episteme, 2006. 149 pp.  
ISBN: 9800785299.

BEHAR, D. (2008). Metodología de la investigación. Editorial Shalom 2008.  
ISBN 978-959-212-783-7.

CAMPBELL, K y BORZOGNIA, Y. NGA-West2 Ground Motion Model for the Average Horizontal Components of PGA, PGV, and 5% damped linear acceleration response spectra, Earthquake Spectra, 30 (3), 1087-1115, 2014.

CANO, Enert y ZUMAETA, Himler (2012). Diseño estructural de una edificación con disipadores de energía y análisis comparativo sísmico entre el edificio convencional y el edificio con disipadores de energía para un sismo severo (tesis de grado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.

CARREÑO, Martha, CARDONA, Omar y BARBAT, Horia. Metodología para la evaluación del desempeño de la gestión del riego, ISBN: 84-95999-66-8, 2004.

CHÁVEZ, Jean (2016). Análisis, diseño y efectos de interacción sísmica suelo – estructura con disipadores de energía viscosos – Taylor, en un edificio aporricado de 5 niveles en la urbanización Buenos Aires, distrito de Nuevo Chimbote - 2016 (tesis de grado). Universidad César Vallejo, Nuevo Chimbote, Perú.

CORPUS, Jorge y MORALES Edwin (2015). Análisis sísmico comparativo entre un sistema dual y el sistema de reforzamiento con disipadores de fluido viscoso para un edificio en el distrito de Víctor Larco Herrera aplicando ETABS 2013. (tesis de grado) Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.

CONTRERAS, Juan y Morales, Luisa (2012). Protección de una Edificación existente con Disipadores de Energía. (Tesis de pregrado en Ingeniería Civil). Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú.

DIAZ, Fernando, ESPINOZA, Fortunato, SÁNCHEZ, Raúl y HUERTA, Carlos. Respuesta dinámica de un edificio considerando el efecto de interacción suelo estructura, ISBN: 978-84-939640-1-6, 2012

DIAZ LA ROSA, Marco (2014). Evaluación del proyecto estructural y optimización del diseño con disipadores de energía viscosos Taylor para una edificación esencial de 6 pisos (tesis de grado). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.

DOUGKA, Georgia, DIMAKOGIANNI, Danai, and VAYAS, Ioannis. (2014). “Seismic behavior of frames with innovative energy dissipation systems” *Revista. Korea south Earthquakes and Structures*, 6(5), 561–580. <https://doi.org/10.12989/EAS.2014.6.5.561>

FARFÁN Diego y RINCÓN, Mario (2016). Modelo didáctico de una estructura utilizando disipadores de energía de fluido viscoso Trabajo de Grado. Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Civil. Bogotá, Colombia

FEMA 450 (2006). “NEHRP Recommended Provisions for Seismic Regulations for New Buildings and Other Structures”, FEMA Publication 450, Federal Emergency Management Agency, Washington, D. C.

FUENTES, Juan (2015). Análisis sísmico de una edificación con disipadores de fluido viscoso (tesis de grado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.

GÓMEZ, Daniel; MARULANDA, Johannio Y THOMSON, Peter. Sistemas de control para la protección de estructuras civiles sometidas a cargas Dinámicas. EN: *Revista DYNA*. Agosto – diciembre, 2008. vol. 75, no. 155.

GUEVARA, Diego y TORRES, Percy (2012). Diseño de un edificio aporticado con amortiguadores de fluido - viscoso en disposición diagonal (tesis de grado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.

JARA, Manuel y CASAS, Joan. Criterio de diseño de puentes con aisladores y disipadores de energía, M. Jara, J. R. Casas, ISBN: 84-955999-02-1, 115pp., 2002

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María del Pilar. Metodología de la Investigación. 5ta. Ed. México D. F: McGRAW-HILL. 2010. 600 pp. ISBN: 9781456223960

HURTADO, Juan. Stochastic dynamics of hysteretic structures, ISBN: 84-89925-09-7, 205pp, 1998

HWANG, Jenn-Shin. Seismic Design of Structures with Viscous Dampers. Taiwan, China, 2002.

M.D. Symans et al. *Energy Dissipation Systems for Seismic Applications: Current Practice and Recent Developments*. EEUU, 2008.

MOUSTAFA, Ayman and ELGAWADY, Mohamed (2016). "Damage-Resistant Segmental Double-Skin Bridge Column with Replaceable Energy Dissipaters". *Revisit International, Proceedings of the 6th International Conference on Structural Engineering, Mechanics and Computation.Cape*. South Africa, pp. 370-375.

MOUSTAFA, Ayman and ELGAWADY, Mohamed (2017). "Seismic Behavior of a Damage-Resistant Segmental Bridge Column with External Energy Dissipaters". *Revisit International, Proceedings of the 6th International Conference on Structural Engineering, Mechanics and Computation.Cape*. South Africa, pag.13.

OVIEDO, Juan y DUQUE, María del Pilar. Situación de las técnicas de control de respuesta sísmica en Colombia. En: *Revista Escuela de Ingenieros de Antioquia*. Noviembre – diciembre, 2009. no. 12.

PARDO, Juan (2007). Control de la respuesta dinámica de estructuras mediante el uso de disipadores de energía de fluido viscoso del tipo lineal. Tesis (Ingeniero Civil). Chile: Universidad Austral de Chile, Facultad de ciencias de la ingeniería.

PERAZZO, Robert LÓPEZ Almansa. Crisafulli, Theoretical and experimental analysis of dissipative buckling restrained braces, ISBN: 978-84-96736-98-6, 2011

PIMIENTO, Juan, SALAS, Andrés y RUIZ. Daniel. Desempeño sísmico de un pórtico con disipadores de energía pasivos de placas ranuradas de acero. *Revista ingeniería de construcción*, 2014, vol. 29, no 3, p. 283-298.

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (2016), Norma Técnica E.030 “Diseño Sismo resistente”

SEAOC. Seismic Design Recommendations. Seismology Committee Structural Engineers Association of California, 2008. California. 296 pp.

SOONG, T y CONSTANTINOU, Michael. Passive and active structural vibration control in civil engineering. New York, EEUU, 1994.

STARK, Ervin (2009) Método simplificado para el análisis y rehabilitación de edificios utilizando disipadores de energía viscosos. Tesis (Magíster En Estructuras). México: Universidad nacional autónoma de México, Instituto de ingeniería.

STUARDI, José, MASSA, Julio, y GIRÓ, Juan. Eficiencia de disipadores sísmicos de pared basados en amortiguadores viscosos - viscous wall damper. Asociación argentina de mecánica computacional. Argentina, 2012.

TAMAYO, Mario. El proceso de la investigación científica. 4ta. Ed. México DF: Limusa, 2004. 431 pp.

ISBN: 9681858727

TENA-Colunga, A. y H. J. Nangullasmú-Hernández (2015), “Assessment of seismic design parameters of moment resisting RC braced frames with metallic fuses”, *Engineering Structures*, Vol. 95, pp. 138-153, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.engstruct.2015.03.062>.

TENA A, NANGULLASMÚ H, (2013) “Diseño sísmico de marcos no dúctiles de concreto reforzado con disipadores de energía hysteréticos: Definición de parámetros de diseño”. *Revista Internacional de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil*, 13 (2), 275-299.

TENA, A. (2000), Modelado analítico de edificios con disipadores de energía”, *Revista de Ingeniería Sísmica, SMIS*, No. 62, pp. 29-62, enero-junio.

VALDEBENITO, George y APARICIO, Arturo. Seismic protection of cable-stayed bridges applying fluid viscous dampers, ISBN:978-84-96736-84-9, 2010

VALDERRAMA, S. (2013). Pasos para elaborar proyectos de investigación. Lima, Perú.

VIELMA, Juan, BARBAT, Horia. Proyecto sismo resistente de estructuras porticadas, ISBN: 978-84-95999-60-3, 2011.

VILLAREAL, Genner y OVIEDO, Ricardo (2009). Edificaciones con disipadores de energía. Recuperado de <https://civilgeeks.com/2011/04/04/libro-de-edificaciones-con-disipadores-de-energia-dr-genner-villarreal>.

**ANEXO N° 1**  
**1.MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**TÍTULO:** “COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE UN SISTEMA APORTICADO CON DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO Y SISTEMA DE MUROS DE CORTE, EDIFICACION DE OFICINAS-PRIME, LOS OLIVOS 2019”

FORMULACIÓN- PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES / INDICADORES /INSTRUMENTOS/MEDOLOGIA			
				DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	METODOLOGIA
GENERAL	GENERAL	GENERAL	V. Independiente				
¿Cuál es el Comportamiento sísmico de un Sistema Aporticado con Disipadores de Fluido Viscoso y un Sistema de Muros de corte, edificación de Oficinas-Prime, los Olivos 2019?	Determinar el Comportamiento sísmico de un Sistema Aporticado con Disipadores de Fluido Viscoso y un Sistema de Muros de corte, edificación de Oficinas-Prime, los Olivos 2019	El Sistema Aporticado con Disipadores de Fluido Viscoso presenta un mejor comportamiento sísmico que un sistema de muros de corte para la edificación de Oficinas-Prime, los Olivos 2019	Sistema Aporticado con disipadores de fluido viscoso y Sistema de Muros de Corte	Estructura Aporticado con disipadores	-Amortiguamiento -Desempeño de los disipadores -Balance energético -Desplazamientos del modelo N° 1	Ficha de Datos	<b>Tipo de investigación</b> Tipo Aplicada.  <b>Nivel de Investigación</b> Descriptivo  <b>Diseño de investigación</b> La presente investigación tiene un diseño de tipo cuasi experimental ya que se manipulara la variable independiente para evaluar el efecto sobre las variables dependientes.
				Estructura con Muros de corte	-Desplazamientos del Modelo N° 2 -Balance Energético		
ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	V. Dependiente				
¿Qué variables hay que considerar para obtener un diseño sismo resistente para un sistema Aporticado con disipadores de fluido viscoso de la Edificación Prime?	Determinar las variables que hay considerar para obtener un diseño sismo resistente para un sistema Aporticado con disipadores de fluido viscoso de la Edificación Prime	La rigidez y el amortiguamiento, son variables que hay que considerar, para lograr obtener un diseño sismo resistente de un sistema aporticado con disipadores de energía de fluido viscoso de la edificación Prime	Comportamiento sísmico	Rigidez y amortiguamiento	-Distorsiones con R=1 -Amortiguamiento Viscoso	Ficha de datos	<b>Enfoque de investigación</b> Cuantitativa.
				Desempeño de los disipadores	-Curvas histereticas de los disipadores -Fuerzas en los disipadores		
¿Qué porcentaje de energía absorbe los disipadores de Fluido Viscoso en el sistema Aporticado de la Edificación- Prime?	Determinar el porcentaje de energía que absorbe los disipadores de Fluido Viscoso en el sistema Aporticado de la Edificación- Prime.	Los disipadores de Fluido Viscoso absorben entre un 55%-70% de energía en el Sistema Aporticado de la Edificación Prime	Comportamiento sísmico	Balance Energético	-Energía de total de entrada -Energía que Absorbe la estructura -Energía que absorbe los Disipadores	Ficha de datos	<b>Alcance temporal</b> Transversal  <b>Muestra</b> Modelo N°1 Modelo N°2
¿Cómo son los desplazamientos y distorsiones de un Sistema Aporticado con Disipadores de Fluido Viscoso y un Sistema de Muros de Corte en la edificación Prime?	Determinar los desplazamientos y distorsiones de un Sistema Aporticado con disipadores de fluido viscoso y un Sistema de Muros de Corte en la Edificación Prime	Los desplazamientos y distorsiones, de un sistema Aporticado con Disipadores de fluido viscoso son menores al de un Sistema de Muros de Corte en la Edificación Prime.	Comportamiento sísmico	Desplazamientos del Modelo N°1	-Desplazamientos del centro de masa - -Distorsiones inelásticas de entrepiso	Ficha de datos	<b>Muestreo</b> No Probabilístico  <b>Técnica</b> Observación Indirecta  <b>Instrumento</b> Una ficha de recolección de datos
				Desplazamientos del Modelo N°2	-Desplazamientos del centro de masa -Distorsiones Inelásticas de entrepiso		

## ANEXO N° 2

### 2. Fichas de Datos

#### 2.1 Ficha General del Proyecto

1. FICHA GENERAL			
<b>PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:</b>			
COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE UN SISTEMA APORTICADO CON DISIPADORES DE FLUIDO VISCOZO Y SISTEMA DE MUROS DE CORTE, EDIFICACIÓN DE OFICINAS-PRIME, OLIVOS-2019			
<b>AUTOR</b>		CUARESMA SOTELO JORGE ALONSO	
<b>FECHA</b>			
1.1 INFORMACIÓN DEL PROYECTO			
<b>DISTRITO</b>		LOS OLIVOS	
<b>DEPARTAMENTO</b>		LIMA	
<b>PROVINCIA</b>		LIMA	
<b>DIRECCIÓN</b>			
<b>MAPA DE UBICACIÓN</b>			
<b>MEDICIÓN EN X</b>		<b>PERÍMETRO</b>	
<b>MEDICIÓN EN Y</b>		<b>ÁREA</b>	

## 2.2 Ficha de Datos del Análisis Estático o de Masas Equivalentes

ANÁLISIS SÍSMICO																																
ANÁLISIS ESTÁTICO O DE MASA EQUIVALENTE																																
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO (Fc)																																
ESFUERZO A LA FLUENCIA DEL ACERO (Fy)																																
PESO DE LA ESTRUCTURA																																
FACTOR DE ZONA (Z)																																
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Tabla N° 1 FACTORES DE ZONA "Z"</th> </tr> <tr> <th>ZONA</th> <th>Z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4</td> <td>0,45</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0,35</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0,25</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0,10</td> </tr> </tbody> </table>			Tabla N° 1 FACTORES DE ZONA "Z"		ZONA	Z	4	0,45	3	0,35	2	0,25	1	0,10																		
Tabla N° 1 FACTORES DE ZONA "Z"																																
ZONA	Z																															
4	0,45																															
3	0,35																															
2	0,25																															
1	0,10																															
FACTOR DE USO																																
FACTOR DE REDUCCIÓN																																
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Tabla N° 7 SISTEMAS ESTRUCTURALES</th> </tr> <tr> <th>Sistema Estructural</th> <th>Coficiente Básico de Reducción R<sub>0</sub> (*)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Concreto Armado:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pórticos</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>Dual</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>De muros estructurales</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Muros de ductilidad limitada</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>			Tabla N° 7 SISTEMAS ESTRUCTURALES		Sistema Estructural	Coficiente Básico de Reducción R <sub>0</sub> (*)	Concreto Armado:		Pórticos	8	Dual	7	De muros estructurales	6	Muros de ductilidad limitada	4																
Tabla N° 7 SISTEMAS ESTRUCTURALES																																
Sistema Estructural	Coficiente Básico de Reducción R <sub>0</sub> (*)																															
Concreto Armado:																																
Pórticos	8																															
Dual	7																															
De muros estructurales	6																															
Muros de ductilidad limitada	4																															
IRREGULARIDAD EN PLANTA ( Ip)		FÓRMULA																														
IRREGULARIDAD EN ALTURA (Ia)		$R = R_0 * Ia * Ip$																														
PERFIL DE SUELO (S)																																
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="5">Tabla N° 3 FACTOR DE SUELO "S"</th> </tr> <tr> <th>ZONA \ SUELO</th> <th>S<sub>0</sub></th> <th>S<sub>1</sub></th> <th>S<sub>2</sub></th> <th>S<sub>3</sub></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Z<sub>4</sub></td> <td>0,80</td> <td>1,00</td> <td>1,05</td> <td>1,10</td> </tr> <tr> <td>Z<sub>3</sub></td> <td>0,80</td> <td>1,00</td> <td>1,15</td> <td>1,20</td> </tr> <tr> <td>Z<sub>2</sub></td> <td>0,80</td> <td>1,00</td> <td>1,20</td> <td>1,40</td> </tr> <tr> <td>Z<sub>1</sub></td> <td>0,80</td> <td>1,00</td> <td>1,60</td> <td>2,00</td> </tr> </tbody> </table>			Tabla N° 3 FACTOR DE SUELO "S"					ZONA \ SUELO	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	0,80	1,00	1,05	1,10	Z <sub>3</sub>	0,80	1,00	1,15	1,20	Z <sub>2</sub>	0,80	1,00	1,20	1,40	Z <sub>1</sub>	0,80	1,00	1,60	2,00
Tabla N° 3 FACTOR DE SUELO "S"																																
ZONA \ SUELO	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>																												
Z <sub>4</sub>	0,80	1,00	1,05	1,10																												
Z <sub>3</sub>	0,80	1,00	1,15	1,20																												
Z <sub>2</sub>	0,80	1,00	1,20	1,40																												
Z <sub>1</sub>	0,80	1,00	1,60	2,00																												
PARÁMETROS DE SITIO																																
PERÍODO CORTO (Tp)		<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="5">Tabla N° 4 PERÍODOS "T<sub>p</sub>" Y "T<sub>L</sub>"</th> </tr> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="4">Perfil de suelo</th> </tr> <tr> <th>S<sub>0</sub></th> <th>S<sub>1</sub></th> <th>S<sub>2</sub></th> <th>S<sub>3</sub></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>T<sub>p</sub>(s)</td> <td>0,3</td> <td>0,4</td> <td>0,6</td> <td>1,0</td> </tr> <tr> <td>T<sub>L</sub>(s)</td> <td>3,0</td> <td>2,5</td> <td>2,0</td> <td>1,6</td> </tr> </tbody> </table>	Tabla N° 4 PERÍODOS "T <sub>p</sub> " Y "T <sub>L</sub> "						Perfil de suelo				S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	T <sub>p</sub> (s)	0,3	0,4	0,6	1,0	T <sub>L</sub> (s)	3,0	2,5	2,0	1,6						
Tabla N° 4 PERÍODOS "T <sub>p</sub> " Y "T <sub>L</sub> "																																
	Perfil de suelo																															
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>																												
T <sub>p</sub> (s)	0,3	0,4	0,6	1,0																												
T <sub>L</sub> (s)	3,0	2,5	2,0	1,6																												
PERÍODO LARGO (Tl)																																
FACTOR DE AMPLIFICACIÓN SÍSMICA (C)																																
PERIODO FUNDAMENTAL (T)																																
ALTURA TOTAL DE LA ESTRUCTURA (hn)																																
SISTEMA ESTRUCTURAL (CT)																																



### 2.3 Ficha de datos del Análisis Modal Espectral Con R=1

Parámetros	Direcciones X-Y
Z	
U	
S	
TP	
TL	
Rxx-Ryy	

DESPLAZAMIENTOS Y DISTORSIONES INELÁSTICAS POR PISOS EN X-X					
Pisos	Diafragma	Caso de Carga	UX (m)	Distorsión R=1	E.030 <0.007

DESPLAZAMIENTOS Y DISTORSIONES INELÁSTICAS POR PISOS EN Y-Y					
Pisos	Diafragma	Caso de Carga	UY (m)	Distorsión R=1	E.030 <0.007

## 2.4 Determinación del Sismo de Diseño

Nivel	Análisis Tiempo Historia Lineal en X-X					
	Sismo - Lima 1966		Sismo- Chimbote 1970		Sismo – Lima 1974	
	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2
9						
8						
7						
6						
5						
4						
3						
2						
1						

Nivel	Análisis Tiempo Historia Lineal en Y-Y					
	Sismo - Lima 1966		Sismo- Chimbote 1970		Sismo – Lima 1974	
	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2
9						
8						
7						
6						
5						
4						
3						
2						
1						

## ANEXO N° 3

### 3. Ficha N° 1

#### 3.1 Dimensión N° 1: Rigidez y Amortiguamiento

##### 3.1.1 Indicadores

- Distorsiones con R=1
- Amortiguamiento Viscoso

EDIFICACIÓN CON DISIPADORES DE ENERGÍA DE FLUIDO VISCOSO	
<b>COEFICIENTE DE AMORTIGUAMIENTO</b>	
NIVEL DE DESEMPEÑO	OPERACIONAL
DERIVA MÁXIMA	
DERIVA OBJETIVA	
FACTOR DE REDUCCIÓN DE RESPUESTA (B)	
AMORTIGUAMIENTO EFECTIVO (B <sub>eff</sub> )	
AMORTIGUAMIENTO VISCOSO (B <sub>H</sub> )	

Niveles	Masa (ton)
Nivel 9	
Nivel 8	
Nivel 7	
Nivel 6	
Nivel 5	
Nivel 4	
Nivel 3	
Nivel 2	
Nivel 1	

Nivel	$\phi_i$	$\phi_{i+1}$	$\phi_{ri}$
Base			
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9		-----	-----

PISO	AMPLITUD MODAL
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	

Piso	Masa (ton)	Cos $\Theta$	$\phi_i$	$\phi_{rj}$	$\cos\Theta^{(1+\alpha)} * \phi_{rj}^{(1+\alpha)}$	$m * \phi_i^2$
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
				$\Sigma$		

C=

## ANEXO N° 4

### 4. Ficha N° 2

#### 4. Dimensión N° 2: Desempeño de los Disipadores

##### 4.1 Indicadores:

- Curvas Histereticas
- Fuerzas en los Disipadores

Disipador	Fuerza (ton)	Fuerza (Kips)
K1		
K2		
K3		
K4		
K5		
K6		
K7		
K8		
K9		
K10		
K11		
K12		
K13		
K14		
K15		
K16		
K17		
K18		
K19		
K20		
K21		
K22		
K23		
K24		
K25		
K26		
K27		
K28		
K29		
K30		
K31		

## ANEXO N° 5

### 5. Ficha N° 3

#### 5.1 Dimensión N° 3: Balance Energético

##### 5.1.1 Indicadores

- Energía total de entrada
- Energía absorbida por la estructura
- Energía absorbida por los disipadores

ENERGIA ( T/m)		
Entrada	De la estructura	Disipadores
100%		

## ANEXO N° 6

### 6. Ficha N° 4

#### 6.1 Dimensión N° 4: Desplazamientos del Modelo N°1

##### 6.1.1 Indicadores

- Desplazamientos del centro de masa (Aporticado con Disipadores)
- Distorsiones de entrepiso (Aporticado con Disipadores)

Desplazamientos y distorsiones en x-x				
Nivel	Desplazamientos Centro Masa (m) U(X)	Distorsiones Aporticado con Disipadores	Distorsión permita según norma E030	Verificación de Distorsiones
9			0.007	
8			0.007	
7			0.007	
6			0.007	
5			0.007	
4			0.007	
3			0.007	
2			0.007	
1			0.007	

Desplazamientos y distorsiones en y-y				
Nivel	Desplazamientos Centro Masa (m) U(Y)	Distorsiones Aporticado con Disipadores	Distorsión permita según norma E030	Verificación de Distorsiones
9			0.007	
8			0.007	
7			0.007	
6			0.007	
5			0.007	
4			0.007	
3			0.007	
2			0.007	
1			0.007	

## ANEXO N° 7

### 7. Ficha N° 5

#### 7.1 Dimensión N°5: Desplazamientos del Modelo N° 2

##### 7.1.1 Indicadores

- Desplazamientos del centro de masa (Con muros de corte)
- Distorsiones de entrepiso (Con muros de corte)

Desplazamientos y distorsiones por pisos en x-x				
Pisos	Caso de Carga	Desplazamiento Centro Masa (m) U(X)	Distorsiones	E0.30 ( $\leq 0.007$ )
9				
8				
7				
6				
5				
4				
3				
2				
1				

Desplazamientos y distorsiones por pisos en y-y				
Pisos	Caso de Carga	Desplazamiento Centro Masa (m) U(Y)	Distorsiones	E0.30 ( $\leq 0.007$ )
9				
8				
7				
6				
5				
4				
3				
2				
1				



## ANEXO N° 8

### 8. Validación de Instrumentos de las 5 Dimensiones

#### Validación N° 01

Indicadores y criterios para la validación de la ficha de datos.

Ing. Especialista, le pido su colaboración en el siguiente cuestionario:


INDICADORES	CRITERIOS
Claridad	Formula con lenguaje apropiado y entendible
Objetividad	Esta expresada en la realidad
Organización	Existe una organización lógica
Intencionalidad	Los instrumentos son suficientes para medir los indicadores
Coherencia	Entre variables e indicadores
Metodología	Responde a propósito buscado

Califique usted de 0-20 lo que usted crea conveniente de acuerdo a su experiencia profesional.

**Donde:**

Regular	13
Buena	16
Muy buena	18
Excelente	20

INDICADORES	CALIFICACION
Claridad	18
Objetividad	18
Organización	18
Intencionalidad	18
coherencia	18
Metodología	18
<b>PROMEDIO</b>	18

Nombres y Apellidos	Santos Ricardo Padilla Pichef	 SANTOS RICARDO PADILLA PICHEF INGENIERO CIVIL CIP 51630
Grado Académico	MAESTRIA	
Especialidad	ING civic	
		Firma del experto N° CIP 51630

## ANEXO N° 9

### 9. Validación de Instrumentos de las 5 Dimensiones

#### Validación N° 02

Indicadores y criterios para la validación de la ficha de datos.

Ing. Especialista, le pido su colaboración en el siguiente cuestionario:

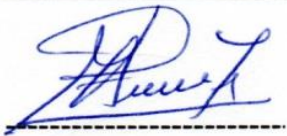
INDICADORES	CRITERIOS
Claridad	Formula con lenguaje apropiado y entendible
Objetividad	Esta expresada en la realidad
Organización	Existe una organización lógica
Intencionalidad	Los instrumentos son suficientes para medir los indicadores
Coherencia	Entre variables e indicadores
Metodología	Responde a propósito buscado

Califique usted de 0-20 lo que usted crea conveniente de acuerdo a su experiencia profesional.

**Donde:**

Regular	13
Buena	16
Muy buena	18
Excelente	20

INDICADORES	CALIFICACION
Claridad	18
Objetividad	18
Organización	18
Intencionalidad	18
coherencia	18
Metodología	18
<b>PROMEDIO</b>	18

Nombres y Apellidos	MARCO ANTONIO ZEÑA DOMAS	 Firma del experto N° CIP154203
Grado Académico	MAESTRO	
Especialidad	Estructuras	

## ANEXO N° 10

### 10. Validación de los Instrumentos de las 5 Dimensiones

#### Validación N° 03

Indicadores y criterios para la validación de la ficha de datos.

Ing. Especialista, le pido su colaboración en el siguiente cuestionario:

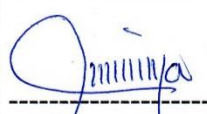
INDICADORES	CRITERIOS
Claridad	Formula con lenguaje apropiado y entendible
Objetividad	Esta expresada en la realidad
Organización	Existe una organización lógica
Intencionalidad	Los instrumentos son suficientes para medir los indicadores
Coherencia	Entre variables e indicadores
Metodología	Responde a propósito buscado

Califique usted de 0-20 lo que usted crea conveniente de acuerdo a su experiencia profesional.

**Donde:**

Regular	13
Buena	16
Muy buena	18
Excelente	20

INDICADORES	CALIFICACION
Claridad	18
Objetividad	18
Organización	17
Intencionalidad	18
coherencia	18
Metodología	18
<b>PROMEDIO</b>	<b>18</b>

Nombres y Apellidos	Carlos Danilo Minaya Rosario	 Firma del experto N° CIP 50187
Grado Académico	Magíster	
Especialidad	Ingeniero Civil	

**CARLOS DANILO MINAYA ROSARIO**  
**INGENIERO CIVIL**  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 50187

## ANEXO N° 11

### 11.1 Licencia de Evaluación Original de Etabs 2016 dada por SCI

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

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

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

### 11.2 Licencia de Evaluación Original de Etabs 2016 dada por Ingeniería Sísmica del Perú

#### Opción No 02

Pagos vía WESTERN UNION

Nombre: Wilmer Quispealaya Campos

Documento de Identidad: 48284101

Dirección: Jr. Miguel Graú N° 1050-El Tambo-Huancayo-Perú

Enviar el CODIGO DE TRANSACCIÓN al Correo: [ingenieria.sismica.peru@gmail.com](mailto:ingenieria.sismica.peru@gmail.com)



**Teléfonos:** ENTEL: 978 808 169 RPC: 967 850 394 FIJO: (064)-266258

**WhatsApp :** +51 978808169 / +51 967850394

#### Entrega:

- 1.- Material de Apoyo a Desarrollar
- 2.- Software **ETABS 2017-2016** Evaluación Original Licencia por un Año
- 3.- Software **SAFE 2016** Evaluación Original Licencia por un Año
- 4.- Software **SAP2000v19** Evaluación Original Licencia por un Año
- 5.- Certificación de Participación y/o Aprobación del Curso de especialización a nombre del **GRUPO INGENIERÍA SÍSMICA PERÚ E.I.R.L**

**Fecha de Inicio: Lunes 23 de SETIEMBRE del 2019**

**Horario N° 01: Lunes a Viernes de 06:00 PM-09:00 PM**

## ANEXO N° 12

### Licencia Académica del Seismo Match

**Licencia:** 4A3ADI36-W3G3USOZ-3XENNA7O-YSXSLU26-3EYC2AQV-ADZAIFSH-JDDUYJ4Q-M5DLCS57-Z3E5CD7S-YUBBIGJX-6UGPO6DF-S2SQZRXY-FF6UAIKB-F5JV6DSG



## ANEXO N° 13

### 13.1 Sismos Originales Tomadas del Redacís

#### 13.1.1 Sismo Lima 1966

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

1. INFORMATION ABOUT THE SEISMIC STATION  
STATION NAME : Parque de la Reserva  
STATION CODE : PRQ  
STATION LOCATION : Parque de la Reserva, Cercado de Lima, Lima  
LATITUDE : -12.07  
LONGITUDE : -77.04  
ALTITUDE (m) : 130  
ACCELEROMETER MODEL : Acelerógrafo Analógico  
SAMPLING FREQUENCY (Hz) : 50

2. INFORMATION ABOUT THE EARTHQUAKE  
DATE : October 17, 1966  
ORIGIN TIME (Local) : 16:41:00  
LATITUDE : -10.70  
LONGITUDE : -78.70  
DEPTH (km) : 24.00  
MAGNITUDE : 8.1 Mw  
INFORMATION SOURCE : IGP

3. INFORMATION ABOUT THE RECORD  
RECORD TIME (Local) : 16:41:00  
NUMBER OF SAMPLES : 3283  
MAXIMUM ACCELERATION : -180.56 -268.24 94.29  
DATA UNITS : cm/s<sup>2</sup>

4. COMMENTS  
BASELINE CORRECTED

5. ACCELERATION DATA

T	EW	NS	UD
0.0000	-11.3771	-13.1543	4.1991
0.0200	-2.6551	-6.6753	-4.9569
0.0400	-3.0481	-5.1973	-4.5209
0.0600	-4.9621	2.5887	0.9491
0.0800	0.2979	4.0947	9.0771
0.1000	3.6239	-0.6473	6.9631
0.1200	-10.0711	2.8327	-3.0019

### 13.1.2 Sismo Lima 1970

NATIONAL UNIVERSITY OF ENGINEERING  
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
JAPAN-PERU CENTER FOR EARTHQUAKE ENGINEERING RESEARCH AND DISASTER MITIGATION (CISMID)  
TUPAC AMARU AVENUE 1150 - LIMA 25 - PERU Postal Code 31-250 Lima 31  
Telephone Numbers (51-1) 482-0777, 482-0790 FAX 481-0170  
e-mail: f\_lazares@uni.edu.pe <http://www.cismid-uni.org>

#### 1. INFORMATION ABOUT THE SEISMIC STATION

STATION NAME : Parque de la Reserva  
STATION CODE : PRQ  
STATION LOCATION : Parque de la Reserva, Cercado de Lima, Lima  
LATITUDE : -12.07  
LONGITUDE : -77.04  
ALTITUDE (m) : 130  
ACCELEROMETER MODEL : Acelerógrafo Analógico  
SAMPLING FREQUENCY (Hz) : 50

#### 2. INFORMATION ABOUT THE EARTHQUAKE

DATE : May 31, 1970  
ORIGIN TIME (Local) : 15:23:00  
LATITUDE : -9.36  
LONGITUDE : -78.87  
DEPTH (km) : 64.00  
MAGNITUDE : 6.6 Mb  
INFORMATION SOURCE : IGP

#### 3. INFORMATION ABOUT THE RECORD

RECORD TIME (Local) : 15:23:00  
NUMBER OF SAMPLES : 2255  
MAXIMUM ACCELERATION : -105.05 -97.81 74.03  
DATA UNITS : cm/s<sup>2</sup>

#### 4. COMMENTS

BASELINE CORRECTED

#### 5. ACCELERATION DATA

T	EW	NS	UD
0.0000	-14.4586	7.7721	-20.8341
0.0200	12.4724	2.8671	-2.8171
0.0400	1.8334	-2.9069	1.7489
0.0600	-8.4166	-7.5169	2.3849
0.0800	-4.4926	-9.4909	1.5539
0.1000	-10.8076	-1.1429	1.2399
0.1200	0.3414	6.2021	-5.5361

### 13.1.3 Sismo Lima 1974

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

#### 1. INFORMATION ABOUT THE SEISMIC STATION

STATION NAME : Parque de la Reserva  
STATION CODE : PRQ  
STATION LOCATION : Parque de la Reserva, Cercado de Lima, Lima  
LATITUDE : -12.07  
LONGITUDE : -77.04  
ALTITUDE (m) : 130  
ACCELEROMETER MODEL : Acelerógrafo Analógico  
SAMPLING FREQUENCY (Hz) : 50

#### 2. INFORMATION ABOUT THE EARTHQUAKE

DATE : October 03, 1974  
ORIGIN TIME (Local) : 09:21:00  
LATITUDE : -12.50  
LONGITUDE : -77.98  
DEPTH (km) : 13.00  
MAGNITUDE : 6.6 mb  
INFORMATION SOURCE : IGP

#### 3. INFORMATION ABOUT THE RECORD

RECORD TIME (Local) : 09:21:00  
NUMBER OF SAMPLES : 4899  
MAXIMUM ACCELERATION : -194.21 180.09 100.30  
DATA UNITS : cm/s<sup>2</sup>

#### 4. COMMENTS

BASELINE CORRECTED

#### 5. ACCELERATION DATA

T	EW	NS	UD
0.0000	8.0457	-6.0011	12.2582
0.0200	0.0007	9.7159	4.8122
0.0400	-3.4263	11.6339	7.2532
0.0600	-5.8993	4.4019	3.3822
0.0800	-2.6173	-5.0501	-8.7918
0.1000	0.9337	-4.6261	-5.5888
0.1200	4.1887	2.9049	3.0892



## ANEXO N° 14

### 14.1 Sismos Escalados

#### 14.1.1 Sismo Lima 1966 – Componente E-O

```
Time Series matched accelerogram: E-O LIMA 1966 FILTRADO.txt
Time Step: 0.02 s
```

Time(sec)	Acc(cm/sec2)
0.00000	0.00000
0.02000	-37.11990
0.04000	-8.66276
0.06000	-9.94499
0.08000	-16.18977
0.10000	0.97195
0.12000	11.82365
0.14000	-32.85884
0.16000	-59.45299
0.18000	1.21339
0.20000	27.75534
0.22000	-7.35442
0.24000	-2.45387
0.26000	14.07164
0.28000	-2.71814
0.30000	-5.40986
0.32000	26.48290
0.34000	36.71142
0.36000	10.46637
0.38000	-4.68554
0.40000	0.83492
0.42000	10.68823
0.44000	18.59046
0.46000	11.68661
0.48000	2.10411
0.50000	7.04381
0.52000	5.06663
0.54000	-16.25503
0.56000	-4.49631
0.58000	2.65224
0.60000	-17.06091
0.62000	-12.95645

### 14.1.2 Sismo Lima 1966 – Componente N-S

Time Series matched accelerogram: N-S LIMA 1966 FILTRADO.txt

Time Step: 0.02 s

Time(sec)	Acc(cm/sec <sup>2</sup> )
0.00000	0.00000
0.02000	-32.56999
0.04000	-16.52801
0.06000	-12.86849
0.08000	6.40961
0.10000	10.13846
0.12000	-1.60271
0.14000	7.01375
0.16000	15.25387
0.18000	3.06454
0.20000	-8.60978
0.22000	3.38394
0.24000	18.41819
0.26000	11.23285
0.28000	6.96423
0.30000	-3.09574
0.32000	-7.58224
0.34000	2.47278
0.36000	-8.06259
0.38000	-6.61165
0.40000	10.44796
0.42000	3.60926
0.44000	9.88838
0.46000	23.28352
0.48000	0.66282
0.50000	-12.34853
0.52000	-2.69958
0.54000	-5.96542
0.56000	-12.80164
0.58000	-4.67295
0.60000	8.70981
0.62000	6.60026
0.64000	4.68137
0.66000	21.45624
0.68000	17.42284
0.70000	-1.65966
0.72000	-2.63768
0.74000	5.29046
0.76000	18.55437

### 14.1.3 Sismo Lima 1970 – Componente E-O

Time Series matched accelerogram: E-O LIMA 1970 FILTRADO.txt

Time Step: 0.02 s

Time(sec)	Acc(cm/sec2)
0.00000	0.00000
0.02000	-87.81085
0.04000	75.74814
0.06000	11.13471
0.08000	-51.11622
0.10000	-27.28474
0.12000	-65.63739
0.14000	2.07339
0.16000	13.86158
0.18000	-70.72681
0.20000	-13.46811
0.22000	77.69154
0.24000	57.15784
0.26000	16.82533
0.28000	43.32906
0.30000	83.18790
0.32000	156.13388
0.34000	192.07550
0.36000	120.05886
0.38000	126.16865
0.40000	141.70416
0.42000	61.55544
0.44000	-10.35794
0.46000	-103.97719
0.48000	-226.48091
0.50000	-198.20386
0.52000	-136.95517
0.54000	-201.76929
0.56000	-140.16257
0.58000	49.01890
0.60000	39.67742
0.62000	-32.90509
0.64000	53.26122
0.66000	130.22040
0.68000	47.19168
0.70000	-68.96043
0.72000	-76.71663
0.74000	-20.27792
0.76000	-47.98344

#### 14.1.4 Sismo Lima 1970 – Componente N-S

```
Time Series matched accelerogram: N-S LIMA 1970 FILTRADO.txt  
Time Step: 0.02 s
```

Time(sec)	Acc(cm/sec2)
0.00000	0.00000
0.02000	50.41842
0.04000	18.59733
0.06000	-18.86134
0.08000	-48.76887
0.10000	-61.57592
0.12000	-7.42092
0.14000	40.22720
0.16000	-17.44645
0.18000	-65.42811
0.20000	-57.09987
0.22000	-35.49211
0.24000	18.68201
0.26000	87.91322
0.28000	83.96748
0.30000	-16.21110
0.32000	-72.19142
0.34000	-40.39158
0.36000	-20.02863
0.38000	-33.02968
0.40000	-64.10404
0.42000	-49.87698
0.44000	2.04843
0.46000	12.50746
0.48000	-73.06468
0.50000	-109.92928
0.52000	-0.99047
0.54000	68.72036
0.56000	-31.38652
0.58000	-76.22691
0.60000	1.68686
0.62000	69.09871
0.64000	51.52121
0.66000	48.96941
0.68000	79.47805
0.70000	29.51242
0.72000	-19.56355
0.74000	-6.60046
0.76000	34.21334

### 14.1.5 Sismo Lima 1974 – Componente E-O

Time Series matched accelerogram: E-O LIMA 1974 FILTRADO.txt

Time Step: 0.02 s

Time(sec)	Acc(cm/sec2)
0.00000	0.00000
0.02000	34.91653
0.04000	0.00370
0.06000	-14.86842
0.08000	-25.60048
0.10000	-11.35759
0.12000	4.05268
0.14000	18.17839
0.16000	-10.12943
0.18000	-26.02572
0.20000	-12.72889
0.22000	-0.55604
0.24000	-9.87336
0.26000	41.98600
0.28000	7.36826
0.30000	-86.36047
0.32000	-41.51840
0.34000	18.04391
0.36000	8.48790
0.38000	18.16976
0.40000	70.28515
0.42000	78.84737
0.44000	4.62990
0.46000	-48.37080
0.48000	-58.51701
0.50000	-42.53827
0.52000	4.52571
0.54000	3.41907
0.56000	-15.11578
0.58000	14.89753
0.60000	49.58903
0.62000	28.25073
0.64000	-31.47651
0.66000	-63.12593
0.68000	-26.35139
0.70000	5.28062
0.72000	-7.73850
0.74000	18.31266
0.76000	35.08554

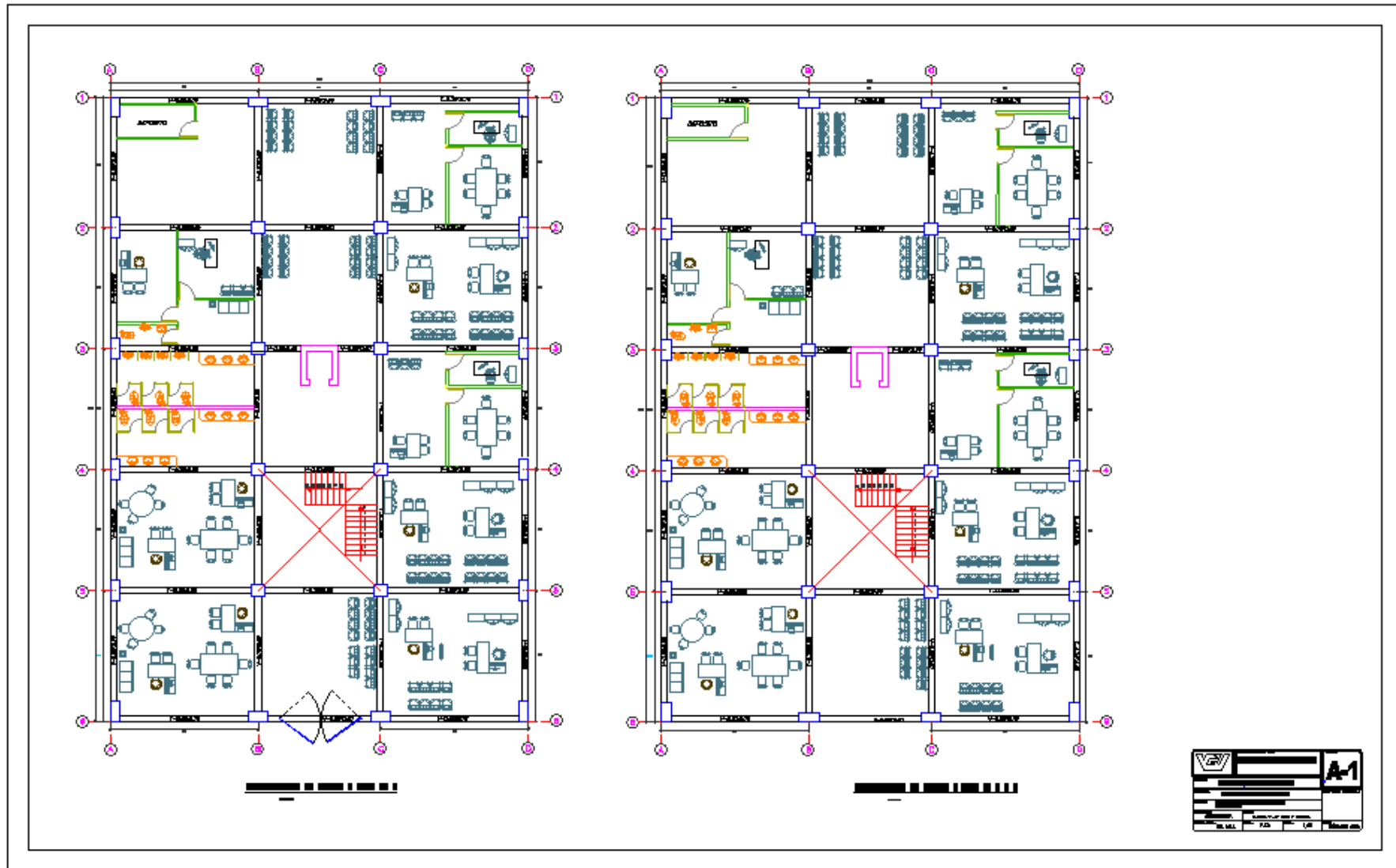
### 14.1.6 Sismo Lima 1974 – Componente N-S

```
Time Series matched accelerogram: N-S LIMA 1974 FILTRADO.txt  
Time Step: 0.02 s
```

Time(sec)	Acc(cm/sec2)
0.00000	0.00000
0.02000	-31.42743
0.04000	50.88151
0.06000	60.92622
0.08000	23.05314
0.10000	-26.44589
0.12000	-24.22510
0.14000	15.21448
0.16000	15.16246
0.18000	10.37104
0.20000	10.75370
0.22000	-30.97893
0.24000	-19.35783
0.26000	24.55410
0.28000	44.27148
0.30000	22.38153
0.32000	-30.45860
0.34000	-7.65669
0.36000	12.34347
0.38000	19.17800
0.40000	-3.03143
0.42000	-37.11296
0.44000	-8.77568
0.46000	21.60922
0.48000	50.71106
0.50000	45.35920
0.52000	9.61747
0.54000	17.21646
0.56000	28.16704
0.58000	45.53806
0.60000	14.15334
0.62000	-24.54739
0.64000	21.96699
0.66000	50.00547
0.68000	40.10769
0.70000	24.81060
0.72000	-33.27739
0.74000	-52.00998
0.76000	-21.73553



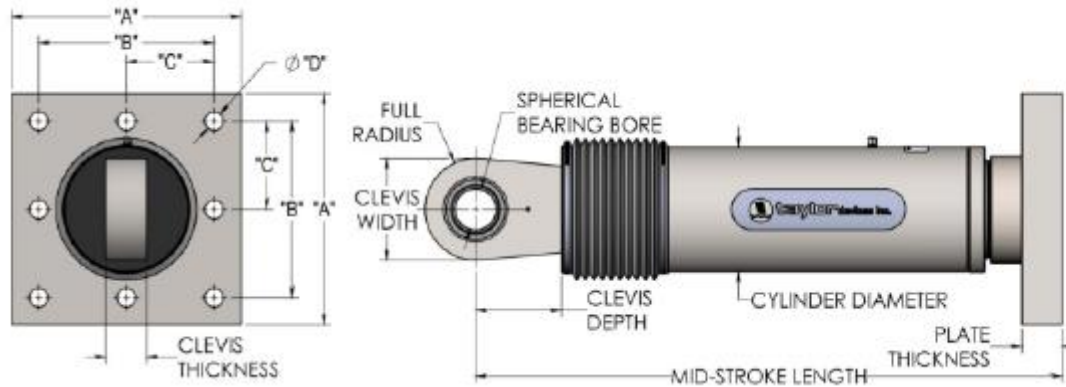
ANEXO N°16  
Plano Arquitectónico de la Edificación Prime





ANEXO N°17

Propiedades de los disipadores de fluido viscosos: TAYLOR DEVICE INC



NOTE:  
 VARIOUS STROKES ARE AVAILABLE, FROM  $\pm 50$  TO  $\pm 900$  mm.  
 FORCE CAPACITY MAY BE REDUCED FOR STROKE LONGER THAN STROKE LISTED IN THE TABLE. ANY STROKE CHANGE FROM THE STANDARD STROKE VERSION DEPICTED CHANGES THE MIDSTROKE LENGTH BY 5 mm PER  $\pm 1$  mm OF STROKE.

EXAMPLE: 1000kN  $\pm$  100mm STROKE, MID-STROKE LG IS 1048mm  
 1000 kN  $\pm$  150 mm STROKE, 150-100= 50, 50\*5=250  
 1048+250 = 1298 mm MID-STROKE LENGTH

BELLOWS MAY BE REPLACED WITH A STEEL SLEEVE AS DESIRED STROKE LENGTHS INCREASE. CONSULT TAYLOR DEVICES FOR STROKE OVER  $\pm 300$  mm AND/OR FOR FORCE CAPACITIES FOR STROKE LONGER THAN LISTED IN TABLE.

FORCE	SPHERICAL BEARING BORE DIA. (INCHES)	MID-STROKE LENGTH (INCHES)	STROKE (INCHES)	CLEVIS THICKNESS (INCHES)	CLEVIS WIDTH (INCHES)	CLEVIS DEPTH (INCHES)	CYLINDER DIA. (INCHES)	WEIGHT (lbs.)
55 KIP	1.50	34.13	$\pm 3$	1.63	4 MAX.	3.25	4-1/2 MAX.	90
110 KIP	2.00	42.00	$\pm 4$	2.13	4-3/4 MAX.	4.00	5-3/4 MAX.	185
165 KIP	2.25	47.00	$\pm 4$	2.25	6 MAX.	5.10	7-1/4 MAX.	300
220 KIP	2.75	48.75	$\pm 4$	2.75	7-1/2 MAX.	5.88	8-1/4 MAX.	425
330 KIP	3.00	51.75	$\pm 4$	3.00	8 MAX.	6.38	9-1/2 MAX.	600
440 KIP	3.50	62.00	$\pm 5$	3.50	9 MAX.	7.50	11-1/4 MAX.	900
675 KIP	4.00	62.00	$\pm 5$	4.50	12-3/4 MAX.	8.00	13-3/4 MAX.	1300
900 KIP	5.00	74.00	$\pm 5$	5.50	12-3/4 MAX.	10.75	16-3/4 MAX.	2650
1450 KIP	6.00	84.00	$\pm 5$	6.00	13-3/4 MAX.	12.00	20-1/4 MAX.	4100
1800 KIP	7.00	88.25	$\pm 5$	7.00	16-1/4 MAX.	12.50	22-1/4 MAX.	5500