



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Análisis de estructuras usando aisladores de tipo péndulo friccional,

Carlos Tenaud, Miraflores - 2022

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

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Asencio Rodriguez, Stalyn Nilo (orcid.org/0000-0002-6087-0054)

**ASESOR:**

Mg. Pinto Barrantes, Raúl Antonio (orcid.org/0000-0002-9573-0182)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo Económico, Empleo y Emprendimiento

LIMA – PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

El trabajo consumado lo dedico con mucho cariño a mi admirable familia, por ser siempre mis principales motivadores, quienes siempre han creído en mí dándome modelos de superación, humildad y sacrificio de lo que ahora soy como persona. Por el soporte para seguir cumpliendo mis metas, por las porras y valentía durante mis años de formación profesional como ingeniero.

## **Agradecimiento**

Hoy me embarga emociones y sentimientos profundos, quiero dar las gracias a mi familia maravillosa, por estar siempre presente en cada momento importante de mi vida. Que con su modelo y sacrificio empujaron y educar mi vida e inspirar mi camino para elegir una hermosa carrera profesional que hoy llega a su meta, sinceramente gracias, gracias, queridos padres, hermanos, maestros y amigos por el apoyo constante.

## Índice de contenidos

Carátula .....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de gráficos y figuras .....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. METODOLOGÍA.....	14
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	14
3.2. Variables, operacionalización .....	15
3.3. Población, muestra y muestreo.....	17
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	18
3.5. Procedimiento .....	18
3.6. Método de análisis de datos .....	19
3.7. Aspectos éticos.....	19
IV. RESULTADOS .....	20
4.1. Planta del proyecto .....	20
4.2. Modelado estructural .....	20
4.3. Modelo de la estructura de ocho niveles.....	21
4.4. Análisis sísmico de la estructura.....	22
4.5. Análisis de la estructura utilizando aislador de péndulo friccional.....	28
V. DISCUSIÓN.....	35
VI. CONCLUSIONES .....	38

VII. RECOMENDACIONES.....	39
REFERENCIAS.....	40
ANEXOS.....	43

### Índice de tablas

Tabla 1. Factor de zona “Z” .....	22
Tabla 2. Clasificación de suelos .....	22
Tabla 3. Factor suelo “S” .....	23
Tabla 4. periodos.....	23
Tabla 5. Resultados de masas participantes.....	24
Tabla 6. Pesos por nivel.....	25
Tabla 7. Periodos y frecuencias .....	26
Tabla 8. Periodos y modos de vibración.....	29
Tabla 9. Modo, periodos y frecuencia con aislador .....	31
Tabla 10. Modos de masas participantes con aislador de péndulo friccional.....	32
Tabla 11. Resultado de desplazamientos con aislador de péndulo friccional.....	34

## Índice de gráficos y figuras

Figura 1.	aislador LDRB conectado a un amortiguador.....	10
Figura 2.	Sección de aislador HDR.....	11
Figura 3.	Sección de aislador LRB.....	11
Figura 4.	aislador deslizante plano.....	12
Figura 5.	aislador FPS.....	13
Figura 6.	Propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> en el software ETABS.....	20
Figura 7.	Estructura de ocho niveles modelada sin aislador.....	21
Figura 8.	Análisis de la estructura.....	24
Figura 9.	Historial de las fuerzas del peso sísmico.....	25
Figura 10.	Resultado de Desplazamientos.....	26
Figura 11.	Resultado de derivas en dirección X sin aisladores.....	27
Figura 12.	Resultado de derivas en dirección Y sin aisladores.....	27
Figura 13.	Masas por cada nivel.....	28
Figura 14.	Propiedades del aislador PFS.....	29
Figura 15.	Propiedad del aislador FPS en dirección X.....	30
Figura 16.	Propiedad del aislador FPS en dirección Y.....	30
Figura 17.	Aisladores PFS ingresados en la base.....	30
Figura 18.	Vista en 3D con aisladores.....	32
Figura 19.	Resultado de derivas en dirección X con aisladores de péndulo friccional.....	33
Figura 20.	Resultado de derivas en dirección Y con aisladores de péndulo friccional.....	33

## **Resumen**

La presente investigación que “Análisis de estructuras usando aisladores de tipo péndulo friccional, Carlos Tenaud, Miraflores – 2022” tiene como un objetivo general que es ddeterminar el análisis de la estructura usando aisladores de tipo péndulo friccional, Carlos Tenaud, Miraflores. La metodología que se va usa en la presente investigación es aplica y de diseño experimental, ya que se utiliza un aislador de tipo péndulo friccional, por lo cual se obtendrán resultados para poder verificar si las deformaciones de la estructura y los desplazamientos de acuerdo a la norma E.030 diseño sismorresistente. Con lo resultados obtenidos en el análisis de la estructura en el software ETABS se pude decir que los aisladores de péndulo friccional son factibles debido a que reduce los daños durante un evento sísmico. Ante esto se llegó a la conclusión que la estructura con el aislador de péndulo friccional mejora en los desplazamientos de la estructura, como también este sistema de aislación es favorable ya que se puede reducir de manera efectiva los daños estructurales durante un evento sísmico de gran magnitud, y de esa manera la estructura no sufrirá los daños.

**Palabras clave:** Aislador péndulo friccional, Análisis sísmico, Estructural

## **Abstract**

The present investigation that "Analysis of structures using frictional pendulum type insulators, Carlos Tenaud, Miraflores - 2022" has as a general objective that is to determine the analysis of the structure using frictional pendulum type insulators, Carlos Tenaud, Miraflores. The methodology that will be used in the present investigation is applied and of experimental design, since a frictional pendulum type insulator is used, for which results will be obtained to be able to verify if the deformations of the structure and the displacements according to the standard E.030 earthquake resistant design. With the results obtained in the analysis of the structure in the ETABS software, it can be said that frictional pendulum isolators are feasible because they reduce damage during a seismic event. Given this, it was concluded that the structure with the frictional pendulum insulator improves in the displacements of the structure, as well as this isolation system is favorable since it can effectively reduce structural damage during a seismic event of great magnitude and in this way the structure will not suffer the damages.

**Keywords:** Frictional pendulum isolator, Seismic analysis, Structural



## I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial muchas estructuras han sufrido daños por sismos, (Olivares, 2018) indica que en varios países este sistema de aislación se está aplicando en las estructuras un sistema tecnológico para reducir los daños. Así mismo el concepto de aislación sísmica fue desarrollado hace 10 años por lo cual en muchos países ya ha sido construida con aisladores sísmicos, en caso de Sudamérica, Chile es uno de los primeros países que incorporó los aisladores en sus estructuras. Así mismo Ecuador fue aplicando este método de aislación con fines de reducir los daños de las estructuras, de acuerdo con su actual normativa que permite ampliar el uso de los aisladores FPT. Como también en los Estados Unidos el primer edificio con aislador sísmico fue el foothills communities law and justice center que está ubicado en Los Ángeles el cual esta edificación fue construida con base aislación de caucho natural de alto amortiguamiento.

El aislamiento de base es uno de los importantes soportes que puede ser de ayuda en la protección de un sismo en lo cual algunos soportes con baja rigidez lateral ya sea con caucho laminado o dispositivos deslizantes se interponen entre la estructura y el suelo. También la superestructura tiene un comportamiento como un cuerpo rígido, ya que la mayor parte de la demanda es el desplazamiento inducido por los terremotos que se concentra en el nivel de los aisladores, que sufren grandes desplazamientos. El sistema de péndulo de fricción (FPS) es uno de que puede tolerar los desplazamientos grandes generados por el sismo, ya que los aisladores de péndulo de fricción (FP) es un sistema que ayuda a la superficie deslizante lograr resistir con éxito, los cuales los aisladores de FP dobles o triples son el soporte de la estructura. (Aguilar, 2018).

Del mismo modo (Vidaurre, 2021) menciona que el Perú está ubicado en el cinturón de fuego, por el cual se encuentra cerca de un deslizamiento de dos placas las cuales son la de Nazca y Sudamericana. Por lo cual es donde se produce los sismos aproximadamente en un 80% como también hay tsunamis en el mundo. Así mismo se ha originado muchos sismos causando daños debido a la vulnerabilidad de las estructuras por lo cual es importante que las edificaciones

tengan la capacidad de soportar los desplazamientos ocasionados por el sismo. La labor del ingeniero estructural se concentra en reducir los riesgos estructurales de los edificios para evitar pérdidas humanas y económicas. En nuestra actualidad la en el Perú el tema de que aún no se ha desarrollado eficientemente ya que la filosofía de diseño establece una norma nacional lo cual es la norma peruana vigente E – 30 “diseño sismorresistente”. A pesar de los diseños de edificaciones para evitar los colapsos ahí factores que pueden provocar pérdidas en consecuencia, es muy importante implementar a las bases de las estructuras los que son los aisladores de tipo péndulo simple, doble o triple fricción, como también amortiguadores o disipadores con el cual poder garantizar la reducción de daños a las edificaciones después de un sismo de una gran magnitud.

En el distrito de Miraflores, el investigador (Davila, y otros, 2019) nos menciona que en la actualidad la aislación de base en las estructuras es viable para que los daños realizados a la hora de un sismo puede ser mínimo. Sin embargo, en la calle Carlos Tenaud en el distrito de Miraflores las edificaciones no están construidos para soportar un sismo de gran magnitud. Lo cual este concepto nos ayuda a que la estructura sea flexible en la base que los aisladores tienen una función como un filtro el cual pueda disminuir la frecuencia del y permitiendo significativamente la demanda de deformaciones de entrepiso. Sin embargo, las condiciones de las edificaciones o de una estructura ya sea esbelta, o que tenga una relación de altura-ancho, así mismo que los soportes de aislamiento pueden experimentar esfuerzos de tracción axial o levantamiento.

El enfoque tradicional en el diseño de sismorresistente esta fundamenta en que las estructuras de una combinación ya sea de resistencia o de ductilidad los cuales puedan ayudar en los desplazamientos que se genera al momento de un sismo. Sin embargo, se ha desarrollado tecnologías para poder evitar daños incorporando lo que es los aisladores de tipo péndulo friccional, Carlos Tenaud, en el Distrito Miraflores, de cual modo podemos realizar un modelamiento y ver el funcionamiento de la estructura.

la formulación del problema nos permite hacernos una pregunta más importante

que tenemos que responder en nuestra investigación por lo cual tendremos que diferenciar 3 problemas específicos. Problema general: ¿Cómo se analizará una estructura usando aisladores de tipo péndulo friccional, Carlos Tenaud, Miraflores 2022? problemas específicos: ¿Cómo influye el análisis de la estructura usando aisladores de tipo péndulo friccional, Carlos Tenaud, Miraflores 2022? ¿Cómo influye la deformación de la estructura usando aisladores de tipo péndulo friccional, Carlos Tenaud, Miraflores 2022? ¿De qué manera se genera el desplazamiento y fuerzas internas de la estructura usando aisladores de tipo péndulo friccional, Carlos Tenaud, Miraflores 2022?

En relación con la justificación del siguiente proyecto se indica según el punto teórico: que la importancia de los aisladores de tipo péndulo friccional en las infraestructuras, para ver como sería el comportamiento de las estructuras ante eventos sísmicos futuros y ver que daños a presentado la estructura durante los eventos sísmicos pasados. Po lo cual se debe hacer un estudio de las estructuras para poder aprovechar las tecnologías que se vienes desarrollando en los países. Desde ese punto de vista práctico: la investigación se justifica por que busca que las estructuras de las edificaciones tengan un mayor de resistencia ante los eventos sísmicos por el cual es muy efectivo las instalaciones de los aisladores de péndulo friccional para el cual contribuirá en la mejora de las estructuras para que así no tenga muchos daños, y finalmente desde el punto de vista metodológico: en lo cual se pretende que los aisladores de tipo péndulo friccional ayuden en las mejoras en tiempo, y así poder que los proyectos de las edificaciones puedan contar con los sistemas de aislación para que pueda brindarse una buena resistencia antes los sismos y que no sufran daños.

La hipótesis general: el análisis estructural con aisladores de tipo péndulo friccional garantiza el comportamiento en una estructura en Miraflores. Para sustentar la hipótesis general se necesita las hipótesis específicas: El estudio del análisis de la estructura con aisladores de péndulo friccional. El estudio de la deformación con aisladores de péndulo de fricción. El estudio del desplazamiento y fuerzas internas de la estructura con aisladores de péndulo de fricción.

Los objetivos que se plantearon en la investigación son. Objetivo general: Determinar el análisis de la estructura usando aisladores de tipo péndulo friccional, Carlos Tenaud, Miraflores 2022. Objetivos específicos: Determinar cuánto influye el análisis de la estructura usando aisladores de tipo péndulo friccional, Carlos Tenaud, Miraflores. Determinar la deformación de la estructura usando aisladores de tipo péndulo friccional, Carlos Tenaud, Miraflores. Calcular el desplazamiento y fuerzas internas de la estructura usando aisladores de tipo péndulo friccional, Carlos Tenaud, Miraflores.

## II. MARCO TEÓRICO

(Paniagua, 2020), nos indica en que su objetivo es analizar la estructura con aisladores para poder ver sus efectos en la respuesta, en lo cual el aislador de péndulo de fricción es un sistema que tiene como funcionamiento entro dos tipos de componentes que es el acero inoxidable y el teflón. Además, en su metodología explica que se utilizara son tres diferentes modelos el cual uno de los modelos es con una estructura aislada y que los aisladores estén conectados con cada uno de los nodos rígidos de la base y los otros modelos están de acuerdo con tipo de suelo el cual estos modelos nos puedan ayudar para ver el parámetro de su comportamiento. Teniendo como resultado después de hacer el análisis de la estructura se obtuvieron unas fuerzas verticales que cada aislador debe de soportar durante un evento sísmico de una manera gravitacional, en donde  $N$  será las fuerzas para poder hacer un dimensionamiento de las piedades de cada aislador. Concluyendo que después de haber realizado el análisis en cada uno de modelos se puede determinar que la estructura con aisladores FPS ayudan a reducir los movimientos entre pisos.

(Cango, 2018), tiene como objetivo diseñar un edificio de 6 pisos utilizando aisladores de péndulo de fricción para poder realizar los análisis sísmicos, de acuerdo con lo establecido en la norma ASCE para que se pueda presentar un procedimiento de diseño con aisladores. La metodología nos dice que hay tres tipos de métodos que se puede utilizar para hacer el análisis de una estructura aislada las cuales son método de fuerza lateral equivalente, método de respuesta espectral y método no lineal de tiempo historia, el cual estos métodos nos permite a que la estructura pueda de depender de varios factores. El cual teniendo como resultado de estos métodos se puede observar que tiene un desplazamiento máximo de SRSS que es de 17.24 in y 14.48 in de acuerdo con el diseño preliminar como también se puede tener lo que es el cortante basal que se tiene es de 0.152W y 0.160W que nos da al momento de modelar. Concluyendo se puede decir que nos ha permitido a hacer comprobaciones de las propiedades de los aisladores de FPT que beneficia mucho a la estructura.

(Ramos, 2018), en su investigación tuvo como objetivo a hacer un diseño y analizar la estructura haciendo uso de los aisladores sísmicos, el cual se utilizó el programa ETABS para hacer el modelamiento y ver la ductilidad y seguridad que puede brindar los aisladores. La metodología que aplica es el método estático-fuerza lateral equivalente en el cual indica que la estructura a analizarse debe de estar localizada en un lugar con  $S_1 < 0.60g$  de acuerdo a la norma ASCE/SEI 7-10. En el resultado después de realizar el análisis no debe de dar un 90% por lo menos en la estructura por lo cual que los aisladores pueden ser factibles ya que también después de utilizar el programa se puede decir que si cumple con el objetivo. Concluyendo de acuerdo con el análisis se puede decir que los aisladores pueden cumplir con el objetivo ya que dan resultados similares lo que significativamente se puede obtener de un edificio convencional.

(Davila, y otros, 2019), el objetivo es determinar cuánto puede influir el sistema de aislación sísmica para un edificio de 10 pisos que se encuentra en un estado de vulnerabilidad y ver los desplazamientos y la magnitud de fuerzas cortantes que se puede reducir entre cada uno de los pisos. La metodología que aplica es el diseño metodológico el cual tiene tres partes que son el tipo de investigación, nivel de investigación y diseño de investigación el cual puede ser importante durante el modelamiento del edificio. El resultado que se obtiene es los desplazamientos entrepisos es de 0.01258m el cual es el máximo en el sexto piso, luego de hacer el análisis correspondiente se obtuvo un 0.005 el cual está en el rango que nos da la norma E.030 y llegando a un 32% de la disminución de recomendada por la norma ASCE. Concluyendo se puede decir que el sistema de aislación sísmica puede mejorar los desplazamientos de la estructura el cual se puede aplicar en las estructuras.

(Durand, 2020) como objetivo tiene determinar en qué manera puede mejorar la respuesta sísmica utilizando aisladores elastoméricos y de tiple péndulo de acuerdo con la norma E.031 y ver la relación de los desplazamientos, aceleraciones y las distorsiones entre los aisladores. En su metodología tiene los tipos de investigación, población y muestra y recolección de datos el cual será de ayuda para poder hacer los modelamientos ya que se busca el comportamiento

de la estructura aplicando los aisladores de tiple péndulo o aisladores elastoméricos para tener conocimiento de a través del resultado. El resultado que se obtiene al analizar con los dos aisladores se puede hacer una comparación, ya que el aislador de tiple péndulo tiene una capacidad de absorber el 74% de la fuerza y el otro aislador absorbe un 85% de la fuerza que produce el sismo. Concluyendo que se ha determinado que según la norma E.031 de acuerdo con los resultados se puede decir que la aislación de triple péndulo es el mejor sistema de aislación.

(Yucra, y otros, 2020), indican que su objetivo es hacer un análisis y diseño de una estructura de 5 niveles aplicando el uso de aisladores de base de tipo péndulo friccional triple en lo cual se realiza un modelamiento de la estructura para poder hacer los análisis correspondientes y ver el funcionamiento de los aisladores. en su metodología nos dice que para poder hacer el análisis adecuadamente se utilizó las normas del RNE como también del ASCE en lo cual podemos ver que de la norma RNE se utilizó lo siguiente: (E.20, E.030, E.031 y E.060) de acuerdo con estas normas se puede realizar el modelamiento de la estructura. Obteniendo resultados se pudo ver que los desplazamientos en cada uno de los niveles son reducidos por el cual el desplazamiento máximo es de 3 cm con los aisladores de tiple péndulo friccional. Por el cual se concluye que es muy factible la utilización de los aisladores ya que se puede brindar una seguridad mucho más a las estructuras porque se reduce un 67% en los desplazamientos.

(Hernandez, y otros, 2019), indican que su objetivo es evaluar la resistencia de una estructura ante un evento sísmico que ya está planteada y diseñado en lo cual se implementaría el aislador sísmico y llevar a cabo el modelamiento a través del software ETABS con la finalidad de obtener los comportamientos. La metodología que se aplica es el tipo de estudio, las fuentes de información el cual se hace un estudio comparativo de la estructura con aisladores sísmicos para poder cumplir con los objetivos. El resultado que se obtiene después de hacer el modelamiento de la estructura es que se encuentra es el cortante basal que tiene una reacción que se presenta en las estructuras sometidas una fuerza sísmica, en lo cual se reflejan los esfuerzos que soporta y esto se distribuye a cada uno de los

elementos. Concluyendo podemos decir que de acuerdo con la estructura sé que encuentra empotrada en la base que, si cumple con los parámetros establecido en la norma, en lo cual los desplazamientos y las fuerzas internas presentan un mejor desempeño.

(Ruiz, 2017) tiene como objetivo realizar un estudio de comportamiento y mecánica de cada uno de los aisladores de doble y triple péndulo de fricción para un diseño de edificación, también poder comparar los desplazamientos, aceleraciones y las fuerzas cortantes de acuerdo con la normativa del ASCE que se considera para hacer el estudio. En la metodología que aplica es el método de fuerza lateral en donde se puede hallar el desplazamiento de diseño y el periodo y fuerza cortante, como también aplica lo que es la combinación modal espectral y el análisis de tiempo historia. Los resultados que se obtienen en el análisis coinciden con el desplazamiento y el periodo de diseño, los límites para garantizar una fuerza restituida del radio pueden ser de acuerdo con la norma ASCE, ASHTO (2010) las cuales son de 20 y 40 de DTD y poder hallar la rigidez efectiva de cada aislador de péndulo de fricción. Se concluye que de acuerdo con el análisis realizado con los aisladores de péndulo de fricción nos pueda dar una aceleración de 0.25g por el cual es muy viable para añadir a las edificaciones este sistema de aislación

(Villarruel, y otros, 2017), su objetivo a evaluar el comportamiento de la estructura con aisladores de péndulo de fricción en el programa de SAP2000 en la cual se realiza de acuerdo con la norma chilena. En lo cual en la metodología que aplica es el método simplificado lineal, método modal espectral y el uso del SAP2000 en lo cual es importante para poder hacer el modelamiento en el programa y poder ver el comportamiento de la estructura. Asimismo, podemos ver que los resultados que se encontró después de hacer el modelamiento en el programa se pueden obtener los desplazamientos que son de 23.33, 23.83, 24.31 y 24.72 cm de acuerdo con el programa, por lo tanto, se multiplicó los desplazamientos por 1.1 para poder tener en cuenta los efectos de torsión natural y accidental que se puede tener después de hacer el modelamiento en el programa. Concluyendo que es importante el programa de SAP2000 en la cual se puede aplicar bajo el criterio



de la combinación modal el cual adecuadamente se pudo ver que los resultados con los aisladores son favorables para las edificaciones.

(Quispe, 2021), indica que su objetivo es mejorar el comportamiento de una estructura de un hospital añadiendo aisladores sísmicos como también ver las propiedades de diseño en lo cual es estructurado para poder evaluar el establecimiento con o sin aisladores. El cual en su metodología indicó que realizara una metodología de tipo cuantitativa por lo que se enfoca en una deducción para poder reducir el movimiento de la estructura en donde se hará un estudio de criterios que puedan ayudar ya sea como la muestra y población. El cual el resultado que se puede obtener con aisladores de acuerdo con norma E.030 el cual se debe de verificar en cada uno de la dirección que si cumple con las masas efectivas que el 90% por lo menos de la masa total. Se concluye que para hacer un modelamiento sísmico se utilizó el programa ETABS el cual el tipo de modelo es espectral por lo cual debe de cumplir con el requerimiento de la norma E.030 para poder ver los desplazamientos y las aceleraciones de la estructura.

Las teorías que tienen relación con la investigación son los siguientes:

Tipos de Aisladores: En la actualidad existen varios tipos de instalación de aisladores ante una fuerza generada por el sismo. En los cuáles podemos encontrar aisladores principales como: los aisladores elastoméricos convencionales (bajo amortiguamiento (LDR) y de alto amortiguamiento (HDR)), también se encuentra aisladores friccionales (péndulo friccional (FPS) y los Deslizadores planos) y los aisladores elastoméricos con núcleo de plomo

Aislador Elastoméricos Convencional: Los aisladores elastoméricos en la actualidad a estado evolucionado en las construcciones ya que puede cumplir con mejorar los comportamientos de las estructuras. En lo general en los aisladores elastoméricos se utilizan un cilindro de tipo geometría para poder hacer el diseño, por lo tanto, este aislador se divide en dos tipos de aisladores que son de bajo amortiguamiento (LDR) y de alto amortiguamiento (HDR).

Aislador Elastoméricos de Bajo Amortiguamiento (LDR): Estos aisladores están conformados por especialmente por varias capas de planchas de acero y de cauchos, el cual en su procedimiento de fabricación estos materiales son vulcanizados, por lo cual permite que la adherencia tenga una resistencia a la hora de un movimiento telúrico. Asimismo, el caucho puede tener una falla antes que se una con el acero, el aislador de tipo LDR puede tener hasta el 5% de amortiguamiento el cual no presenta beneficios grandes en las edificaciones. Sin embargo, en las construcciones de los puentes son empleado por su menor costo con respecto a los demás, como también tiene ventajas a la hora de fabricación y también son fáciles de modelar.



*Aislador LDRB conectado a un amortiguador (Syman's)*

*Figura 1. aislador LDRB conectado a un amortiguador*

*Fuente: Alex Deybi*

Aislador Elastoméricos de Alto Amortiguamiento (HDR): Este aislador es aplicado en los soportes en donde es utilizado caucho natural o sintetizado para que así pueda proporcionar un amortiguamiento significativo en las edificaciones, el cual tiene un 8% al 15% del crítico, por lo que podemos hacer una comparación con el aislador LDR es producido adicionalmente por los componentes de caucho y propiedades químicas alterados. Las ventajas que se puede tener en este aislador son la flexibilidad y disipación de las energías como también ahí desventajas que es el incremento de su rigidez en las cargas axiales y que tiende a degradarse las propiedades mecánicas que está expuesto a la prolongada al oxígeno y ozono

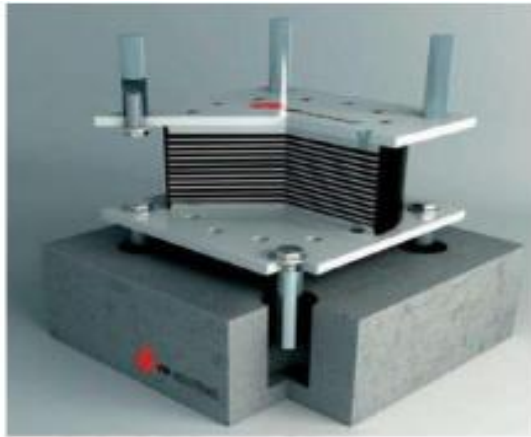


Figura 2. Sección de aislador HDR

Fuente: Dávila Erlik y Hinojosa Carlos

Aislador Elastoméricos con Núcleo de Plomo (LRB): Los aisladores con núcleo de plomo están fabricados por caucho de bajo amortiguación es cual está compuesto con láminas de acero en donde se deja un pequeño agujero en el centro donde se introduce el núcleo de plomo. Sin embargo, el plomo esta para poder producir una tensión de 10 MPa que fluye en varios numerosos ciclos. En este caso el dispositivo de plomo esta para disipar el rendimiento de un rango de 15% - 35% de amortiguamiento efectivo.

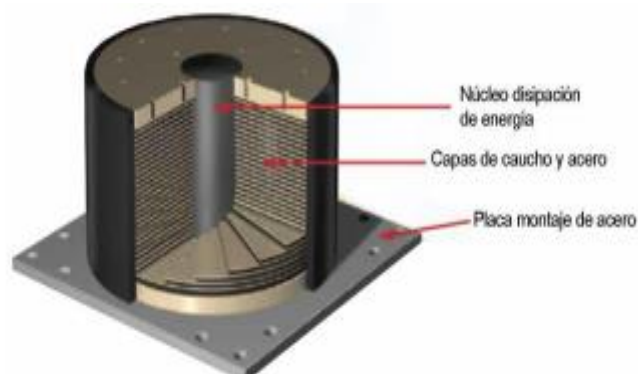


Figura 3. Sección de aislador LRB

Fuente: Alex Deybi

Aisladores Friccionales: Los aisladores friccionales se dividen dos grandes tipos los cuales son: los aisladores de péndulo friccional y los deslizadores de fricción o aisladores deslizantes en donde se puede subdividen en: primera generación, segunda generación y tercera generación.

Deslizadores de fricción o aisladores deslizantes: Los aisladores deslizantes son el más simple que se puede dividir en dos superficies que son la cimentación y adherida a la estructura, como también se posee un coeficiente de roce bajo. Para poder tener desplazamientos reducidos en las edificaciones en donde se puede disipar la energía a través de los aisladores de fricción en contacto con la superficie. En lo general este está juntamente con los aisladores de elastoméricos el cual es muy convencional para las edificaciones en donde podemos mejorar las estructuras.



*Figura 4. aislador deslizante plano*

*Fuente: Empresa Sísmica, 2013*

Aisladores de Péndulo Friccional (FPS): Un aislador de péndulo friccional es un sistema mecánico en donde se puede ver que las edificaciones pueden reducir sus movimientos a un evento sísmico, en donde se utiliza un péndulo simple para restituir una carga generada por la misma gravedad. Asimismo, este aislador debe de estar conectada a una estructura que se mueve cóncavamente en las superficies. El péndulo de aislamiento por fricción puede diseñarse y fabricarse en dos tipos principales, con una o dos superficies deslizantes esféricas primarias que se adaptan al desplazamiento horizontal, clasificados respectivamente como series FIP o FIP-D de la siguiente manera. Los dispositivos de la serie FIP se caracterizan por: un cursor cóncavo cuyo radio de curvatura impone el período de oscilación y que se adapta al desplazamiento horizontal; un elemento de base con una superficie deslizante cóncava secundaria que permite la rotación; Elemento intermedio de acero con dos superficies convexas de forma adecuada para ser acoplado con los otros dos elementos.



*Figura 5. aislador FPS*

*Fuente: Pérez Ashly*

Desplazamientos maximos: Así mismo el desplazamiento máximo total se puede calcular de acuerdo con las normas para poder ver si cumplen o no por el cual es muy factible hacer este procedimiento el cual podemos ver que nos da 23 cm de desplazamiento lateral el cual no podrá ayudar en el cálculo del desplazamiento total máximo

A continuación, podemos hacer el cálculo aplicando el desplazamiento lateral obtenido el cual podemos realizar en la formula tomando algunos datos como referencia para poder realizar y hallar el desplazamiento total máximo que es igual a 32.245 cm, por lo cual los desplazamientos de cada aislador deber ser de menor a ese resultado

Rigidez efectiva: Para poder realizar también tenemos que hacer un cálculo de la rigidez efectiva que se efectuar en la estructura en lo cual se toma como dato ( $K_d$ ) en el cual podemos tener un valor, por lo tanto, este valor nos ayudar para poder hallar la rigidez. Así mismo podemos seguir a hacer la ecuación de acuerdo con la fórmula para poder hallar y ver que el programa pude dar resultado en la dirección de X-X y Y-Y por lo que nos da un valor que es de 4.878 KN/mm, en lo cual nos indica que este resultado de la rigidez efectiva de cada uno de los aisladores deber de ser menor de la rigidez efectiva.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

##### **Tipo de investigación**

(Tacillo, 2016) indica que es una investigación de tipo aplicada ya que posee los propósitos bien definidos y que busca investigar la transformación, la reacción, modificación y actuación. Además, es aplicada lo cual tiene un propósito principal que es en la manipulación de las variables, por lo cual con el avance del tiempo esto se refiere a la norma peruana E.030 - 2003 y 2018.

La presente investigación es aplicada ya que cuenta con el propósito de poder ayudar y resolver los problemas sobre la salud de las estructuras ante un evento sísmico en lo cual se hará a través de sistemas de aislación con dispositivos de aislador de péndulo friccional colocadas en la base.

##### **Diseño de investigación**

El diseño de investigación es de diseño experimental ya que permite que el objeto del estudio que está establecido y que nos permite en la manipulación de una u otras variables las cuales están vinculadas a producir para poder hacer los cálculos, de esta manera ver la consecuencia que pueda tener al relacionarlo con la otra variable. Por lo cual esta investigación es experimental ya que se puede manipular las variables de la investigación.

La presente investigación tiene un diseño de investigación experimental, ya que se utilizará inicialmente los aisladores que nos permitirá ver la aceleración, deformación y los desplazamientos de la estructura. Además, luego se amplificará el movimiento sísmico para poder ver lo conseguido con los aisladores sísmicos para poder determinar cómo puede influir en la variable dependiente que es análisis estructural.

Según (Tacillo, 2016) indica que la investigación es descriptiva ya que se caracteriza un evento, un individuo, un fenómeno, una cosa o un grupo, con la finalidad de poder establecer los modos, representaciones, cualidades y acciones. También (Tacillo, 2016) nos indica que es un estudio transversal de tipo de estudio observacional lo cual se enfoca en poder analizar los diferentes datos de cada una de las variables en una muestra de población determinada, el cual serán

recopilados durante un período de tiempo.

Por tal manera la presente investigación fue transversal ya que se realizó en un periodo de tiempo y por lo cual en este tiempo se pudo medir los resultados obtenidos para luego ser procesados y evaluados de acuerdo con la norma.

Según (Wayne, 2022) nos indica que son métodos de investigación cuantitativa ya que se hace un énfasis en el análisis estadístico, cuestionarios y encuestas, también se hace análisis matemático o aritmético de los datos obtenidos en la recopilación, o hacer mediante el uso de datos estadísticos que están disponibles mediante la tecnología informática.

En la presente investigación se realizara los análisis de los cálculos de desplazamientos y derivas con lo cual la investigación es de enfoque cuantitativo.

### **3.2. Variables, operacionalización**

**Variable independiente:** ANALISIS ESTRUCTURAL

**Definición conceptual:**

El análisis estructural es que se debe de usar ecuaciones para poder calcular las resistencias de los materiales por el cual se debe de tener en cuenta que las ecuaciones nos puedan ayudar a encontrar los esfuerzos internos, deformaciones y tensiones que actúan en las estructuras como edificaciones o esqueletos resistentes. Sin embargo, el análisis dinámico estudiará el comportamiento de las estructuras y aparición de posibles vibraciones que se puede afectar las estructural.

**Definición operacional:**

El análisis estructural no puede permitir ver el comportamiento de la estructura, en lo cual podemos encontrar los registros de datos y la sismología de la estructura los cuales permitirán hacer el dicho análisis en las estructuras para así poder monitorear el comportamiento de las estructuras ante un evento sísmico.

**Dimensiones 1:** Dimensionamiento elementos estructurales

**Indicadores**

Sección de columna

Sección losa

Sección vigas

## **Dimensiones 2:** Dimensionamiento del aislador sísmico

### **Indicadores**

Aceleraciones

Desplazamientos

Cortante

**Escala de medición:** Razón

**Variable dependiente:** AISLADOR DE PENDULO FRICCIONAL

### **Definición conceptual**

El aislador de péndulo friccional alrededor del 2009 se comenzó con la fabricación de este sistema de aislación el cual se utilizó un material principal para el caso FIP que es el UHMW-PE (Ultra-High Molecular Weight Poly-Ethylene). En lo cual fue rápidamente desarrollado en los mercados debido a que su bajo coeficiente de roce. Además, un aislador de péndulo friccional es un sistema mecánico que nos ayuda a reducir las aceleraciones en un sistema vibratorio. Sin embargo las propiedades físicas y mecánicas de la estructura deben tener una estabilidad antes y después de un sismo.

### **Definición operacional**

El aislador de péndulo friccional no permitirá hacer los cálculos respectivos de cuanto nos puede ayudar a reducir los daños ante un evento sísmico, en lo cual se hará los desplazamientos, deformaciones y aceleración llegará a medirse a través de la determinación de desplazamientos, deformaciones y la aceleración para ver si es factible estos aisladores.

## **Dimensiones 1:** Análisis de fuerzas laterales

### **Indicadores**

Fuerzas cortantes

Desplazamientos

Derivadas

## **Dimensiones 2:** Análisis tiempo historia



## **Indicadores**

Fuerzas cortantes  
Desplazamientos  
Derivadas

### **Dimensiones 3: Análisis dinámico modal**

## **Indicadores**

Fuerzas cortantes  
Derivadas  
Aceleración

### **Escala de medición: Razón**

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

Según (Tacillo, 2016) indica que la Población se puede definir como fenómenos, integridad de los eventos, personas o cosas del estudio lo cual que en el proceso de investigación serán estudiados.

Para el siguiente trabajo de investigación, la población está constituida por edificios de la calle de Carlos Tenaud del distrito de Miraflores de la Provincia de Lima del Departamento de Lima.

#### **Muestra:**

También según (Tacillo, 2016) la muestra se divide en 2 grandes categorías las cuales son: la muestra probabilística y la muestra no probabilística. Lo cual este se recibe explicando todas las propiedades de la población, el tamaño de la muestra.

La muestra es 1 edificio de 8 niveles en la calle Carlos Tenaud del distrito de Miraflores provincia de Lima. Lo cual se eligió tomando en cuenta todas las condiciones más adecuadas para la poder hacer el análisis sísmico, y poder aplicar los aisladores en la estructura en el software ETABS

(Tacillo, 2016) indica que el investigador propio elige las muestras necesarias, ya que hay criterios previamente definidos y establecidos, para poder hacer y tomar

la muestra lo cual esta relacionado con el propósito del estudio que desea realizar. Además, el muestro es no probabilístico ya que se puede conseguir la conveniencia sin ninguna planificación previa.

En esta investigación se realizó el muestreo **no probabilístico** por conveniencia ya que debido a que se eligió una sola edificación en lo cual se va a reunir las características necesarias para representar a la población.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Las **técnicas** para usar consisten en el análisis con aisladores de péndulo friccional de acuerdo con la norma peruana en lo cual vamos a obtener combinaciones para cada uno de los niveles de edificaciones, para lo cual se va hacer un modelamiento en un software, para evaluar la conducta de la edificación de los 8 niveles de concreto armado bajo las pruebas de un evento sísmico. Los resultados de los análisis realizados en el modelamiento nos mostraran las frecuencias, y desplazamientos. Por otro lado, permitirá ver que si cumple con los parámetros de la norma peruana y ver si hay fallas en la estructura. También se podrá encontrar los periodos y frecuencias de los modos.

Los **Instrumentos** que se utiliza para esta investigación es un software ETABS en lo cual se hará un modelamiento de la estructura aplicando los aisladores de péndulo friccional de acuerdo con los planos de la estructura a realizarse y también se utiliza hojas de cálculos y Excel

### **3.5. Procedimiento**

Al empezar, se hizo el modelamiento de la estructura en lo cual se hizo con las propiedades obtenidos en el plano y luego iremos aplicando los aisladores de péndulo friccional en cada una de las columnas que es en la base, que desempeñaban con la exigencia del Proyecto. Además, para poder hacer el análisis de modal espectral se tomó un espectro que está en el software de la norma E.030 lo cual ayudo en el análisis. Luego se pasó a sacar los datos obtenidos del análisis realizado en el software ETABS, como también paara poder realizar el análisis se utilizará dispositivos de ajuste de nuestro software de acuerdo con nuestro método.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Para esta indagación se usó softwares como por ejemplo ETABS, Excel, los aisladores de péndulo friccional y envío serial de esta información al programa ETABS. De esta manera se va a poder establecer la frecuencia y las etapas necesarias para la investigación.

### **3.7. Aspectos éticos**

La presente investigación es de autoría propia ya que para poder ampliar los conocimientos se realizó consultas de Tesis, libros, artículos y las Normas basado a nivel nacional e internacional, por lo cual este se hace con el propósito de complementar, y poder comparar resultados obtenidos en la investigación que puedan servir a futuras investigaciones relacionadas al tema.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Planta del proyecto

La planta de la estructura analizada tiene una forma de rectangular, contando con las medidas de largo 28.00 m y de ancho tiene 15, además cuenta con ejes en X del 1 al 6 distribuidos de acuerdo a las medidas, también tiene ejes en Y los cuales se encuentra distribuidos de H hasta la A de acuerdo con las medidas dadas en el plano

### 4.2. Modelado estructural

El modelamiento de la edificación en cual consta de ocho niveles similares fue en el software ETABS en la versión V20, de acuerdo con las medidas o dimensiones dadas y materiales de los elementos de la estructura como se puede apreciar en la figura.

Section	Property	Value	Unit
General Data	Material Name	CONCRETO 210	
	Material Type	Concrete	
	Directional Symmetry Type	Isotropic	
	Material Display Color	Magenta	
	Material Notes		
Material Weight and Mass	Weight per Unit Volume	2.4	tonf/m³
	Mass per Unit Volume	0.244732	tonf-s²/m⁴
Mechanical Property Data	Modulus of Elasticity, E	2173706.51	tonf/m²
	Poisson's Ratio, U	0.2	
	Coefficient of Thermal Expansion, A	0.0000099	1/C
	Shear Modulus, G	905711.05	tonf/m²
Design Property Data	Modify/Show Material Property Design Data...		
Advanced Material Property Data	Nonlinear Material Data...		
	Material Damping Properties...		
	Time Dependent Properties...		
Modulus of Rupture for Cracked Deflections	Program Default (Based on Concrete Slab Design Code)	<input checked="" type="radio"/>	
	User Specified	<input type="radio"/>	

Figura 6. Propiedades del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en el software ETABS

Fuente: elaboración propia

En la figura 6 se puede apreciar las propiedades del concreto que serán aplicados durante todo el modelamiento de la estructura el cual cuenta con el peso específico y el modo de elasticidad de la resistencia del concreto de  $f'_c$  210 kg/cm<sup>2</sup>.

De tal manera se debe tener en cuenta las cargas vivas y muertas los cuales serán considerados antes de hacer el análisis en el software, sin embargo, estas cargas están dadas en la Norma E.020 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

#### 4.3. Modelo de la estructura de ocho niveles

Para hacer el modelamiento es necesario saber los elementos de la estructura que forma parte de ella como se puede apreciar en la siguiente figura:

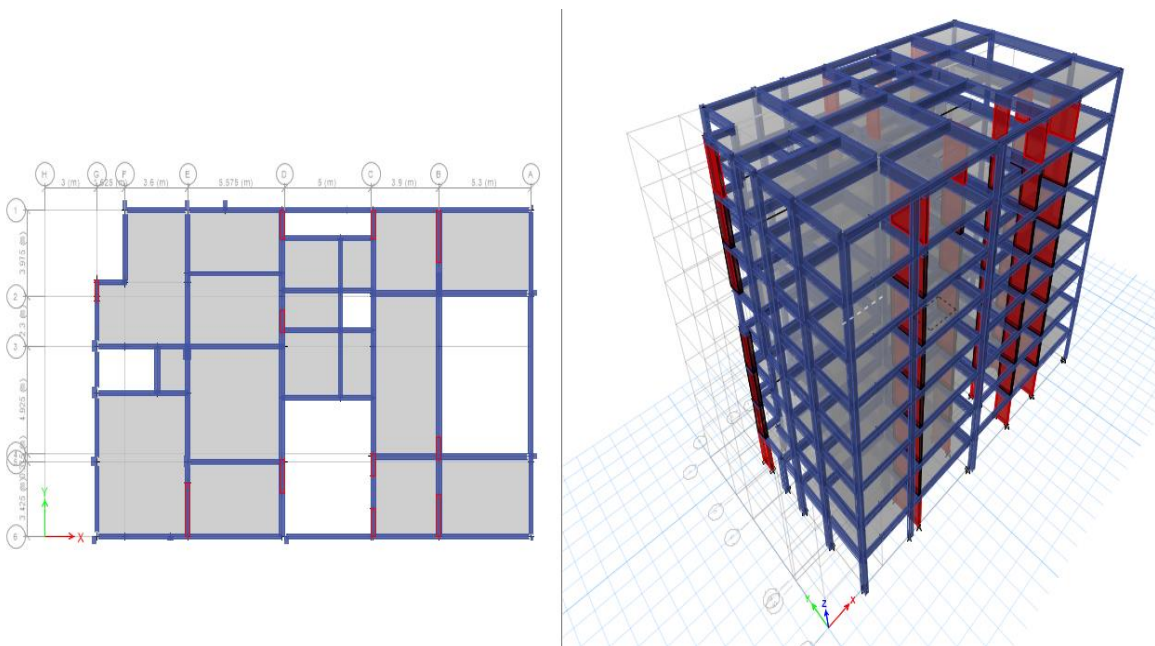


Figura 7. Estructura de ocho niveles modelada sin aislador

Fuente: Elaboración propia

En la figura 7 se puede apreciar el modelamiento de la estructura de ocho niveles las cuales son similares todos los niveles y tiene las mismas dimensiones como se puede ver en la figura. Además, se tomó en cuenta en el modelo todos los dimensionamientos de las columnas, vigas y placas.

Ya teniendo la estructura modelada en el software se puede pasar a realizar el análisis sísmico de acuerdo con lo que indica la norma E.030 que es el diseño sismorresistente

#### 4.4. Análisis sísmico de la estructura

El presente análisis de la estructura es un método conocido por llevar coeficientes sísmicos en cual nos puede ayudar ver los desplazamientos en diferentes direcciones. Además, este análisis se basa en las fuerzas de inercia, como también de acuerdo con la norma E.030 Diseño Sismorresistente indica para hacer este análisis se debe tener en cuenta lo siguiente: tipo de perfil de suelo, factor de zona, factor suelo "S" y factor de uso.

**Tabla 1.** Factor de zona "Z"

Tabla N° 1 FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Fuente: Norma E.030 Diseño sismorresistente

En la tabla 1 podemos encontrar las zonas en donde el Perú está dividida por cuatro zonas geográficas y cada una de las zonas tiene distintos valores los cuales es importante para esta investigación.

**Tabla 2.** Clasificación de suelos

Tabla N° 2 CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO			
Perfil	$\bar{V}_s$	$\bar{N}_{60}$	$\bar{S}_u$
S <sub>0</sub>	> 1500 m/s	-	-
S <sub>1</sub>	500 m/s a 1500 m/s	> 50	>100 kPa
S <sub>2</sub>	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S <sub>3</sub>	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S <sub>4</sub>	Clasificación basada en el EMS		

Fuente: Norma E.030 Diseño sismorresistente

**Tabla 3.** Factor suelo “S”

Tabla N° 3 FACTOR DE SUELO “S”				
SUELO ZONA	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

Fuente: Norma E.030 Diseño sismorresistente

En la tabla 2 y 3 se puede observar la clasificación de perfiles de suelo y los factores de suelos de acuerdo con las zonas geográficas, por lo tanto, para poder sacar los factores debemos saber en qué zona geográfica se encuentra nuestra investigación y poder determinar.

**Tabla 4.** periodos

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

Fuente: Norma E.030 Diseño sismorresistente

Por lo tanto, de acuerdo con las tablas se tiene el factor de suelo “S” de 1, también se obtuvieron los periodos “T<sub>p</sub>” y “T<sub>L</sub>” de 0.40 y de 2.50.

Después de determinar los factores y coeficientes de acuerdo con la norma, lo que faltaría hallar son los valores relacionados de acuerdo con los objetivos el cual se va a determinar con el modelamiento en el programa de ETABS, el cual se va a hacer de acuerdo con la norma E.030 en lo que nos indica que la carga es permanente en la estructura con 25% más de la carga viva. Por lo tanto, para obtener resultado de los desplazamientos se analizó en el programa como se puede parecía en lo siguiente:

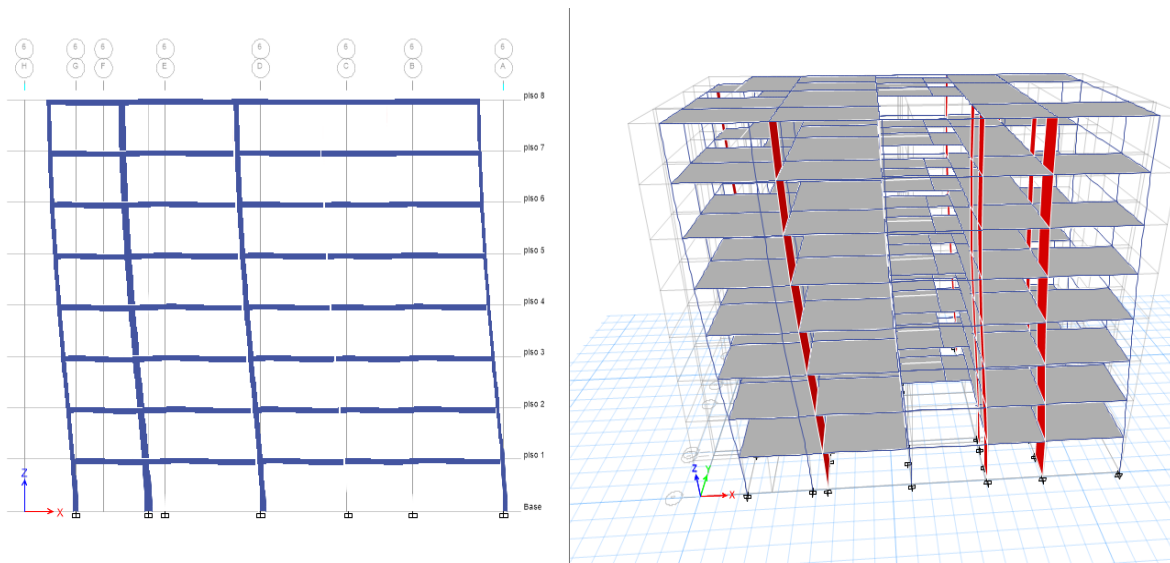


Figura 8. Análisis de la estructura

Fuente: Elaboración propia

En la figura 8 se observa que la estructura empotrada que tiene fallas debido al evento sísmico por el cual podemos ver después de hacer el análisis en el software etabs se puede deducir que ahí una deformación en la estructura

Tabla 5. Resultados de masas participantes

TABLE: Modal Participating Mass Ratios										
Case	Mode	Period	UX	UY	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ
		sec								
Modal	1	1.301	0.8116	0.0001	0.8116	0.0001	0.0000	0.0000	0.2003	0.0002
Modal	2	0.675	0.0005	0.0541	0.8121	0.0542	0.0000	0.0179	0.0000	0.6907
Modal	3	0.535	0.0001	0.6742	0.8122	0.7285	0.0000	0.2732	0.0000	0.0494
Modal	4	0.418	0.1017	0.0002	0.9140	0.7287	0.0000	0.0000	0.5650	0.0002
Modal	5	0.235	0.0386	0.0000	0.9526	0.7287	0.0000	0.0000	0.0737	0.0000
Modal	6	0.192	0.0000	0.0136	0.9526	0.7423	0.0000	0.0518	0.0000	0.1249
Modal	7	0.157	0.0212	0.0000	0.9738	0.7423	0.0000	0.0000	0.0823	0.0000
Modal	8	0.141	0.0000	0.1402	0.9738	0.8825	0.0000	0.3523	0.0000	0.0202
Modal	9	0.115	0.0129	0.0000	0.9867	0.8825	0.0000	0.0000	0.0341	0.0000
Modal	10	0.093	0.0000	0.0071	0.9867	0.8896	0.0000	0.0140	0.0001	0.0445
Modal	11	0.090	0.0079	0.0000	0.9945	0.8896	0.0000	0.0000	0.0277	0.0001
Modal	12	0.075	0.0042	0.0000	0.9987	0.8896	0.0000	0.0000	0.0124	0.0000

Fuente: Elaboración propia



Después de hacer el análisis también se obtienen los resultados de las fuerzas en cada uno de los pisos de acuerdo con las cargas vivas y muertas que se añadió durante el modelamiento de la estructura en el software como se puede apreciar el resultado *del programa*.

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf
piso 8	P:100%CM+2...	Combination			Bottom	261.2044	0	0
piso 7	P:100%CM+2...	Combination			Bottom	526.7652	0	0
piso 6	P:100%CM+2...	Combination			Bottom	792.3259	0	0
piso 5	P:100%CM+2...	Combination			Bottom	1057.8867	0	0
piso 4	P:100%CM+2...	Combination			Bottom	1323.4475	0	0
piso 3	P:100%CM+2...	Combination			Bottom	1589.0083	0	0
piso 2	P:100%CM+2...	Combination			Bottom	1853.849	0	0
piso 1	P:100%CM+2...	Combination			Bottom	2115.8985	0	0

*Figura 9. Historial de las fuerzas del peso sísmico*

*Fuente: Elaboración propia*

Por lo tanto, los pesos y los momentos de acuerdo al resultado dado por el programa podemos ver que los pesos están empleados en cada uno de los niveles de la edificación como se puede observar en la siguiente tabla.

**Tabla 6. Pesos por nivel**

TABLE: Story Forces							
Story	Output Case	Case Type	Location	PESO	PESO POR NIVEL	MX	MY
				tonf	tonf	tonf-m	tonf-m
piso 8	P:100%CM+25%CV	Combination	Bottom	261.2044	261.20	1949.8629	-3839.8618
piso 7	P:100%CM+25%CV	Combination	Bottom	526.7652	265.56	3958.0106	-7699.8718
piso 6	P:100%CM+25%CV	Combination	Bottom	792.3259	265.56	5966.1583	-11559.8819
piso 5	P:100%CM+25%CV	Combination	Bottom	1057.8867	265.56	7974.306	-15419.8919
piso 4	P:100%CM+25%CV	Combination	Bottom	1323.4475	265.56	9982.4537	-19279.9019
piso 3	P:100%CM+25%CV	Combination	Bottom	1589.0083	265.56	11990.6014	-23139.912
piso 2	P:100%CM+25%CV	Combination	Bottom	1853.849	264.84	13987.9492	-26988.186
piso 1	P:100%CM+25%CV	Combination	Bottom	2115.8985	262.05	15944.0072	-30834.0546

*Fuente: Elaboración propia*

Como también es importante de acuerdo al objetivo general tomado para estas investigaciones factibles ver los resultados para poder ver que se cumple con dicho objetivo para esta investigación y hacer una comparación de ello con los desplazamientos que se obtendrá al momento de hacer el análisis con el aislador de péndulo friccional

Diaphragm Center Of Mass Displacements

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None

Filter: ([Output Case] = 'SEX' OR [Output Case] = 'SEY') AND ([Step Number] = 1)

	Story	Diaphragm	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	UX m	UY m	RZ rad	Point	X m	Y m	Z m
▶	piso 8	D8	SEX	LinStatic	Step By Step	1	0.095613	-0.001087	0.00016	4	14.7274	7.5	21.65
	piso 8	D8	SEY	LinStatic	Step By Step	1	-0.001093	0.019003	-0.000266	4	14.7274	7.5	21.65
	piso 7	D7	SEX	LinStatic	Step By Step	1	0.090724	-0.000984	0.000142	17	14.6823	7.4864	18.95
	piso 7	D7	SEY	LinStatic	Step By Step	1	-0.000983	0.016848	-0.000264	17	14.6823	7.4864	18.95
	piso 6	D6	SEX	LinStatic	Step By Step	1	0.082734	-0.000854	0.000121	18	14.6823	7.4864	16.25
	piso 6	D6	SEY	LinStatic	Step By Step	1	-0.000852	0.014404	-0.000251	18	14.6823	7.4864	16.25
	piso 5	D5	SEX	LinStatic	Step By Step	1	0.07181	-0.000699	9.8E-05	19	14.6823	7.4864	13.55
	piso 5	D5	SEY	LinStatic	Step By Step	1	-0.000697	0.011698	-0.000223	19	14.6823	7.4864	13.55
	piso 4	D4	SEX	LinStatic	Step By Step	1	0.058431	-0.000526	7.1E-05	20	14.6823	7.4864	10.85
	piso 4	D4	SEY	LinStatic	Step By Step	1	-0.000523	0.008814	-0.000183	20	14.6823	7.4864	10.85
	piso 3	D3	SEX	LinStatic	Step By Step	1	0.043151	-0.000344	4.5E-05	21	14.6823	7.4864	8.15
	piso 3	D3	SEY	LinStatic	Step By Step	1	-0.000342	0.005903	-0.000131	21	14.6823	7.4864	8.15
	piso 2	D2	SEX	LinStatic	Step By Step	1	0.026627	-0.000174	2.1E-05	22	14.677	7.4618	5.45
	piso 2	D2	SEY	LinStatic	Step By Step	1	-0.000176	0.003188	-7.5E-05	22	14.677	7.4618	5.45
	piso 1	D1	SEX	LinStatic	Step By Step	1	0.010299	-4.7E-05	4E-06	23	14.7065	7.4738	2.75
	piso 1	D1	SEY	LinStatic	Step By Step	1	-4.9E-05	0.001003	-2.4E-05	23	14.7065	7.4738	2.75

Figura 10. Resultado de Desplazamientos

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la figura 10 podemos ver los desplazamientos de la masa del diafragma en las direcciones de X, Y por cada uno de los niveles de la estructura en lo cual podemos observar que en el último tiene un desplazamiento de 0.095 m, el cual puede sufrir más daños en la estructura debido al evento sísmico. También se tiene los periodos y frecuencias de los modos de vibración de la estructura el cual se hizo un análisis modal espectral para dichos modelos obteniendo los siguientes resultados como se puede ver en la siguiente tabla.

Tabla 7. Periodos y frecuencias

TABLE: Modal Periods And Frequencies					
Case	Mode	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue
		sec	cyc/sec	rad/sec	rad <sup>2</sup> /sec <sup>2</sup>
Modal	1	1.301	0.769	4.831	23.342
Modal	2	0.675	1.481	9.304	86.568
Modal	3	0.535	1.869	11.741	137.839

Modal	4	0.418	2.395	15.045	226.362
Modal	5	0.235	4.260	26.769	716.593
Modal	6	0.192	5.206	32.712	1070.046
Modal	7	0.157	6.366	40.001	1600.071
Modal	8	0.141	7.110	44.675	1995.835
Modal	9	0.115	8.714	54.752	2997.813
Modal	10	0.093	10.724	67.380	4540.086
Modal	11	0.09	11.164	70.148	4920.788
Modal	12	0.075	13.410	84.260	7099.699

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, también en el análisis podemos hallar las derivas por cada nivel, según la norma E.030 “diseño sismorresistente” indica que la deriva máxima es de 0.007 para una estructura de concreto armado. Por el cual el resultado dado por el software que en la mayoría de sus niveles cumple con las restricciones dadas por la norma como se puede observar la figura.

Story Drifts

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None

Filter: ([Output Case] = 'SEX') AND ([Step Type] IS NOT NULL) AND ([Step Number] = 1)

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
► piso 8	SEX	LinStatic	Step By Step	1	X	0.001861	52	8.225	0	21.65
piso 7	SEX	LinStatic	Step By Step	1	X	0.003016	52	8.225	0	18.95
piso 6	SEX	LinStatic	Step By Step	1	X	0.004112	52	8.225	0	16.25
piso 5	SEX	LinStatic	Step By Step	1	X	0.005028	52	8.225	0	13.55
piso 4	SEX	LinStatic	Step By Step	1	X	0.005734	52	8.225	0	10.85
piso 3	SEX	LinStatic	Step By Step	1	X	0.006186	52	8.225	0	8.15
piso 2	SEX	LinStatic	Step By Step	1	X	0.006093	52	8.225	0	5.45
piso 1	SEX	LinStatic	Step By Step	1	X	0.003756	52	8.225	0	2.75

Figura 11. Resultado de derivas en dirección X sin aisladores

Fuente: Elaboración propia

Story Drifts

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None

Filter: ([Output Case] = 'SEY') AND ([Case Type] IS NOT NULL) AND ([Step Type] IS NOT NULL) AND ([Step Number] = 1)

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
► piso 8	SEY	LinStatic	Step By Step	1	Y	0.000808	57	3	11.8	21.65
piso 7	SEY	LinStatic	Step By Step	1	Y	0.000963	57	3	11.8	18.95
piso 6	SEY	LinStatic	Step By Step	1	Y	0.001122	57	3	11.8	16.25
piso 5	SEY	LinStatic	Step By Step	1	Y	0.001245	57	3	11.8	13.55
piso 4	SEY	LinStatic	Step By Step	1	Y	0.001301	57	3	11.8	10.85
piso 3	SEY	LinStatic	Step By Step	1	Y	0.001248	19	3	8.725	8.15
piso 2	SEY	LinStatic	Step By Step	1	Y	0.001027	19	3	8.725	5.45
piso 1	SEY	LinStatic	Step By Step	1	Y	0.000469	57	3	11.8	2.75

Figura 12. Resultado de derivas en dirección Y sin aisladores

Fuente: Elaboración propia

En síntesis, se puede determinar que los desplazamientos hallados en el análisis estructuras sin aisladores tiene desplazamientos y derivas de acuerdo a los objetivos propuestos. En lo cual el resultado de los desplazamientos es mínimo por lo que causaría más daño a la estructura por el cual sería factible añadir un aislador y así poder disminuir los daños de la estructura durante un sismo. Sin embargo, el resultado de las derivas cumple con la condición de la norma E0.30 diseños sismorresistente, en lo cual es analizado sin aisladores.

#### 4.5. Análisis de la estructura utilizando aislador de péndulo friccional

Como se puede saber que este tipo de aislador no es muy conocido ya que no se emplea mucho en las edificaciones, sin embargo, ahí aisladores que son más conocidos y empleados en las estructuras de las edificaciones para así poder reducir los daños. Además, es importante tener las propiedades del aislador ya que este va a tener una reacción ante un movimiento sísmico el cual siendo el principal amortiguamiento de la estructura. Por lo cual es importante tener las masas de la estructura en la cual va a ser factible en el análisis usando aislador de péndulo friccional. Además, las fuerzas sísmicas se reducirán debido a la flexibilidad de la estructura horizontalmente, por lo que los aisladores de fricción tienen la capacidad de desplazarse sin causar daños en la estructura. Por lo cual es indispensable controlar los parámetros excesivos de los desplazamientos relativos por cada nivel ya que ocasionan los daños en los elementos estructurales y no estructurales.

	Story	Diaphragm	Mass X tonf-s <sup>2</sup> /m	Mass Y tonf-s <sup>2</sup> /m	XCM m	YCM m	Cum Mass X tonf-s <sup>2</sup> /m	Cum Mass Y tonf-s <sup>2</sup> /m	XCCM m	YCCM m
▶	piso 1	D1	22.40936	22.40936	14.7065	7.4738	22.40936	22.40936	14.7065	7.4738
	piso 2	D2	22.42024	22.42024	14.677	7.4618	22.42024	22.42024	14.677	7.4618
	piso 3	D3	22.49365	22.49365	14.6823	7.4864	22.49365	22.49365	14.6823	7.4864
	piso 4	D4	22.49365	22.49365	14.6823	7.4864	22.49365	22.49365	14.6823	7.4864
	piso 5	D5	22.49365	22.49365	14.6823	7.4864	22.49365	22.49365	14.6823	7.4864
	piso 6	D6	22.49365	22.49365	14.6823	7.4864	22.49365	22.49365	14.6823	7.4864
	piso 7	D7	22.49365	22.49365	14.6823	7.4864	22.49365	22.49365	14.6823	7.4864
	piso 8	D8	20.37825	20.37825	14.7274	7.5	20.37825	20.37825	14.7274	7.5

Figura 13. Masas por cada nivel

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la figura 11 la estructura tiene un total de 177.68 tonf-s<sup>2</sup>/m de masa, el cual será factible también considerar a la hora de añadir el aislador la masa de un todo nivel de la estructura. por lo tanto, al emplear los aisladores en la base y como también debajo de las columnas se tendría una más de 203.22 tonf-s<sup>2</sup>/m.

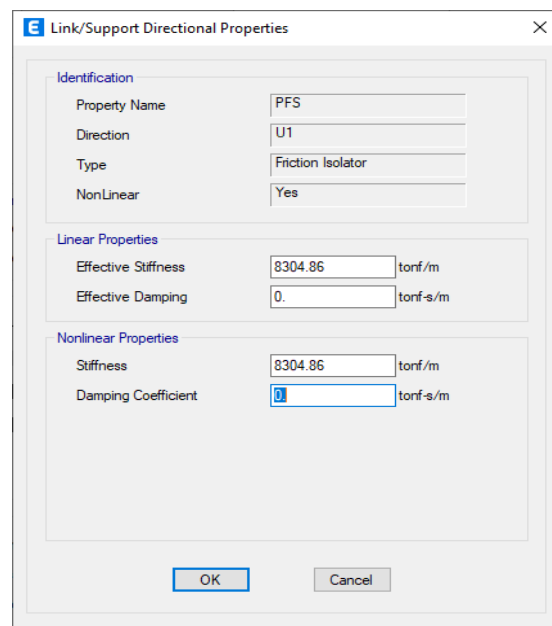
**Tabla 8.** *Periodos y modos de vibración*

1°	Modo TY	1.301
2°	Modo TX	0.675
3°	Modo TZ	0.535

*Fuente: Elaboración propia*

También podemos observar en la tabla la frecuencia de la vibración que se tiene al analizar la estructura. además, como en la norma E.31 que es Aislamiento Sísmico nos indica que los periodos de aislado deben ser mayor a tres veces al periodo con la base empotrada.

La norma ASCE 7-10 establece una metodología general para cualquier procedimiento de análisis y requerimientos principales que garanticen el correcto funcionamiento del sistema aislado. Por lo tanto, se hace un diseño del aislador de péndulo friccional para poder añadir a la estructura las cuales serán factible a la hora de hacer el modelo del aislador de péndulo friccional.



**Figura 14.** *Propiedades del aislador PFS*

*Fuente: Elaboración propia*

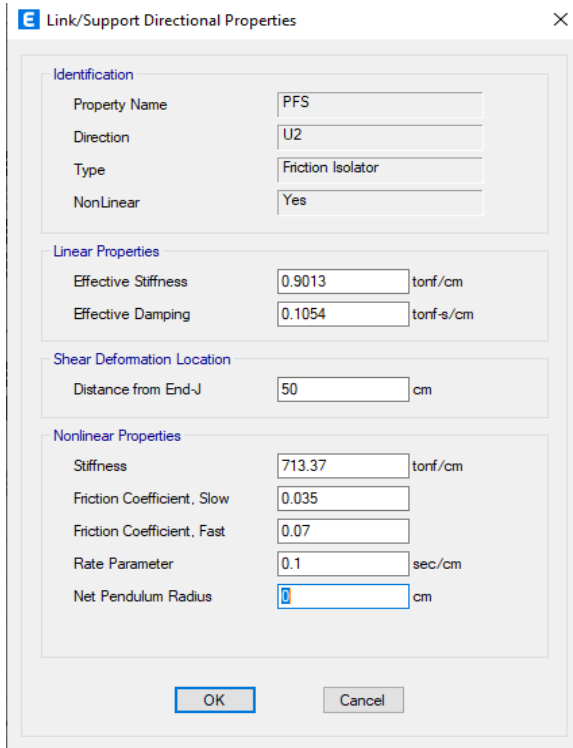


Figura 15. Propiedad del aislador FPS en dirección X

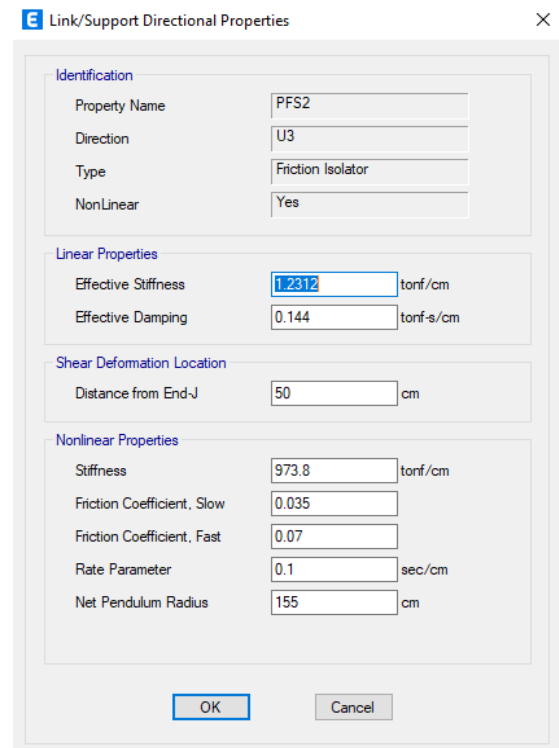


Figura 16. Propiedad del aislador FPS en dirección Y

Fuente: Elaboración propia

Luego se continuo a añadir los asoladores en cada uno de las columnas que se encuentra en la estructura como se puede observar en la siguiente figura.

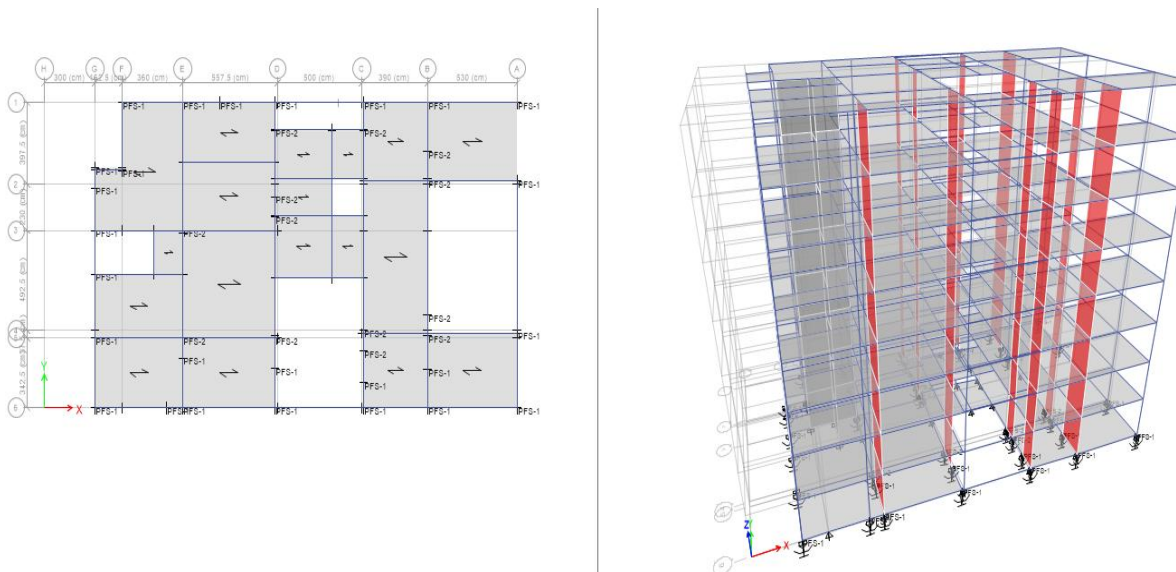


Figura 17. Aisladores PFS ingresados en la base

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la figura 15 ya se ha ingresado todo el aislador con las propiedades del aislador alrededor de la base por el cual se seguía haciendo el análisis para poder obtener los resultados que necesitamos para poder cumplir con el objetivo de la investigación.

**Tabla 9.** *Modo, periodos y frecuencia con aislador*

TABLE: Modal Periods And Frequencies					
Case	Mode	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue
		sec	cyc/sec	rad/sec	rad <sup>2</sup> /sec <sup>2</sup>
Modal	1	1.931	0.518	3.2537	10.5866
Modal	2	1.531	0.653	4.1032	16.8363
Modal	3	1.505	0.664	4.1741	17.423
Modal	4	0.6	1.667	10.4751	109.7282
Modal	5	0.54	1.852	11.6395	135.479
Modal	6	0.389	2.57	16.1447	260.6515
Modal	7	0.336	2.978	18.7128	350.1673
Modal	8	0.324	3.088	19.4017	376.4272
Modal	9	0.305	3.28	20.6107	424.8028
Modal	10	0.213	4.7	29.5302	872.033
Modal	11	0.183	5.471	34.3775	1181.8124
Modal	12	0.166	6.031	37.8951	1436.0372

*Fuente: Elaboración propia*

En la tabla 9 se muestra el resultado de los periodos y frecuencias el cual es fundamental para poder hacer el análisis estático o de fuerzas equivalentes. Sin embargo, estos periodos son importantes para poder hacer cualquier análisis de la estructura porque este tiene una naturaleza dinámica, por lo cual como la norma E.031 Aislamiento sísmico busca hacer diseños que puedan cumplir altos niveles de las estructuras. Además, se puede determinar cuánto se puede desplazar la estructura y ver los daños sufridos.

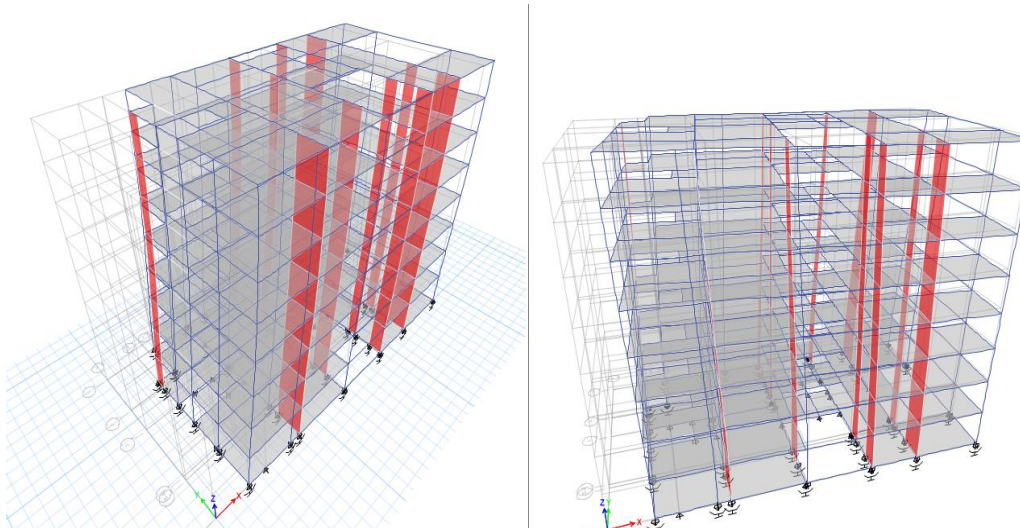


Figura 18. Vista en 3D con aisladores

Fuente: Elaboración propia

También se obtuvo después de hacer el análisis la participación de las masas participativas por cada nivel de las estructuras como podemos ver en la siguiente tabla de resultado el cual se obtuvo del software ETABS.

**Tabla 10.** Modos de masas participantes con aislador de péndulo friccional

TABLE: Modal Participating Mass Ratios										
Case	Mode	Period	UX	UY	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ
		sec								
Modal	1	1.931	0.9432	0.0004	0.9432	0.0004	0.0000	0.0000	0.0543	0.0000
Modal	2	1.531	0.0004	0.8820	0.9435	0.8824	0.0000	0.0059	0.0000	0.1096
Modal	3	1.505	0.0000	0.1110	0.9436	0.9933	0.0000	0.0005	0.0001	0.8743
Modal	4	0.6	0.0489	0.0000	0.9925	0.9934	0.0000	0.0003	0.9015	0.0001
Modal	5	0.54	0.0000	0.0000	0.9925	0.9934	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000
Modal	6	0.389	0.0000	0.0003	0.9925	0.9937	0.0000	0.0327	0.0007	0.0143
Modal	7	0.336	0.0000	0.0060	0.9925	0.9997	0.0000	0.9461	0.0002	0.0003
Modal	8	0.324	0.0061	0.0000	0.9986	0.9997	0.0000	0.0000	0.0189	0.0000
Modal	9	0.305	0.0000	0.0000	0.9986	0.9997	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000
Modal	10	0.213	0.0010	0.0000	0.9996	0.9997	0.0000	0.0000	0.0211	0.0000
Modal	11	0.183	0.0000	0.0002	0.9996	0.9998	0.0000	0.0002	0.0000	0.0007
Modal	12	0.166	0.0000	0.0001	0.9996	0.9999	0.0000	0.0003	0.0001	0.0005

Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, también se obtuvieron los resultados de las derivas por cada nivel de la estructura. Como se puede observar en las siguientes figuras de resultados de las derivas.



Story Drifts

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None

Filter: ([Output Case] = 'SEX') AND ([Case Type] = 'LinStatic') AND ([Step Type] = 'Step By Step') AND ([Step Number] = 1)

	Story	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
▶	piso 8	SEX	LinStatic	Step By Step	1	X	0.001954	52	8.225	0	21.65
	piso 7	SEX	LinStatic	Step By Step	1	X	0.003114	52	8.225	0	18.95
	piso 6	SEX	LinStatic	Step By Step	1	X	0.004217	52	8.225	0	16.25
	piso 5	SEX	LinStatic	Step By Step	1	X	0.005146	52	8.225	0	13.55
	piso 4	SEX	LinStatic	Step By Step	1	X	0.005878	52	8.225	0	10.85
	piso 3	SEX	LinStatic	Step By Step	1	X	0.006412	52	8.225	0	8.15
	piso 2	SEX	LinStatic	Step By Step	1	X	0.006677	52	8.225	0	5.45
	piso 1	SEX	LinStatic	Step By Step	1	X	0.00729	57	3	11.8	2.75

Figura 19. Resultado de derivas en dirección X con aisladores de péndulo friccional

Fuente: Elaboración propia

Story Drifts

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None

Filter: ([Output Case] = 'SEY') AND ([Step Number] = 1)

	Story	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
▶	piso 8	SEY	LinStatic	Step By Step	1	Y	0.001008	50	28	3.675	21.65
	piso 7	SEY	LinStatic	Step By Step	1	Y	0.001056	57	3	11.8	18.95
	piso 6	SEY	LinStatic	Step By Step	1	Y	0.001228	57	3	11.8	16.25
	piso 5	SEY	LinStatic	Step By Step	1	Y	0.001371	57	3	11.8	13.55
	piso 4	SEY	LinStatic	Step By Step	1	Y	0.001465	57	3	11.8	10.85
	piso 3	SEY	LinStatic	Step By Step	1	Y	0.001462	19	3	8.725	8.15
	piso 2	SEY	LinStatic	Step By Step	1	Y	0.001375	19	3	8.725	5.45
	piso 1	SEY	LinStatic	Step By Step	1	Y	0.005016	6	28	15	2.75

Figura 20. Resultado de derivas en dirección Y con aisladores de péndulo friccional

Fuente: Elaboración propia

En las figuras 17 y 18 poder observar todos los valores obtenidos en el análisis de la estructura con aislador de tipo péndulo friccional el cual es con respecto a las derivas de cada piso de la estructura por lo que se puede decir que como antes visto en la estructura empotrada si cumplía con las restricciones que daba la norma E.030 diseño sismorresistente. Por lo cual la estructura aislada también se puede determinar si cumple con las restricciones.

Además, se obtuvieron el resultado de los desplazamientos como se puede observar en la siguiente tabla.

**Tabla 11.** Resultado de desplazamientos con aislador de péndulo friccional

TABLE: Diaphragm Center Of Mass Displacements											
Story	Diaphragm	Output Case	Case Type	Step Type	UX	UY	RZ	Point	X	Y	Z
					m	m	rad		m	m	m
piso 8	D8	SEX	LinStatic	Step By Step	0.1705	-0.0019	0.0001	4	14.7274	7.5	21.65
piso 8	D8	SEY	LinStatic	Step By Step	-0.0018	0.0886	-0.0002	4	14.7274	7.5	21.65
piso 7	D7	SEX	LinStatic	Step By Step	0.1654	-0.0017	0.0001	18	14.6823	7.4864	18.95
piso 7	D7	SEY	LinStatic	Step By Step	-0.0017	0.0860	-0.0002	18	14.6823	7.4864	18.95
piso 6	D6	SEX	LinStatic	Step By Step	0.1572	-0.0015	0.0001	19	14.6823	7.4864	16.25
piso 6	D6	SEY	LinStatic	Step By Step	-0.0015	0.0832	-0.0002	19	14.6823	7.4864	16.25
piso 5	D5	SEX	LinStatic	Step By Step	0.1460	-0.0013	0.0000	20	14.6823	7.4864	13.55
piso 5	D5	SEY	LinStatic	Step By Step	-0.0013	0.0800	-0.0002	20	14.6823	7.4864	13.55
piso 4	D4	SEX	LinStatic	Step By Step	0.1324	-0.0011	0.0000	21	14.6823	7.4864	10.85
piso 4	D4	SEY	LinStatic	Step By Step	-0.0011	0.0767	-0.0001	21	14.6823	7.4864	10.85
piso 3	D3	SEX	LinStatic	Step By Step	0.1168	-0.0008	0.0000	22	14.6823	7.4864	8.15
piso 3	D3	SEY	LinStatic	Step By Step	-0.0009	0.0732	-0.0001	22	14.6823	7.4864	8.15
piso 2	D2	SEX	LinStatic	Step By Step	0.0997	-0.0005	-0.0001	23	14.677	7.4618	5.45
piso 2	D2	SEY	LinStatic	Step By Step	-0.0006	0.0699	0.0000	23	14.677	7.4618	5.45
piso 1	D1	SEX	LinStatic	Step By Step	0.0820	-0.0003	-0.0001	24	14.7065	7.4738	2.75
piso 1	D1	SEY	LinStatic	Step By Step	-0.0004	0.0668	0.0000	24	14.7065	7.4738	2.75

Fuente: Elaboración propia

En síntesis, los resultados obtenidos se realizaron de acuerdo a los objetivos propuestos en la investigación los cuales se determinó el análisis de una manera ordenada y teniendo en cuenta las normas peruanas en lo cual se hizo un modelamiento de base empotrada y aislada. Además, se determinó los objetivos específicos propuestos el cual es determinar cuál es la influencia en el análisis usando el aislador de péndulo friccional, la deformación de la estructura y ver los desplazamientos, como también se obtuvo las derivas y las deformaciones en los análisis realizados en los modelos de la estructura empotrada como aislada en el software ETABS.

## V. DISCUSIÓN

Los aisladores sísmicos son dispositivos que ayuda a proteger las estructuras de las edificaciones durante un evento sísmicos ya que los aisladores permiten que la estructura se pueda desplazar sin causar grandes daños en la estructura. en lo cual se realizó de acuerdo a la norma E.031 “aislamiento sísmico”, por lo cual la presente tesis se enfoca en hacer análisis de las estructuras haciendo uso de aislador de péndulo friccional en la calle Carlos Tenaud del distrito de Miraflores. Lo cual en la presente investigación se obtuvieron resultados del análisis.

En el objetivo general: “Determinar el análisis de la estructura usando aisladores de tipo péndulo friccional, Carlos Tenaud, Miraflores 2022”, lo cual ha sido realizado en la investigación en lo cual se puede se puede afirmar que ahí diferencia en la estructura aislada con la estructura empotrada. Así mismo (Yucra, y otros, 2020) utilizaron el desarrollo de análisis estático y dinámico con respecto a la estructura. el cual su estructura contaba con la base empotrada y aislada, en cual ayudo a obtener óptimos resultados de la estructura con la finalidad de poder determinar con claridad la esencia de los periodos que se puede generar en el análisis. Además, este desarrollo es fundamental para poder ver la iteración de los resultados obtenidos de la estructura durante un sismo, los cual se puede decir que los desplazamientos de cada nivel se han reducido significativamente en lo cual se indica que la reducción daño con aislador de péndulo friccional triple es el 67% debido a los desplazamientos de entrepisos.

Por su parte (Paniagua, 2020) indica que de acuerdo a los modelos realizados en el software sap2000 puede afectar significativamente en el levantamiento de los drifts de entrepisos de la estructura, en cual se verifico cada uno de los drifts de con base empotada y aislada con lo que determino que los registros de datos eran menores en el caso de modelo de iteración de suelo estructura con el suelo rígido cuando se realizó el análisis. Lo cual puede también se comprobó los desplazamientos laterales y de fuerza corte lo cual es muy impórtate tener en cuenta, ya que las fuerzas de corte dependen de las fuerzas axiales de comprensión que los aisladores pueden soportar los pesos de la estructura. sin embargo, la iteración de suelo no presenta afecto en los desplazamientos y fuerzas laterales lo cual este ayuda a reducir daños de la estructura como también

a reducir oscilaciones de las frecuencias altas el cual produce un impacto con la estructura, lo cual se puede decir que si llega la estructura a situaciones que perjudican se puede recomendar que se puede cambiar el sistema de aislación sísmico de la estructura.

En el primer objetivo específico: “determinar cuánto influye el análisis de la estructura usando aisladores de tipo péndulo friccional, Carlos Tenaud, Miraflores” se tuvo resultados del análisis según la norma E.030 “diseño sismorresistente” el cual ha sido utilizado para la estructura convencional, con aislador de tipo péndulo friccional, lo que se puede deducir que la influencia de los aisladores en las estructuras es factible ya que ayuda a que tenga una mejor resistencia ante eventos sísmicos. (Davila, y otros, 2019) dice que la influencia de los aisladores de péndulo friccional en las estructuras es importante ya que se llegó a obtener un resultado de 35% de los desplazamientos por lo cual se indica que varios autores de investigaciones llegan a un mismo porcentaje, en lo cual puede ser factible ver el sistema estructural. Como también se puede decir que el sistema de aislación muy eficiente por que influye mucho en los desplazamientos de la estructura lo cual hacer que no tenga desplazamientos máximos de la estructura.

Por otro lado (Hernandez, y otros, 2019) también indican que el sistema de aislación influye en los resultados de la estructura durante un evento sísmico en lo cual este se determino al realizar el análisis de la estructura. lo cual se comprobó que si cumple con los parámetros establecidos por la NSR-10, lo cual el sistema de aislación es factible para poder reducir las fuerzas sísmicas y con el propósito de que no sufra ningún tipo de daño de tal manera pueda trabajar en un rango elástico. El aislamiento en la base tiene una influencia en los comportamientos de la estructura durante los eventos sísmicos.

En el segundo objetivo específico que es determinar la deformación de la estructura usando aisladores de tipo péndulo friccional, Carlos Tenaud, Miraflores. Lo cual también se cumplió en la presente investigación para lo cual se realizó dos modelos de la estructura de forma empotrada y aislada para poder determinar el análisis de ambos casos con la finalidad de ver las deformaciones que se puede generar, por lo cual se obtuvo una deformación mayor en la base empotrada, indicando que causa daños en la estructura, mientras con base

aislada no se obtuvo mucha deformación lo cual indica que es muy factible el sistema de aislación sísmica el cual ayuda a reducir daños en la estructura. Por otro lado (Durand, 2020) menciona que en su análisis estructural que también realizó se obtuvo resultados de los aisladores sísmicos en lo cual indica que obtuvo una absorción de fuerza sísmica de 74% para el sistema de aislación FPS, por lo cual con este sistema de aislación se pudo ver que no hay mucha deformación en las estructuras el cual es muy viable.

En el tercer objetivo específico que es calcular el desplazamiento y fuerzas internas de la estructura usando aisladores de tipo péndulo friccional, Carlos Tenaud, Miraflores. Para poder obtener los resultados de este objetivo se realizó análisis de la estructura con base empotrada y aislada en donde se obtuvo resultados favorables para la estructura. (Cango, 2018) que indica que el sistema de aislación es factible para las estructuras en lo cual se puede obtener los desplazamientos y las fuerzas internas de la estructura. Además, se puede saber que el aislador de tipo péndulo friccional tiene un 84% de reducción de daño de la estructura por lo cual es importante las implementaciones de los aisladores en las bases de las estructuras. Por otro lado (Ruiz, 2017) realizó el análisis estático en el cual fue desarrollado para el aislador de péndulo friccional doble. El cual es análisis estático se realizó para cada una de los límites del rango de variación del valor nominal en lo cual se obtuvo los desplazamientos de la estructura por cada nivel ya sea de base empotrada y base con sistema de aislación.

Como se puede observar, a nivel internacional los análisis utilizados son los más destacados en un análisis de estructuras. Sin embargo, existe varios tipos de análisis lineal y no lineal por lo cual también varios autores indica que si se puede hacer comparaciones de las estructuras aisladas y empotradas. (Vidaurre, 2021) indica que efectuó un análisis no lineal de tiempo-historia y análisis modal-espectral para poder obtener el comportamiento de la estructura analizada. En lo cual se puede determinar si alcanza un nivel de desempeño de prevención de colapso. Por lo tanto, se puede decir que los periodos de aislamiento se pueden aumentar de acuerdo a la norma peruana en lo cual las probabilidades de falla pueden reducirse o disminuir en consecuencias de sismo.

## VI. CONCLUSIONES

1. De acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis, se puede concluir que el uso de los aisladores de péndulo friccional es eficaz ya que este sistema optimizó las propiedades de la edificación esencialmente de acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis.
2. Se puede afirmar que existe una gran diferencia entre los resultados obtenidos en el análisis de la estructura de 8 niveles, el cual se realizó con y sin aislado, por lo cual los valores obtenidos de los periodos, fuerzas y derivas para ambos casos cambian en cada análisis.
3. Con el análisis modal espectral se determinó que los periodos en cada modo de vibración iban en aumento, por lo cual los aisladores sísmicos son diseñados con el objetivo de que sus periodos sean mayores que de la estructura sin aislador. De tal manera se obtuvieron los siguientes periodos para cada uno de los casos el cual los valores son de 1.30 s sin aislador y 1.93 s con aislador de la estructura analizada.
4. Se determinó de acuerdo con los resultados obtenidos en los análisis sísmicos, que en efecto el uso de los aisladores sísmicos de Péndulo de fricción es muy factible ya que mejoró el diseño sismorresistente de la estructura, de acuerdo con lo establecido en lo cual cumple con las restricciones de la norma E.030 "Diseño Sismorresistente" y E.031 "aislamiento sísmico".
5. Se concluyó que en los modelamientos realizados de la estructura en el software ETABS se puede decir que el uso de los aisladores de péndulo friccional tiene mejores rangos que son factibles en las edificaciones ya que con este sistema se presenta un rango de eficiencia de antisísmica en las estructuras y así no causar muchos daños de la estructura.

## VII. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda hacer correctamente el modelamiento en el software ETABS, para así no tener problemas con los resultados a la hora de hacer el análisis en la investigación, como también se recomienda hacer el uso de las normas peruanas para poder sacar los datos de las cargas, materiales, entre otros valores el cual es factible en el modelamiento.
- ✓ También sería conveniente que las entidades del Estado – Ministerio de viviendas y salud, tengan en cuenta que el uso de los aisladores de péndulo friccional en las bases de las edificaciones esenciales ya que este sistema de aislación brinda rangos mejores de eficiencia antisísmica, ya que este dispositivo tiene menor tiempo de fabricación y puesta en obra, el cual también este dispositivo tiene un menor costo en la adquisición.
- ✓ Se sugiere tener en cuenta las dimensiones de la estructura, la cantidad de niveles de piso como también tener en cuenta las dimensiones de las columnas don de encajaran los aisladores, de esa manera que los dispositivos tengan la capacidad de soportar la energía y tenga buenos resultados sismorresistentes el cual es favorable para la estructura en su totalidad.
- ✓ Se recomienda seguir las líneas de investigación relacionados con el sistema de defensa para las estructuras, con la finalidad de poder brindar mayores aportes en la ingeniería estructural de nuestro país. además, en el 2019 el ministerio de viviendas, construcción y saneamiento lo cual se decidió en la implementación de la norma E.031 “Aislamiento sísmico”

## REFERENCIAS

**Aguiar, R, y otros. 2017.** Metodo simplificado para el analisis sismico de estructuras con aisladores FPS de tercera generacion. Ecuador : Revista Internacional de Metodos Numericos para Calculo y Diseño en Ingenieria, 2017. 33.

**Aguiar, Roberto. 2018.** Analisis sismico de hospital de quininde con dos tipos de aisladores. Valle de los chillos-Ecuador : Revista Internacional de ingenieria de estructuras, 2018.

**Baldeón, Erick y Ttica, Román. 2020.** Analisis comparativo entre los sistemas aporticados y el aislador elastomerico con nucleo de plomo para el pabellón B de un establecimientode salud. Llma - Perú : Universidad Ricardo Palma, 2020.

**Cai, Yanyan, y otros. 2020.** Vertical dynamic response of a pile embedded in radially inhomogeneous soil based on fictitious soil pile model. china : Soil Dynamics and Earthquake Engineering , 2020. 106038.

**Calderon, Blanca. 2018.** Analisis y diseño estructural con aisladores sismicos del pabellón de un hospitaltipo II-1, Lima 2018. Lima - Perú : Universidad Cesar Vallejo, 2018.

**Cango, Ángel. 2018.** Diseño y analisis de edificaciones con aisladores de base tipo FPT. Ecuador : Universidad de Cuenca, 2018.

**Carrillo, Cecilia. 2017.** Analisis comparativo de diferentes aisladores sismicos para edificaciones esenciales con fines de reduccion de daños - hospital de llave, Puno 2017. Lima - Perú : Universidad Cesar Vallejo, 2017.

**Chuman, Ayrton. 2017.** Analisis y diseño estructural comparativode una edificacion de quince niveles, con y sin aisladores sismicos elastomericos con nucleo de plomo, ubicada en el Distrito de pimentel. Lima - Perú : Repositorio Academica USMP, 2017.

**Davila, Erlik y Hinojosa, Carlos. 2019.** Analisis de la vulnerabilidad sismica para una edificacion de 10 pisos utilizando aisladores o el sistema dual, Av. Panama - Lima. Lima - Perú : Repositorio Academica USMP, 2019.

**Domenico, Dario De, Ricciardi, Giuseppe y Zhang, Ruifu. 2020.** Optimal design and seismic performance of tuned fluid inerter applied to structures with friction pendulum isolators. china : Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 2020.

**Durand, Naysha. 2020.** Evaluacion del aislador elastomerico y tiple pendulo segun norma e.031, para la mejora de la respuesta sisimica del hospital mi Perú, Region Callao. Lima - Perú : Universidad Privada del Norte, 2020.

**Hernandez, Saul y Ñañez, Angie. 2019.** Estudio comparativo del diseño de la estructura de una edificacion tipica apoyada sobre aisaldores sismicos y apoyos rigidos. Bogota - Colombia : Universidad Catolica de Colombia, 2019.



**Huanca, Jhessenia y Melendez, Marienela. 2016.** Analisis dinamico modal espectral de una edificacion convencional y otra con aislador sismico a nivel intermedio de la estructura en la ciudad de Tacna. Tacna-Perú : Universidad Privada de Tacna, 2016.

**Leyton, Michael. 2017.** implementacion de aisladores sismicos en un edificio de viviendas en Lima. Lima -perú : Ponteficia Universidad Catolica del Perú, 2017.

**Millones, David. 2019.** Estudio comparativo de una edificacion de nueve niveles y dos sotanos, con y sin aisladores sismicos. Chiclayo - Perú : Universidad Catolica Santo Toribio de Mogrovejo, 2019.

**Muñoz, Joseph. 2017.** Analisis y diseño de una estructura Hospitalaria con aisladores sismicos en la ciudad de Arequipa. Arequipa - Perú : Universidad Catolica Santa María, 2017.

**Olivares, Claudio. 2018.** natural torsion in structure isolated with the triple friction pendulum system. Santiago de Chile : Ponteficia Universidad Catolica de Chile, 2018.

**Paniagua, Marcos. 2020.** Efectos del levantamiento en una estructura esbelta aislada con pendulos de friccion en sap2000 considerando interaccion suelo estructura. Santiago de Chile : Ponteficia Universidad Catolica de Chile, 2020.

**Pérez, Amanda y Vásquez, Maria José. 2016.** Diseño de aisladores sismicos de base para edificios de oficina de 10 niveles con sistema estructural de porticos rigidos de concreto reforzado. Managua-Nicaragua : Universidad Centroamericana, 2016.

**pérez, Ashly. 2019.** Aisladores elastomericos con nucleo de plomo en la reduccion de daños sismicos en edificaciones esenciales, surco - Lima. Lima - Perú : Univerdidad Peruana los Andes, 2019.

**Quenta, Freddy. 2017.** Analisis y diseño estructural con asiladores sismicos del hospital lucio aldazabal pauca de la ciudad de huancané - puno - 2015. Puno-Perú : Repositorio Intitucional UNA-PUNO, 2017.

**Quispe, Ana Maria. 2021.** propuesta de diseño en la infraestructura con aisladores sismicos para mejorar el comportamiento estructural del hospital nacional almanzor aguinaga asenjo, Chiclayo-2019. Chiclayo - Perú : Universidad Particular de Chiclayo, 2021.

**Ramos, Alex. 2018.** Analisis y diseño de una clinica haciendo uso de aisladores en su base. Arequipa : Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2018.

**Ruiz, Paul. 2017.** Analisis y diseño de edificios con aisladores sismicos de pendulo friccion doble y triple. Lima - Perú : Ponteficia Universidad Catolica del Perú, 2017.

**Shashwat, y otros. 2020.** Tuned mass dampers in wind response control of wind turbine with soil-structure interaction. s.l. : Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 2020.

**Sierra, Dierid y Páez, Diana. 2020.** Aisladores sismicos de base: un compendio de

alternativas. Bogota : Universidad Militar Nueva Granada, 2020.

**Sifuentes, Wilmer. 2020.** Diseño sísmico estructural de un edificio multifamiliar de 12 niveles con aisladores sísmicos, urbanización San Andrés - trujillo - La Libertad. Trujillo - Perú : Universidad Cesar Vallejo, 2020.

**Silvano, Olivier y Miquel. 2020.** The e-dva method: a new approach for multi-modal pushover analysis under multi-component earthquakes. Francia : Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 2020.

**Tacillo, Yauli. 2016.** Metodología de la investigación científica. Jesús María : Universidad Jaime Bausate y Meza, 2016. 102.

**Trujillo, Erick. 2017.** Diseño integral de estructuras con sistema de aislamiento sísmico aplicado a un edificio de concreto armado. Huancayo - Perú : Universidad Nacional del Centro del Perú, 2017.

**Vidaurre, Christy. 2021.** Análisis sísmico de una estructura de concreto armado de ocho niveles con y sin aisladores sísmicos, Lince, Lima - 2021. Lima - Perú : Universidad Cesar Vallejo, 2021.

**Villarruel, Gisela y Aguiar, Roberto. 2017.** Comparación de estructuras rígidas con estructuras flexibles sobre aisladores sísmicos FPT. Ecuador : Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, 2017.

**Wayne, BoothGregory. 2022.** Investigación y análisis cuantitativos: descripción general de los métodos cuantitativos. Texas : LeTourneau University, 2022.

**Yucra, Mariela y Quispe, Nestor. 2020.** Análisis y diseño sísmico de una edificación de cinco niveles con el uso de aisladores de base tipo péndulo friccional triple. Arequipa - Perú : Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2020.

**Zhang, Jinghua, y otros. 2020.** Shaking table test on shaft-tunnel junction under longitudinal excitations. China : Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 2020.

**Zhong, Zilan, y otros. 2020.** Seismic fragility assessment of the daikai subway station in layered soil. s.l. : Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 2020.

## **ANEXOS**

## NAEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: “Análisis de estructuras usando aisladores de tipo péndulo friccional, Carlos Tenaud, Miraflores - 2022”							
Autor: Asencio Rodriguez Stalyn Nilo							
PROBLEMAS GENSAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENCIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	METODOLOGIA
¿Cómo se analizará una estructura usando aisladores de tipo péndulo friccional, Carlos Tenaud, Miraflores 2022?	Determinar el análisis de la estructura usando aisladores de tipo péndulo friccional, Carlos Tenaud, Miraflores 2022	el análisis estructural con aisladores de tipo péndulo friccional garantiza el comportamiento en una estructura en Miraflores	Variable independiente (x) análisis estructural	dimensionamiento elementos estructurales	Sección de columna Sección losa Sección vigas	Hoja de cálculo, Excel norma e.020, e.030 y e. 060	<b>METODO</b> Científico  <b>Tipo de investigación</b> Tipo aplicada  <b>Diseño de investigación</b> Experimental  <b>Nivel de la investigación</b>  Nivel aplicado
<b>PROBLEMAS ESPECIFICOS</b>	<b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b>	<b>HIPOTESIS ESPECIFICAS</b>		dimensionamiento del aislador sísmico	Aceraciones Desplazamientos Cortante	hoja de calculo Excel norma e.020, e.030 y e. 060	
¿Cómo influye el análisis de la estructura usando aisladores de tipo péndulo friccional, Carlos Tenaud, Miraflores 2022?	Determinar cuánto influye el análisis de la estructura usando aisladores de tipo péndulo friccional, Carlos Tenaud, Miraflores	El estudio del análisis de la estructura con aisladores de péndulo friccional	Variable dependiente (y) aislador de péndulo friccional	análisis de fuerzas laterales	Fuerzas cortantes Desplazamientos Derivadas	Programa ETABS	<b>Instrumento</b> Planos y ETABS
¿Cómo influye la deformación de la estructura usando aisladores de tipo péndulo friccional, Carlos Tenaud, Miraflores 2022?	Determinar la deformación de la estructura usando aisladores de tipo péndulo friccional, Carlos Tenaud, Miraflores.	El estudio de la deformación con aisladores de péndulo de fricción		análisis tiempo historia	Fuerzas cortantes Desplazamientos Derivadas		
¿De qué manera se genera el desplazamiento y fuerzas internas de la estructura usando aisladores de tipo péndulo friccional, Carlos Tenaud, Miraflores 2022?	Calcular el desplazamiento y fuerzas internas de la estructura usando aisladores de tipo péndulo friccional, Carlos Tenaud, Miraflores.	El estudio del desplazamiento y fuerzas internas de la estructura con aisladores de péndulo de fricción.		análisis dinámico modal	Fuerzas cortantes Derivadas Aceleración		

## ANEXO 2: MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES

<b>TÍTULO: “Análisis de estructuras usando aisladores de tipo péndulo friccional, Carlos Tenaud, Miraflores - 2022”</b>					
<b>Autor: Asencio Rodriguez Stalyn Nilo</b>					
<b>VARIABLES</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ESCALA DE MEDICIÓN</b>
<b>(Variables. Independiente) (X) análisis estructural</b>	El análisis estructural es que se debe de usar ecuaciones para poder calcular las resistencias de los materiales por el cual se debe de tener en cuenta que las ecuaciones nos puedan ayudar a encontrar los esfuerzos internos, deformaciones y tensiones que actúan en las estructuras como edificaciones o esqueletos resistentes. Sin embargo, el análisis dinámico estudiará el comportamiento de las estructuras y aparición de posibles vibraciones que se puede afectar las estructural.	El análisis estructural no puede permitir ver el comportamiento de la estructura, en lo cual podemos encontrar los registros de datos y la sismología de la estructura los cuales permitirán hacer el dicho análisis en las estructuras para así poder monitorear el comportamiento de las estructuras ante un evento sísmico.	dimensionamiento elementos estructurales	Sección de columna  Sección losa  Sección vigas	Razón
			dimensionamiento del aislador sísmico	Aceraciones Desplazamientos Cortante	Razón
<b>(Variables. Dependiente) (Y) aislador de péndulo friccional</b>	El aislador de péndulo friccional alrededor del 2009, se comenzó con la fabricación de este sistema de aislación el cual se utilizó un material principal para el caso FIP que es el UHMW-PE (Ultra-High Molecular Weight Poly-Ethylene). En lo cual fue rápidamente desarrollado en los mercados debido a que su bajo coeficiente de roce. Además, un aislador de péndulo friccional es un sistema mecánico que nos ayuda a reducir las aceleraciones en un sistema vibratorio. Sin embargo las propiedades físicas y mecánicas de la estructura deben tener una estabilidad antes y después de un sismo.	El aislador de péndulo friccional no permitirá hacer los cálculos respectivos de cuanto nos puede ayudar a reducir los daños ante un evento sísmico, en lo cual se hará los desplazamientos, deformaciones y aceleración llegará a medirse a través de la determinación de desplazamientos, deformaciones y la aceleración para ver si es factible estos aisladores.	análisis de fuerzas laterales	Fuerzas cortantes Desplazamientos Derivadas	Razón
			análisis de fuerzas laterales	Fuerzas cortantes Desplazamientos Derivadas	Razón
			análisis dinámico modal	Fuerzas cortantes Derivadas Aceleración	Razón

### ANEXO 3: FICHA DE RESULTADO



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO – FACULTAD DE INGENIERIA

Alumno: Asencio Rodriguez Stalyn Nilo

<p align="center"><b>FICHA DE RESULTADO: MODELAMIENTO ETABS</b></p> <p>Proyecto de investigación: "Análisis de estructuras usando aisladores de tipo péndulo friccional, Carlos Tenaud, Miraflores - 2022"</p>		<p><b>Valoración</b></p> <p>1 – de acuerdo 0 – no de acuerdo</p>	
<p><b>I. DATOS GENERALES DE LA MUESTRA</b></p>			
<p>• Resistencia a la compresión (F<sub>c</sub>) .....</p>			
<p>• Esbeltez: .....</p>			
<p>• Número de pisos .....</p>			
<p><b>II. RESULTADO DEL MODELAMIENTO PARA TERREMOTOS EN PERIODOS DE AÑOS</b></p>			
<p><b>Respuesta del modelamiento tiempo - historia</b></p>	<p align="center"><b> AISLADORES SISMICOS </b></p>		
	<p>LRB</p>	<p>FPS</p>	
<p>Aceleración absoluta del piso superior</p>			
<p>Coficiente sismico</p>			
<p>Derivada máxima</p>			
<p>Desplazamiento en la base</p>			
<p>PUNTAJE</p>			

Nombres y Apellidos: ..... CIP: .....

Teléfono/ e-mail: .....

ANEXO 4: FICHA TECNICA



<b><u>FICHA TECNICA DE FUERZAS EN LOS AISLADORES</u></b>		
<b>Proyecto de investigación:</b> "Análisis de estructuras usando aisladores de tipo péndulo friccional, Carlos Tenaud, Miraflores - 2022"		
Datos del aislador de péndulo friccional		
<hr/>		
<b>FUERZAS EN LOS AISLADORES</b>		
X		Y
<hr/>		
Aislador de péndulo friccional		
Datos del aislador tiple péndulo		
<hr/>		
<b>FUERZAS EN LOS AISLADORES</b>		
X		Y
<hr/>		
Aislador tiple péndulo		
Comparación de fuerzas en los aisladores		
<hr/>		
<b>FUERZAS EN LOS AISLADORES</b>		
X		Y
<hr/>		
aislador de péndulo friccional		
Aislador tiple péndulo		
$\Delta$		
$\% \Delta$		
<hr/>		

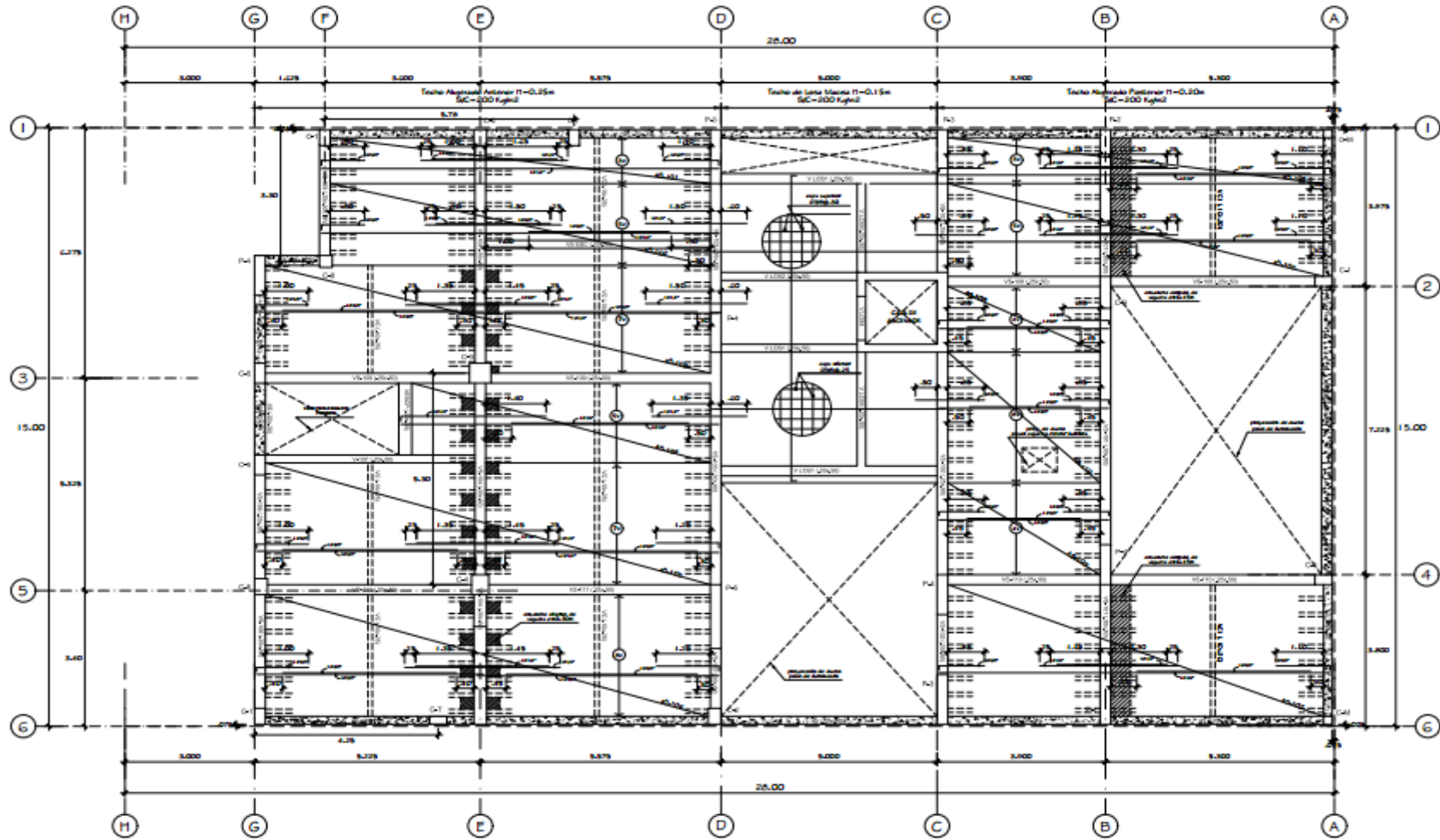
## ANEXO 5: FICHA TECNICA DE DEZPLAZAMIENTO



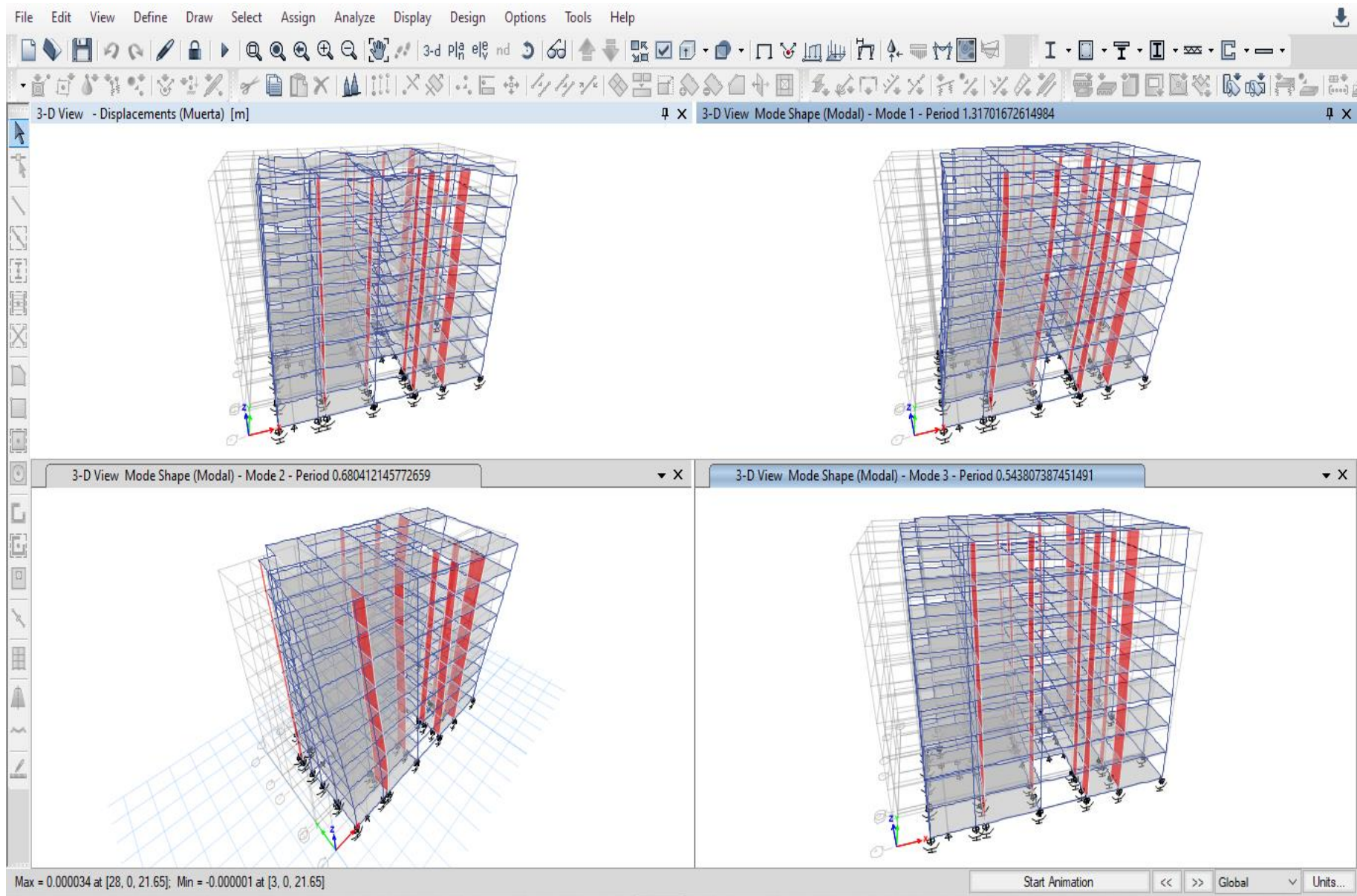
<b><u>FICHA TECNICA DE DESPLAZAMIENTO DEL SISTEMA DE AISLACION</u></b>		
<b>Proyecto de investigación: "Análisis de estructuras usando aisladores de tipo péndulo friccional, Carlos Tenaud, Miraflores - 2022"</b>		
Datos del aislador de péndulo friccional		
		<b>DESPLAZAMIENTO DEL SISTEMA DE AISLACION</b>
		X                      Y
<hr/>		
Aislador de péndulo friccional		
Datos del aislador triple péndulo		
		<b>DESPLAZAMIENTO DEL SISTEMA DE AISLACION</b>
		X                      Y
<hr/>		
Aislador triple péndulo		
Comparación de Desplazamientos en el sistema de aislación		
		<b>DESPLAZAMIENTO DEL SISTEMA DE AISLACION</b>
		X                      Y
<hr/>		
aislador de péndulo friccional		
Aislador triple péndulo		
$\Delta$		
$\% \Delta$		
<hr/>		



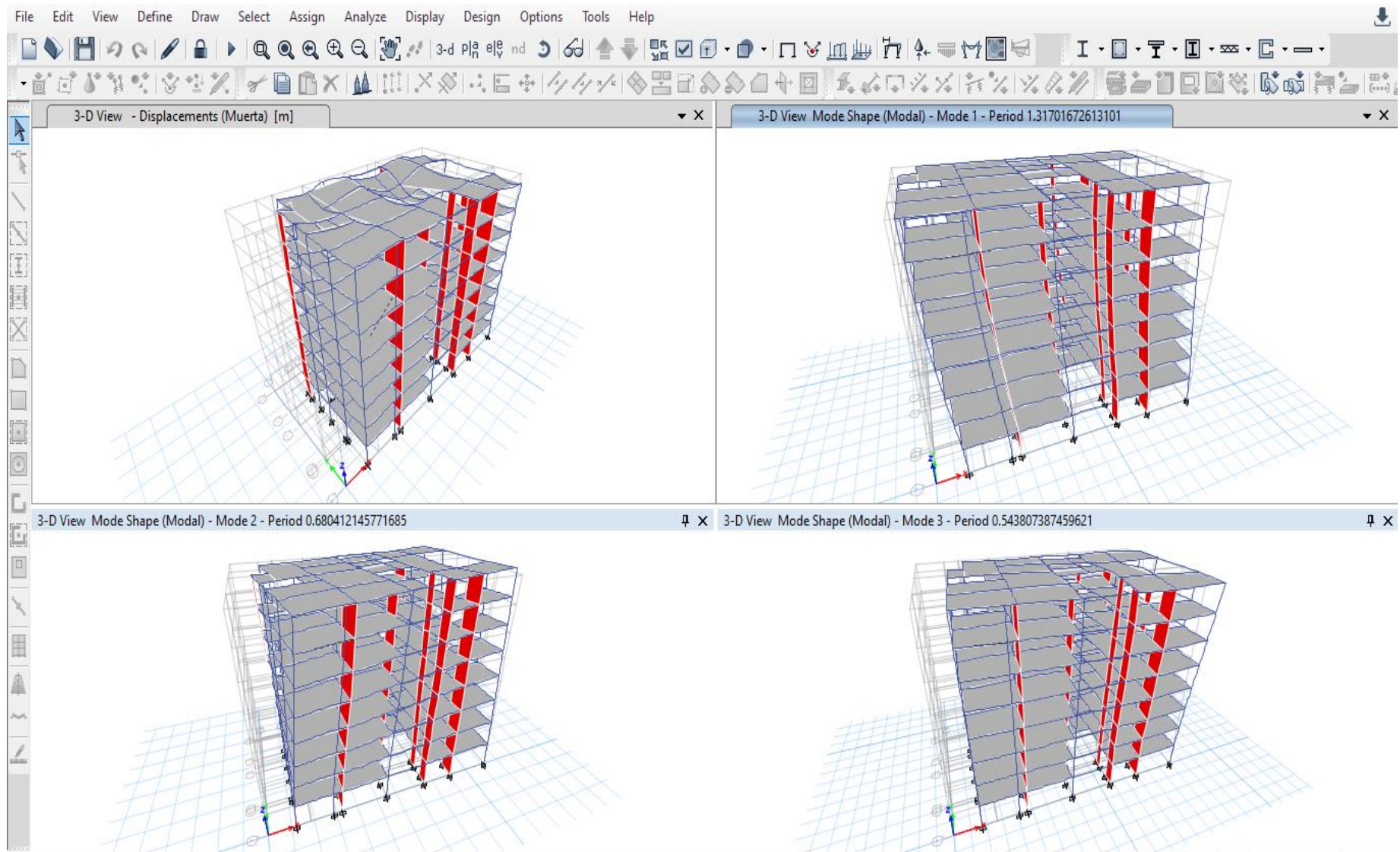
# ANEXO 6: PLANO DE ESTRUCTURA



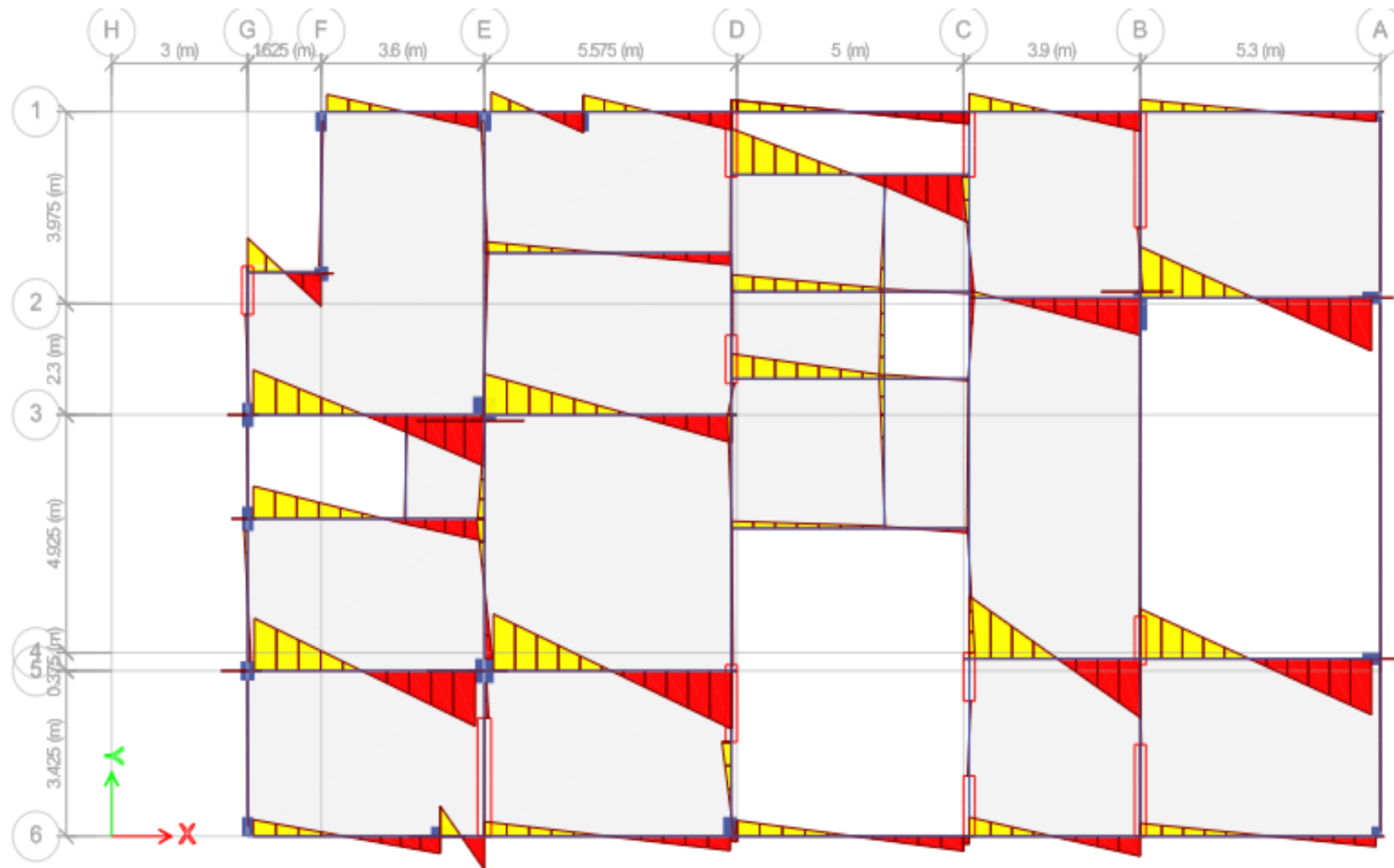
# ANEXO 6: DEFOMACIONES DE MODELAMIENTO DE ESTRUCTURA AISLADA EN ETABS



## ANEXO 6: DEFORMACIONES DEL MODELAMIENTO DE ESTRUCTURA EN ETABS SIN AISALDOR



## ANEXO 7: MOMENTOS DE LAS FUERZAS CON AISLADOR



## ANEXO 8: MOMENTOS Y FUERAS CORTANTES CON AISLADOR

**Load Case/Load Combination**

Load Case     Load Combination     Modal Case

Modal    Mode Number: 1

**End Offset Location**

I-End	0.1250	m
J-End	3.4500	m
Length	3.6000	m

**Component**

Major (V2 and M3)

**Display Location**

Show Max     Scroll for Values

**Equivalent Loads**

0.0012    0.0011    0.000 tonf/m at 3.4500 m  
0.0007    0.0007

**Shear V2**

0.0007 tonf at 3.4500 m

**Moment M3**

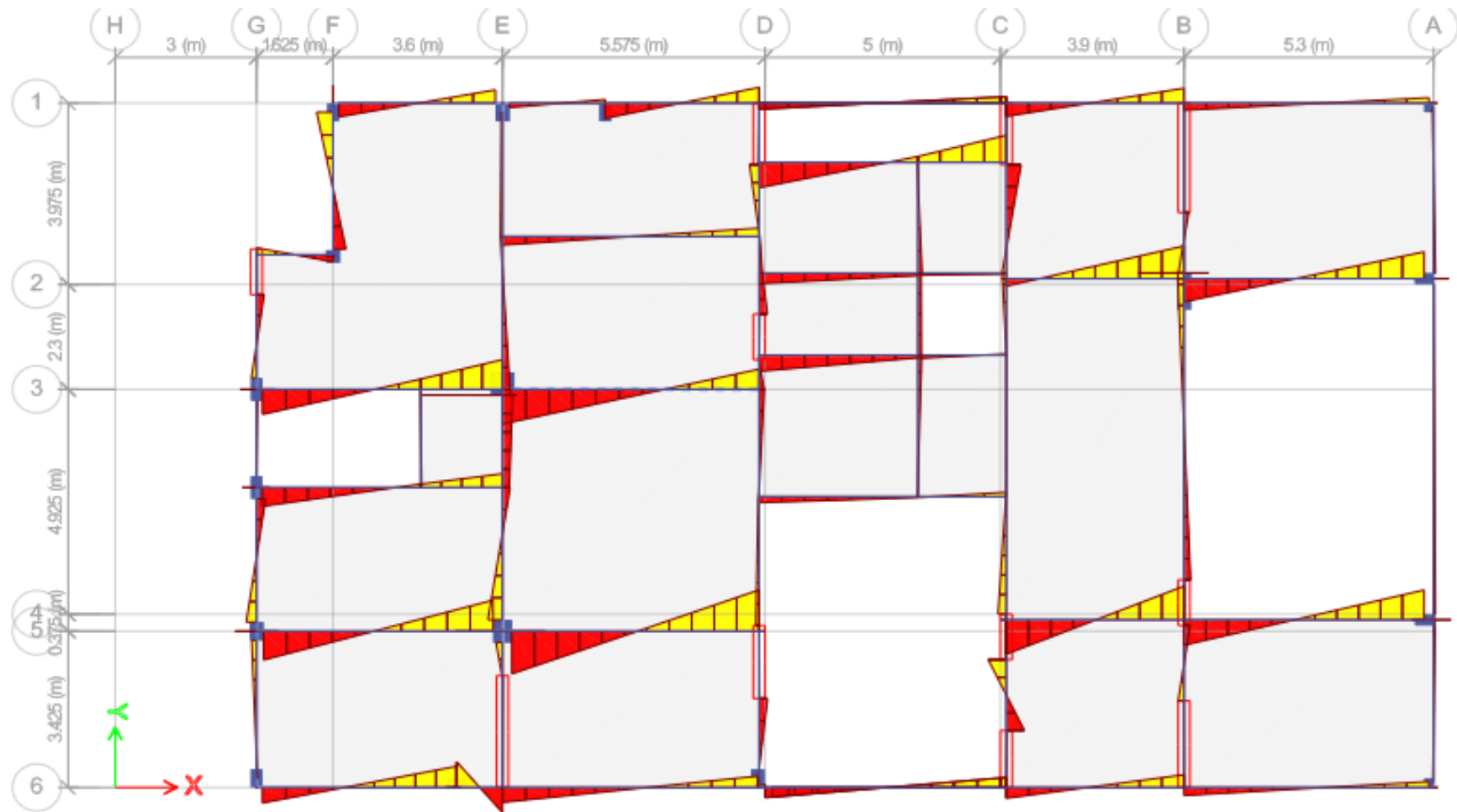
0.0012 tonf-m at 0.1250 m

**Deflection (Down +)**

I End Jt: 3    J End Jt: 4    2.882E-07 m at 0.6000 m

Absolute     Relative to Frame Minimum     Relative to Beam Ends     Relative to Story Minimum

# ANEXO 9: MOMENTOS DE LAS FUERZAS SIN AISLADOR



# ANEXO 10: MOMENTOS Y FUERAS CORTANTES CON AISLADOR

**Load Case/Load Combination**

Load Case     Load Combination     Modal Case

Modal    Mode Number    1

**End Offset Location**

I-End    0.0000    m

J-End    5.5750    m

Length    5.5750    m

**Component**

Major (V2 and M3)

**Display Location**

Show Max     Scroll for Values

**Equivalent Loads**

0.0013    0.0004    0.0004    0.0008

0.000 tonf/m at 5.5750 m

**Shear V2**

-0.0004 tonf at 5.4500 m

**Moment M3**

-0.0013 tonf-m at 0.0000 m

**Deflection (Down +)**

I End Jt: 21    J End Jt: 86

-2.196E-07 m at 1.4864 m

Absolute     Relative to Frame Minimum     Relative to Beam Ends     Relative to Story Minimum



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, PINTO BARRANTES RAUL ANTONIO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "ANÁLISIS DE ESTRUCTURAS USANDO AISLADORES DE TIPO PÉNDULO FRICCIONAL, CARLOS TENAUD, MIRAFLORES - 2022", cuyo autor es ASENCIO RODRIGUEZ STALYN NILO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 22.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 29 de Noviembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
PINTO BARRANTES RAUL ANTONIO <b>DNI:</b> 07732471 <b>ORCID:</b> 0000-0002-9573-0182	Firmado electrónicamente por: RPINTOBA el 18-12- 2022 20:59:09

Código documento Trilce: TRI - 0460344