



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Comportamiento estructural de un edificio de 5 pisos por cambio de uso con aplicación de
disipadores viscosos, Los Olivos, 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Rojas Rodríguez, Rober (ORCID: 0000-0003-1753-1791)

ASESOR:

Dr. Ing. Cancho Zúñiga, Gerardo Enrique (ORCID: 0000-0002-0684-5114)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

Lima – Perú

2019

DEDICATORIA

Dedico esta tesis:


En primer lugar a Dios por sus cuidados y por concederme aún la vida, a mis padres y hermanos por darme la fuerza necesaria para seguir adelante, no rendirme a pesar de los obstáculos que se nos presente en la vida, a luchar por lo que uno mismo se propone a lograr y cumplir mis metas trazadas.

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento a todas las personas que me apoyaron y contribuyeron a la realización de esta tesis, en especial al Dr. Gerardo Cancho Zúñiga por su experiencia y conocimiento, por sus opiniones y consejos para la elaboración de este proyecto de investigación.

A mis padres por su orientación, sus consejos, su ejemplo de trabajo y superación. Por su ayuda moral y sobre todo económica, sin ustedes no hubiera podido cumplir satisfactoriamente uno de mis objetivos.

PÁGINA DEL JURADO

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	------------------------------------	---

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don(a)

Rober Rojas Rodríguez
.....
(Apellidos, Nombres)

Cuyo título es:

" Compartamiento estructural de un edificio de 5 pisos por
cambio de uso con aplicación de disipadores viscosos, Los
Olivos, 2019
.....
..... "


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

13 (número) TRECE (letras).

Lugar y fecha Los Olivos 20 de Julio 2019


.....
PRESIDENTE
Dr. Héctor Pucallanca
(Grado Apellidos, Nombre)


.....
SECRETARIO
Dr. Luis Roque Torres
(Grado Apellidos, Nombre)


.....
VOCAL
Dr. Jorge Augusto Zuñiga G.
(Grado Apellidos, Nombre)

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

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

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Rober Rojas Rodríguez, identificado con DNI N°74637314, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación anexada a la presente tesis es original y de fuentes veraces.

Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se expone en la presente tesis son auténticos y originales.

Por lo expuesto, 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 de la Universidad César Vallejo.

Lima, 20 de julio del 2019



Rober Rojas Rodríguez

DNI: 74637314

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
PÁGINA DEL JURADO	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	v
ÍNDICE.....	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MÉTODO.....	35
2.1 Tipo y diseño de investigación	36
2.2 Operacionalización de variables	36
2.3 Población y muestra.....	38
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	38
2.5 Procedimiento	40
2.6 Métodos de análisis de datos	41
2.7 Aspectos éticos	41
III. RESULTADOS	42
IV. DISCUSIONES.....	74
V. CONCLUSIONES	77
VI. RECOMENDACIONES	79
REFERENCIAS	81
ANEXOS	85

RESUMEN

La presente investigación, lleva como título “Comportamiento estructural de un edificio de 5 pisos por cambio de uso con aplicación de disipadores viscosos, Los Olivos, 2019” la investigación tiene como objetivo analizar el comportamiento estructural de un edificio de 5 pisos por cambio de uso con la aplicación de disipadores viscosos, Los Olivos, 2019.

Para ello se desarrolló la investigación con un método científico, con enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, de nivel explicativo y de diseño no experimental debido a que no requiere la manipulación de la variable independiente.

Al realizar el análisis tiempo – historia de la estructura con disipadores viscosos y analizar los resultados se concluyó que al aplicar disipadores en la edificación los desplazamientos máximos se redujeron en la dirección X-X un 55.80% y en el eje Y-Y un 58.78%; asimismo las derivas de entrepiso se redujeron en la dirección X-X un 6.44% y en el eje Y-Y un 53.69% en el último piso; y por último los momentos de volteo disminuyeron en un 9.16% respecto al sistema aporticado. Por lo tanto se recomienda que para realizar el análisis tiempo - historia se debe contar con registros sísmicos de acuerdo con el tipo de suelo en la cual se funda la edificación, asimismo los disipadores se deben colocar en las zonas en la cual se producen los mayores desplazamientos y así obtener mejores resultados.

Palabras claves: Histéresis, zonificación, amortiguamiento, sobrecarga, disipador.

ABSTRACT

This research is entitled "Structural behavior of a 5-story building due to change of use with application of viscous heatsinks, Los Olivos, 2019" the research aims to analyze the structural behavior of a 5-story building due to change of use with the application of viscous heatsinks, Los Olivos, 2019.

For this, the research was carried out with a scientific method, with a quantitative approach, of applied type, of explanatory level and of non-experimental design because it does not require the manipulation of the independent variable.

When performing the time - history analysis of the structure with viscous heatsinks and analyzing the results, it was concluded that when applying heatsinks in the building, maximum displacements were reduced in the X-X direction by 55.80% and in the Y-Y axis by 58.78%; also the mezzanine drifts were reduced in the X-X direction by 6.44% and in the Y-Y axis by 53.69% on the last floor; and finally the turning moments decreased by 9.16% compared to the system provided. Therefore, it is recommended that in order to carry out the time - history analysis, seismic records must be available in accordance with the type of soil on which the building is based, as well as heatsinks must be placed in the areas where the largest are produced. displacements and thus obtain better results.

Keywords: Hysteresis, zoning, damping, overload, dissipater.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad nuestro país se encuentra ubicado en una zona crítica de sismo, por lo cual existe una gran probabilidad de que ocurran sismos moderados y severos. Motivo por el cual es más urgente que las construcciones sean capaces de soportar estos sismos. Nuestra realidad, es motivo de cambio, ya que estamos propensos a sufrir pérdidas humanas y económicas como ya ocurrió años atrás en el terremoto de Pisco.

Hoy en día, la tecnología sísmica ha desarrollado dispositivos de amortiguación o disipación de energía que protegen a las estructuras, lo cual es una ventaja para los diseños sismorresistentes especificados en las normas.

La presente investigación está orientado al estudio de estos dispositivos con capacidad de disipar la energía sísmica específicamente del disipador viscoso. Por lo tanto, este tipo de tecnología en el campo de la sismorresistencia ayuda a mejorar el comportamiento estructural de la estructura en estudio.

En el **Primer capítulo** abarca la introducción, lo cual desarrolla la realidad problemática, antecedentes, teorías relacionadas al tema, formulación del problema, justificación, las hipótesis y objetivos de la investigación. En el **Segundo capítulo** contiene la metodología, en la cual desarrolla el diseño de investigación, las variables, su operacionalización de las variables, la población, la muestra, la técnica e instrumentos de recolección de datos que se llevó a cabo, y con ello la validez y confiabilidad.

En el **Tercer capítulo** se desarrolla los resultados del análisis estructural del edificio, lo cual la estructura será evaluada con el sistema de disipadores viscosos, cuya estructura se proyectó con un sistema aporticado en el distrito de Los Olivos. En el **Cuarto capítulo** se llevará a cabo la discusión realizando una comparación con los antecedentes nacionales o internacionales planteados en el primer capítulo.

En el **Quinto capítulo** se desarrollará la conclusión después de tener los resultados del análisis estructural de una edificación de 5 niveles en el distrito de Los Olivos.

En el **Sexto capítulo** se plantearán las recomendaciones después de obtener los resultados y conclusiones de la evaluación y el análisis estructural de un edificio de 5 niveles, comparando con los antecedentes nacionales, internacionales y con la teoría relacionada al tema.

Por último se desarrollará las referencias bibliográficas de la presente investigación, los cuales son tesis, libros físicos y virtuales; asimismo también los anexos de la investigación.

Realidad problemática

En la ciudad de Concepción, entre la avenida Prat con Padre Hurtado del país de Chile, colapsó un edificio de uso comercial y multifamiliar en el terremoto del año 2010. La caída de la edificación Alto Río, muy de mañana, del 27 de febrero dejó a 8 personas muertas, además de otras 18 heridas, asimismo dejó a la estructura irreparable, lo cual implica que el costo de los materiales se vio reflejado totalmente en pérdida. Según los medios locales informaron que hubo problemas de diseño estructural y estudio de mecánica de suelos cuya empresa responsable de la elaboración del proyecto es la constructora Socovil.

En nuestro país, a las 6:40 de la tarde en la ciudad de Pisco sucedió un terremoto que hizo colapsar a gran parte de las estructuras existentes, una de ella fue la iglesia del señor de Luren, dejando el 50% de daños materiales, lo que simboliza esto gran pérdida económica. Si bien es cierto la falta de supervisión en las construcciones hace que cada vez las edificaciones sean inseguras, ya sea por un mal proceso constructivo o la baja calidad de los materiales, asimismo la calidad de la mano de obra también afecta en el desarrollo de la construcción. Por otro lado, el incumpliendo de las normas de diseño sismorresistente E-030 repercute en gran manera en el diseño estructural del edificio.

Por ello, en nuestro país cada vez que se generan los sismos es debido a la colisión de la placa de Nazca y la sudamericana en la cual la primera respectivamente intenta introducirse debajo de la placa sudamericana produciendo fricción o roce, liberando grandes cantidades de energía en forma de ondas.

Por lo tanto, cuando se diseña la estructura de una edificación especialmente un sistema aporticado o sistema dual el objetivo de ésta es que la estructura después que hubo pasado el sismo se mantenga en pie y no colapse ya que se vería reflejada en daños económicos y pérdidas de vidas humanas. También hoy en día las nuevas tecnologías que responden ante un sismo severo son los disipadores de energía lo cual en la presente investigación se aplicará específicamente los disipadores viscosos. Para ello todo los parámetros de diseño que se requieren para realizar un diseño sísmico de la edificación se detallan en la norma E-030 de diseño sismorresistente.

Debido al cambio de uso del proyecto de edificación multifamiliar de 5 pisos a comercio (gimnasio), lo cual implica que la estructura va a resistir una sobrecarga mayor, lo que busca el presente estudio es realizar un análisis sismorresistente a través de la incorporación de

disipadores viscosos para mejorar la estabilidad de la estructura respecto al sismo y evitar el colapso.

Nos ocuparemos además en este trabajo de explicar que es un disipador de fluido viscoso, sus funciones y propiedades. Se buscará complementar con algunas investigaciones realizadas tanto internacionales como nacionales para que se pueda comprender el uso de esta tecnología.

Trabajos previos

Con la finalidad de recoger información para el presente estudio, se ha recopilado y revisado información que aporte al análisis y conocimientos para encaminar la presente investigación, de los cuales a continuación se dan a conocer:

Antecedentes internacionales

Según Azunción, Lenny (2016), en la tesis *titulada*, Análisis comparativo de un pórtico convencional con y sin disipadores de fluido viscoso modelado en SAP 2000. Guayaquil, Ecuador. En la Universidad de Guayaquil, tuvo como *objetivo* analizar el comportamiento de un pórtico tradicional aplicando disipadores viscosos y a su vez analizar la estructura sin estos dispositivos ante la simulación de un sismo.

Aplicando una *metodología* descriptiva, de análisis y modelación, mostró los siguientes *resultados* lo cual pudo observar que las derivas máximas en el pórtico analizado son de 1%.

Finalmente, como *conclusión* llegó que al analizar la estructura los desplazamientos y derivas de ambos pórticos con disipadores viscosos cumplen con la norma ecuatoriana NEC-15 el cual menciona que no se debe exceder el 2% de las derivas.

Según Martínez, Edgardo (2016), en la tesis *titulada*, Análisis de un edificio de acero con amortiguadores viscosos. México. En el Instituto Politécnico Nacional de México. Tuvo como *objetivo* realizar un estudio acerca de mejorar el comportamiento sísmico, asimismo, reducir las fuerzas en la base y desplazamientos de una estructura provista de dispositivos viscosos.

Aplicando una *metodología* de análisis y observación, mostró los siguientes *resultados* lo cual para hacer el análisis de la estructura en estudio se tuvo que construir un modelo estructural a escala, los cuales los materiales que utilizó para las columnas fue de acero laminado, para las losas empleó madera tipo triplex y para las medidas del disipador se basó en una jeringa 60ml. El material que se utilizó en el diseño de las columnas, cuenta con una rigidez que permite observar los desplazamientos generados por la mesa vibratoria a la cual se apoya el modelo de la estructura.

Por lo tanto, como **conclusión**, el material del disipador cuenta con una resistencia a la fatiga, liviano, y no sufre deformaciones al ser sometido ante diferentes aceleraciones. Por lo tanto, es un material excelente para realizar modelos estructurales a escala para el análisis y estudio.

Según Farfán, Diego y Rincón, Marlon (2016), en la tesis **titulada** Modelo didáctico de una estructura utilizando disipadores de energía de fluido viscoso. Bogotá, Colombia. En la Universidad Católica de Colombia, planteó como **objetivo** elaborar un modelo cualitativo en la cual permita observar los diferentes comportamientos de dos estructuras, la primera es una estructura tradicional y la otra con un sistema de disipadores viscosos.

Aplicando una **metodología** de análisis, descripción y observación mostró los siguientes **resultados** que durante el desarrollo de las pruebas que se realizó al modelo se observó un comportamiento en la cual se pudo identificar que los disipadores liberan gran parte de la energía del sismo.

Finalmente, como **conclusión**, que a medida que la energía producto del sismo recibida desde la base recorre de forma ascendente por la estructura, los disipadores logran aminorar los posibles daños a los elementos estructurales dando protección a las vidas humanas y materiales, en el caso que ocurra un sismo severo; asimismo reduce las derivas de entrepiso lo que permite que la estructura siga en funcionamiento después del sismo.

Maruri, Carlos (2015), en la tesis **titulada** Modelo estructural a escala utilizando amortiguadores viscosos como sistemas de disipación pasiva de energía. Quito, Ecuador. En la Universidad San Francisco de Quito, el **objetivo** planteado fue realizar un análisis sísmico para comparar la resistencia y las mejoras en los elementos de la estructura debido a la aplicación de disipadores viscosos.

Aplicando una **metodología** de análisis y descripción de modelos matemáticos basado en la mecánica newtoniana, también ecuaciones de dinámica de equilibrio y análisis sísmico, mostró los siguientes **resultados**, fueron que los momentos y esfuerzos en el eje X y en el eje Y de los nodos del pórtico menos resistente seleccionado, se observa que se ha podido reducir los momentos y esfuerzos mayores al 70% con la colocación de los disipadores viscosos.

Finalmente, como **conclusión**, la amortiguación en las estructuras, hace que las edificaciones puedan resistir las fuerzas de sismo, por lo cual las medidas de los elementos de la estructura se pueden disminuir debido a la reducción de la demanda sísmica que ingresa a la estructura, que es un factor primordial a ser consideradas ya sea en estructuras nuevas, en la que necesiten

reforzamiento o reparación, siendo estos dispositivos de disipación una de las importantes tecnologías de solución para la protección ante el sismo de estructuras actualmente.

Cuntó, Italo (2014), en su tesis *titulada*, Uso de disipadores viscosos en edificios de hormigón armado en la ciudad de Guayaquil para el mejoramiento del desempeño sísmico. Guayaquil, Ecuador. En la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, tuvo como *objetivo* realizar un análisis acerca del funcionamiento de los dispositivos viscosos y su efectividad en el desempeño sísmico y los esfuerzos que estos disipadores de energía generan en los edificios de concreto armado, fundados sobre los suelos blandos de la ciudad de Guayaquil. Al instante de ser sometidos a fuerzas externas producto de un sismo.

Aplicando una *metodología* descriptiva, observación, análisis y modelación, mostró los siguientes *resultados*, resulta valuable que las columnas incursionen en el rango inelástico que las vigas, asimismo también, los elementos estructurales del pórtico de 8 pisos son los que se ven más perjudicados debido a la cercanía del periodo de la estructura con el periodo del registro. Por lo tanto, con la aplicación de los disipadores es posible reducir tales efectos en una magnitud considerable, dejando a los elementos estructurales con secuelas menores.

Por tanto, como *conclusión*, la aplicación de los disipadores dentro del campo de la sismorresistencia es útil para poder mejorar el desempeño sísmico de las estructuras, de tal manera que los daños sean menores en gran medida, dando protección no sólo a sus ocupantes sino también el dinero que se invirtió en la estructura.

Antecedentes nacionales

Según Alarcón, Jhosip y Asto, Jesús (2017), en su tesis *titulada* Proyecto de reforzamiento estructural del edificio multifamiliar los rosales de 10 niveles con disipadores de fluido viscoso. Perú. En la Universidad Privada Antenor Orrego, tuvo como *objetivo* evaluar la estructura en estudio, lo cual se centraba en determinar las derivas de entrepisos, desplazamientos ya sea con disipadores viscosos y sin estos dispositivos de disipación.

Aplicando una *metodología* de análisis y modelación, mostró los siguientes *resultados*, se logró reducir las derivas de un 65% a un 75% con lo cual la presente edificación cumple con la norma E-030 del reglamento nacional de edificaciones. Asimismo también los desplazamientos máximos al aplicar los disipadores presentados en el eje X baja del 20% al 38% y en el eje Y baja del 41% al 48%.

Por tanto, como **conclusión**, en estructuras convencionales como la mostrada en este trabajo, la estructura se encarga de absorber el 100% de la demanda sísmica, pero al aplicar disipadores viscosos dentro de la estructura, la disipación de energía proveniente del sismo la realizan los dispositivos viscosos lo cual reduce la demanda sísmica absorbida por la edificación.

Según Navarro, Franco (2017), en su tesis **titulada** Comparación de las respuestas dinámicas en estructuras con y sin disipadores de energía pasivos de fluido viscoso en la zona sísmica cuatro. Perú. En la Universidad Nacional de Piura, el **objetivo** planteado fue comparar las respuestas dinámicas en la estructura de la Clínica Santa Isabel ya sea con disipadores viscoso y sin estos dispositivos en la zona sísmica cuatro específicamente la región Piura.

Aplicando una **metodología** de análisis y modelación, llegó a los siguientes **resultados** que los desplazamientos máximos observados en el último nivel se ha reducido en un 44%, asimismo, las derivas de entrepiso disminuyeron desde un 43% hasta un 45% al utilizar disipadores viscosos.

Por tanto, como **conclusión**, el aplicar los dispositivos de amortiguación a la estructura del edificio de estudio, ha producido una reducción de los desplazamientos máximos observados en el sexto nivel en un 44%. Asimismo, las derivas de entrepiso se redujeron desde un 43% hasta un 45%

Según Fuentes, Juan (2015), en su tesis **titulada** Análisis sísmico de una edificación con disipadores de fluido viscoso. Lima, Perú. En la Pontificia Universidad Católica del Perú, tuvo como **objetivo** analizar la estructura de un edificio aporticado de 5 niveles de concreto armado con amortiguadores viscosos incorporados en ambas direcciones.

Aplicando una **metodología** de análisis y modelación, llegó a los siguientes **resultados**, se obtuvieron que los máximos desplazamientos del edificio llegó en promedio 23% de reducción en el eje X y 35% en la eje Y.

Por tanto, como **conclusión**, al realizar el análisis tiempo - historia, la estructura a analizar logró reducir los máximos desplazamientos en el último piso. En promedio se redujo 23% en el eje X y 35% en el eje Y, por consiguiente se logró satisfacer los parámetros que establece la norma de diseño sismorresistente E-030.

Según Chacón, Roberto y Ramírez, José (2014), en su tesis **titulada** Análisis de una edificación de 4 pisos con disipadores de fluido viscoso. Lima, Perú. En la Pontificia

Universidad Católica del Perú, cuyo **objetivo** planteado fue realizar análisis sísmico de una edificación aplicando disipadores viscosos específicamente centrándose en las distorsiones de entrepiso y desplazamientos.

Aplicando una **metodología** de análisis y modelación, llegó a los siguientes **resultados**, los desplazamientos en la azotea al realizar la modelación y el análisis sísmico, se obtuvo que los desplazamientos se redujeron hasta un 59.73% y las derivas de entrepiso en 73%.

Finalmente, como **conclusión**, al analizar la estructura con los disipadores viscosos se redujeron los desplazamientos hasta un 59.73% lo que conlleva a que la estructura se mantenga sísmicamente estable al aplicar estos dispositivos de disipación. Asimismo, se pudo reducir las distorsiones de entrepiso en 73% utilizando dispositivos viscosos, lo que conlleva a cumplir con la distorsión límite de la norma E-030 de 0.007.

Según Díaz, Marco (2014), en su tesis **titulada** Evaluación del proyecto estructural y optimización del diseño con disipadores de energía viscosos Taylor. Perú. En la Universidad Privada Antenor Orrego, tuvo como **objetivo** realizar un análisis a la estructura inicialmente propuesto para una clínica, observando las respuestas sísmicas tales como desplazamientos máximos y distorsiones de entrepiso, para optimizar el diseño modificando el modelo y a través de la colocación de dispositivos viscosos.

Aplicando una **metodología** de análisis y modelación, llegó a los siguientes **resultados**, la edificación ha generado una mejoría en los máximos desplazamientos presentados en el último piso en un 41.81%, asimismo las derivas de entrepiso se redujeron desde un 38.57% hasta un 51.10%.

Por lo tanto, en **conclusión**, en edificaciones con un diseño convencional como la edificación de estudio, la edificación se encarga de absorber el 100% de la energía entrante de sismo, pero al incorporar los dispositivos viscosos en la estructura, la liberación de energía sísmica la hacen estos dispositivos cuya función es disipar la energía del sismo captada por la estructura, es decir la disminución de la energía inelástica producto del aumento de la energía de amortiguación, lo que conlleva a que la edificación brinde un óptimo comportamiento frente al sismo.

Teorías relacionadas al tema

Sistemas de diseño sismorresistentes

Para brindar seguridad a las estructuras y esta pueda tener un adecuado comportamiento frente a la ocación de los sismos, el diseño de estas estructuras, se pueden diseñar bajo dos formas. En primer lugar sería diseñada con el sistema convencional, lo cual se basa en crear estructuras con suficiente rigidez pero a su vez dúctil, esto quiere decir, que dichas estructuras estén con la capacidad de incursionar en el rango inelástico.

Por lo tanto, esto se puede obtener utilizando sistemas estructurales ya sea aporticados como duales, así como elementos de reforzamiento como arriostres metálicos, entre otros, de tal manera que la estructura de diseño tenga la capacidad de resistir los diferentes movimientos ocasionados por las ondas sísmicas debido al roce de placas tectónicas.

Asimismo, es importante resaltar dentro de este primer planteamiento, que se tome en consideración ciertos criterios importantes, tales como el suelo de fundación (tipo de suelo) el cual incide en el comportamiento sísmico de la estructura a diseñar; así también como el material a emplearse, esto quiere decir, por ejemplo, el concreto es menos dúctil que el acero. Por consiguiente se debe de tomar en cuenta la óptima estructuración de la estructura, ello reflejado en el diseño arquitectónico, tratando en este punto de evitar las irregularidades tanto en planta, como en elevación. En esta primera forma, del diseño se espera que su estructura, al ser sometida a sismos de altas magnitudes, como los moderados y raros, se presente un comportamiento inelástico. Al hacer este trabajo inelástico, la estructura diseñada sufre secuelas estructurales, en la mayoría de los casos no se pueden realizar una reparación. Es importante mencionar, que en estructuras esenciales como hospitales, cuarteles de policía, centros educativos y otros, estos daños no están permitidos.

Asimismo, la segunda opción del diseño de edificaciones sismorresistentes es colocando a la estructura disipadores viscosos, cuya principal función es aumentar la amortiguación, de tal manera reducir las velocidades, aceleraciones y desplazamientos laterales del sismo al llegar a la estructura, de tal forma proteger a los elementos estructurales y someterlos a menores esfuerzos (Villarreal y Díaz, 2016, p.5).

Si bien es cierto que las estructuras están diseñadas para soportar los sismos, de acuerdo con los sistemas estructurales explicados anteriormente, se da a conocer que los sistemas con incorporación de disipadores o aisladores responden mejor a sismos severos los cuales

protegen la estructura y brinda un mayor seguridad a sus ocupantes de tal manera su vida útil de la edificación se mantendrá a la cual ha sido proyectado.

Por lo tanto, hoy en día ambos sistemas detallados anteriormente son aplicados al realizar la estructura de las edificaciones en nuestro país. En el Perú, a excepción de las edificaciones esenciales, ya se está aplicando a estructuras de los edificios, entre los cuales se hallan el nuevo Banco de la Nación, el edificio de oficinas Gerpal, el edificio de la Torre de control del aeropuerto Jorge Chávez, entre otros.

Balance energético de estructuras

La siguiente ecuación da a conocer la conexión de la conservación de la energía de una estructura frente a solicitaciones sísmicas.

$$E_L = E_K + E_S + E_A + E_D \quad (\text{Ec. 1})$$

En la cual:

E_L = Energía que un fenómeno externo (sismo o viento) ingresa a la estructura.

E_K = Energía cinética, es la parte de la total energía que realiza su transformación en movimiento

E_S = Energía elástica de deformación recuperable, es la parte de la energía cuya transformación es la deformación de los elementos del sistema.

E_A = Energía de amortiguamiento, es la parte de la energía que se disipa por dispositivos de amortiguación.

E_D = Energía irre recuperable disipada por la estructura mediante la inelasticidad, es decir, es la parte de la energía relacionada con la deformación inelástica de los elementos estructurales de la estructura.

Por lo tanto, para que la estructura de la edificación tenga la capacidad de soportar los movimientos sísmicos, su capacidad de respuesta de dicha estructura tiene que ser mayor a la demanda sísmica. Es decir, la energía de entrada ya sea de sismo o viento (E_L) debe ser liberada por la suma de las energías.

Asumiendo que la energía de entrada (E_L) ya sea de sismo o viento es constante, será evidente que el desempeño de las estructuras pueda ser reducido de dos maneras:

- El primero, mediante el método convencional, en otras palabras, aumentando la ductilidad y la rigidez en la estructura, aumentando así la energía por deformación inelástica (E_D).

- Por otro lado también se realizaría aumentando la amortiguación interna (E_A) mediante la aplicación de dispositivos suplementarios colocados en lugares estratégicos del sistema estructural.

La primera alternativa representa al diseño convencional, en donde se trabaja en función de la resistencia y la ductilidad de la estructura para que esta soporte las diferentes solicitaciones sísmicas producidas por un movimiento telúrico.

La segunda alternativa consiste en incorporar al sistema estructural dispositivos suplementarios, estos tienen la finalidad de maximizar la amortiguación del sistema, reduciendo la energía de disipación a través de la inelasticidad (E_D) en los diferentes componentes de la estructura, tales como columnas y placas, de tal forma poder evitar así posibles fallas o daños en los elementos estructurales (Villarreal y Díaz, 2016, p.6).

Por lo tanto, cuando se realiza el diseño de la estructura, éstas deben estar diseñadas para soportar el sismo y evitar el colapso, ya que si la estructura falla se vería reflejado en pérdidas económicas y vidas humanas.

El Perú es un país altamente sísmico, por lo que se requiere sistemas que puedan soportar ante una eventualidad sísmica severa. Si bien es cierto que existen nuevas tecnologías que permiten el cuidado y estabilidad de la estructura, muchas veces desconocemos su uso, su aplicación, o simplemente buscamos conformarnos en lo económico con los sistemas estructurales clásicos que se ha venido realizando.

La presente investigación busca aportar con estos nuevos sistemas, especialmente el disipador de fluido viscoso y su influencia en la estructura sometida al sismo, ya sea moderado o severo, de tal forma buscar en el edificio que cumpla su vida útil, lo que conlleva a evitar pérdidas económicas.

A continuación se presenta a las estructuras que cuentan con dispositivos de disipar la energía ya que tienen un mejor comportamiento estructural ante los movimientos sísmicos:

El primero es **Los Ángeles City Hall**, lo cual es un edificio gubernamental destinado para oficinas, fue construido en 1926 y posee 32 plantas llegando a los 140 metros de altura. Para la construcción se empleó el método más moderno de protección sísmica de los años 20, el cual consistía en pórticos de acero con enormes muros de corte de concreto armado.



Figura 1. Los Ángeles City Hall, Los Ángeles, USA

Fuente: Díaz, 2014.

Dado a la antigüedad de la estructura, esta experimentó numerosos terremotos (1971, 1987 y 1994), muchos de los cuales dejaron daños estructurales. Tras el último terremoto (Northridge en 1994) se tomó la decisión de reforzar sísmicamente a la estructura con aisladores en la base y disipadores de energía viscosos.

Se requirió un total de 416 aisladores basales y 52 disipadores viscosos, los cuales se instalaron en paralelo a los aisladores para disipar la energía sísmica y reducir el desplazamiento de estos.



Figura 2. Instalación de los disipadores viscosos Taylor

Fuente: Díaz, 2014.

Adicionalmente se decidió reducir las cargas de la torre en los pisos altos (24-32) con 14 disipadores viscosos que se instalaron en el piso 27 en arreglo Chevron. El edificio fue reabierto en 2001, después de que se completó la adecuación sísmica.

En segundo lugar tenemos a la **Torre Mayor** que está ubicado en México, fue construido en un área de 78.000 metros cuadrados y cuenta con 55 niveles.

El diseño con disipadores viscosos permitió que este edificio se proyectara con 55 niveles en un área donde las limitaciones de esfuerzos en el suelo no podían soportar estructuras con más de 40 pisos.



Figura 3. Torre Mayor – México

Fuente: Díaz, 2014.

Se emplearon un total de 98 disipadores viscosos Taylor que reducen en gran medida el desplazamiento de los pisos ante una acción sísmica, según el diseño planteado, la edificación podría resistir en la escala de Richter una magnitud de 8.5 grados.



Figura 4. Instalación de los disipadores viscosos

Fuente: Díaz, 2014.

En tercer lugar tenemos a **The Pacific Northwest Baseball Stadium en Seattle, Washington**, es un gran estadio de baseball que cuenta con un techo retráctil de 3 secciones(compuesta de armaduras de acero) , cuando este está totalmente extendido mide 192 m x 200 m, está a 64 m de altura, y pesa 10.000 toneladas.



Figura 5. The Pacific Northwest Baseball Stadium

Fuente: Díaz, 2014.

Este estadio está expuesto a altas solicitaciones sísmicas y de viento, es por eso que en el diseño del techo se consideraron disipadores viscosos con el fin de reducir las cargas actuantes; se llegaron a emplear un total de 8 disipadores sísmicos destinados para la reducción de esfuerzos y deflexiones, requiriéndose para cada uno de estos una capacidad de 500tn (tracción-compresión).



Figura 6. Instalación de los disipadores viscosos

Fuente: Díaz, 2014.

Con la implementación de estos disipadores y la reducción de las cargas actuantes se logró un ahorro de 4.2 millones de dólares con respecto al proyecto original.

Disipadores de energía de fluido viscoso

Hoy en día, a nivel mundial hay dos grandes productores: la empresa japonesa Kajima Corporation y la empresa norteamericana Taylor devices Inc., los dispositivos manufacturados por ambas compañías se han basado en la misma teoría, disipar la energía de sismo mediante el recorrido forzado de un fluido (ya sea aceite o silicona).

La compañía japonesa **KAJIMA CORPORATION** produce dos dispositivos de disipación los HiDAM y los HiDAX-e ambos cuentan con un sistema de amortiguación de aceite de alto rendimiento, estos disipadores almacenan aceite en ambos lados de un pistón; la efectividad de la amortiguación se logra por el movimiento relativo del pistón y la resistencia que da el fluido (aceite) que fluye por las válvulas de control de presión que unen ambas cámaras, de esta forma se produce una gran fuerza de amortiguación.

Por otro lado está la compañía **TAYLOR DEVICES INC.**, lo cual es un productor con filial en Nueva York de productos de disipadores de energía para uso de defensa y militar, comenzó a buscar mercado a nivel internacional para sus productos de defensa en 1987.

Hoy en día más de 240 edificaciones emplean estos amortiguadores viscosos para lograr una mejor respuesta de las estructuras ante movimientos sísmicos o de viento.

En nuestro país, la empresa CDV representaciones, es la que suministra tecnología sísmica y para la construcción, entre ellos está los dispositivos de disipación fluido viscoso producida por Taylor Devices Inc., lo cual es la empresa líder en tecnología de vibración y shocks.

A continuación se da detalles acerca de los disipadores que produce la empresa japonesa lo cual tenemos al **disipador Viscoso HiDAM** lo cual es un amortiguador de aceite de alto rendimiento para edificios de gran altura, funciona como medidas de seguridad contra terremotos y protege el entorno de la vida de las sacudidas inducidas por el viento. Se emplea en la estructura de marco de hormigón súper reforzado.

Uno de los edificios que utilizó amortiguadores HiDAM está ubicado en la ciudad de Atsugi en Japón estructura esbelta de 26 pisos donde se logró instalar 80 dispositivos produciendo un efecto de amortiguamiento mediante el cual se reducen las vibraciones de la estructura.



Figura 7. Disipador viscoso HiDAM

Fuente: Díaz, 2014.

Asimismo tenemos al **Disipador Viscoso HiDAX-** e lo cual este disipador viscoso tiene una estructura simple para absorber la energía del temblor que va desde vibraciones inducidas por el viento hasta terremotos fuertes. Cuenta con características de alta durabilidad y fácil mantenimiento.

Características:

- ✓ Alto rendimiento todo el año
- ✓ Aplicable en una amplia gama de estructuras.
- ✓ Compacto
- ✓ Durable y confiable

Beneficio: HiDAX reduce drásticamente la vibración causada por grandes terremotos y eventos de viento.

Desde rascacielos hasta edificios de baja altura y estructuras de ingeniería civil, como puentes. También es rentable en la mejora sísmica de edificios existentes.



Figura 8. Disipador viscoso Hidax – e

Fuente: Díaz, 2014.

Por otro lado tenemos al **Disipador Viscoso Taylor** de la empresa norteamericana **Taylor Devices Inc.** Estos dispositivos de disipación de fluido viscoso son cámaras cilíndricas huecas que están divididas en tres cámaras. En la parte interna tienen un líquido que es de baja viscosidad, inerte, no combustible, no inflamable, no tóxico y además que no se depone con el paso del tiempo (Morales y Contreras, 2012, p.15).



Figura 9. Disipador de fluido viscoso Taylor

Fuente: Díaz, 2014.

En este caso se emplearán dispositivos de disipación Taylor por ser el principal productor y que puede encontrarse en nuestro país.

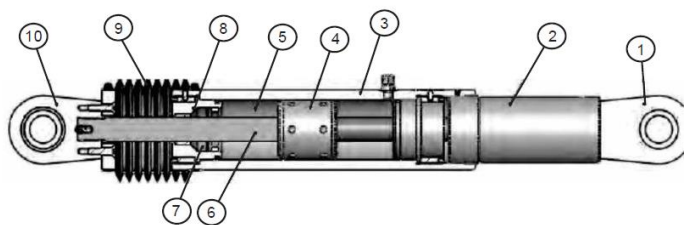


Figura 10. Elementos de los disipadores viscosos

Fuente: Villarreal y Díaz, 2016.

1. Horquilla final con protección térmica de composición de acero con recubrimiento contra el óxido.
2. Acero al carbono cubierto en aluminio con protección contra el óxido.

3. Cilindro con protección térmica compuesta de acero, con protección del óxido mediante placas o pintura.
4. Cabeza del pistón acerado o de bronce.
5. Fluido viscoso, compuesto de silicona incompresible.
6. Vástago compuesta de acero inoxidable.
7. Sellos, rodamientos de sello y juntas dinámicas.
8. Tapa con protección térmica acerada, con protección al óxido mediante placas o pintura.
9. Fuelle, compuesta de nylon revestido de neopreno.
10. Cojinete esférico revestido con aleación de calidad aeronáutica.

Para el estudio de esta tesis se hará uso del disipador viscoso Taylor ya que es el más comercializado en el Perú a través de la empresa CDV Representaciones, dicha representante es la principal empresa que distribuye este tipo de tecnología sísmica.

Respecto, a la **Fuerza del disipador de fluido viscoso Taylor**, cabe explicar, que el proceso de trabajo de estos dispositivos es sencillo, cuando se produce un terremoto la estructura desarrolla desplazamientos relativos entre los pisos de la edificación, los que a su vez generan movimientos y aceleraciones en el disipador viscoso, el mismo que mantiene el recorrido del fluido mediante pequeños orificios, la energía del sismo se libera tan veloz como circula este fluido de una cámara hacia otra.

Por lo tanto, la fuerza producida por cada dispositivo se determina mediante siguiente ecuación:

$$\mathbf{F}=\mathbf{C}*\mathbf{V}^{\alpha} \quad (\text{Ec.2})$$

Dónde:

F: Es la fuerza que produce el disipador.

C: Es la constante de amortiguación.

V: Es la velocidad relativa en el disipador.

α : Coeficiente que varía entre 0.4 y 0.6 para edificaciones.

Es de mucha importancia ver que no existe ninguna fuerza de resorte en esta fórmula. La fuerza que desarrolla el disipador varía sólo con la velocidad. Para una velocidad dada en el disipador, la fuerza desarrollada será igual en cualquier punto del amortiguador.

Asimismo, para conocer el valor numérico del **coeficiente de amortiguación “C”** para disipadores no-lineales se puede aplicar la siguiente ecuación dada por el Fema 274:

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

Donde:

β_H : amortiguamiento viscoso de la estructura

λ : Parámetro lambda

C_j : coeficiente de amortiguamiento del disipador j

ϕ_{rj} : desplazamiento relativo entre ambos extremos del disipador j en la dirección horizontal (con nuestro sismo de diseño)

θ_j : ángulo de inclinación del disipador j

A: amplitud de desplazamiento del modo fundamental (desplazamiento modal de la losa del último nivel)

ω : Frecuencia angular.

m_i : Masa del nivel i

ϕ_i :desplazamiento del nivel i (con nuestro sismo de diseño).

El parámetro lambda λ depende del resultado del exponente de velocidad α y la norma FEMA 274 la cual nos facilita la **tabla N°1**:

Tabla 1. *Valores de respecto λ al exponente de velocidad α*

Exponente α	Parámetro λ
0.25	3.7
0.5	3.5
0.75	3.3
1	3.1
1.25	3

Fuente: FEMA 274

Asimismo, el desplazamiento relativo del dispositivo viscoso ϕ_{rj} y el ángulo de inclinación (θ_j) se muestra en la siguiente **figura 11**.

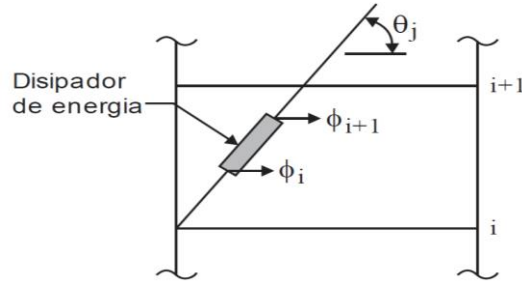


Figura 11. Desplazamiento relativo y ángulo de inclinación

Fuente: Villarreal y Díaz, 2016.

Es de mucha importancia mencionar que la siguiente fórmula cuenta con un coeficiente de amortiguación constante para todos los dissipadores de energía. El mismo que se puede calcular una vez que sean conocidas las demás variables. En tal sentido, resolviendo la ecuación anterior obtenemos:

$$\sum C_j = \frac{\beta_H 2\pi A^{1-\alpha} \omega^{2-\alpha} (\sum_i m_i \phi_i^2)}{\lambda (\sum \phi_{rj}^{1+\alpha} \cos^{1+\alpha} \theta_j)} \quad (\text{Ec. 4})$$

Asimismo, el valor de β_H depende de la amortiguación objetivo que se requiera alcanzar, lo cual este valor se puede realizar el cálculo mediante el siguiente proceso:

- a) Se determina el factor de reducción de respuesta B:

$$A = \frac{D_{\text{máx}}}{D_{\text{objetivo}}} \quad (\text{Ec.5})$$

En la cual la distorsión máxima $D_{\text{máx}}$ se logra mediante el análisis tiempo-historia del sismo de diseño escogido y la deriva objetivo D_{objetivo} mediante la norma E-030 o se obtiene también por la metodología HAZUS la relación daño-distorsión.

- b) Amortiguamiento efectivo β_{eff}

$$B = \frac{2.31 - 0.41 \ln(\beta_0)}{2.31 - 0.41 \ln(\beta_{\text{eff}})} \quad (\text{Ec. 6})$$

En la cual β_0 es la amortiguación inherente de la estructura que habitualmente es 5% para edificaciones de concreto armado.

Asimismo, se logra la amortiguación efectiva, incluyendo la acción del dispositivo de disipación y la amortiguación propia de la estructura.

c) Descontando el amortiguamiento inherente se obtiene el amortiguamiento viscoso que se requiere

$$\beta_H = \beta_{\text{eff}} - 5\% \quad (\text{Ec. 7})$$

Asimismo el **exponente de velocidad “ α ”** da a conocer la reacción del disipador ante los impactos de velocidad, a su vez establece el comportamiento histerético de los dispositivos de disipación que se emplearon.

Los dispositivos de disipación viscosos cuyo valor de α es igual a uno son denominados disipadores lineales, en la cual la fuerza del dispositivo es directamente proporcional a la velocidad relativa.

Los dispositivos de disipación que cuentan con un valor de α menor o mayor uno son denominados disipadores no lineales; aquellos disipadores cuyo valor es menor a 1 son efectivos para aminorar los pulsos de gran velocidad. Por otro lado, aquellos disipadores cuyo valor es de α mayor a 1, usualmente no se emplean en edificaciones ya que requieren grandes velocidades para aumentar en gran parte la fuerza desarrollada en el disipador.

En la **figura 12** se observa la eficacia del disipador viscoso no lineal ($\alpha < 1$), ya que para cortas velocidades relativas, puede generar una fuerza superior de amortiguación comparándolo con los demás tipos de dispositivos de disipación ($\alpha = 1$ y $\alpha > 1$).

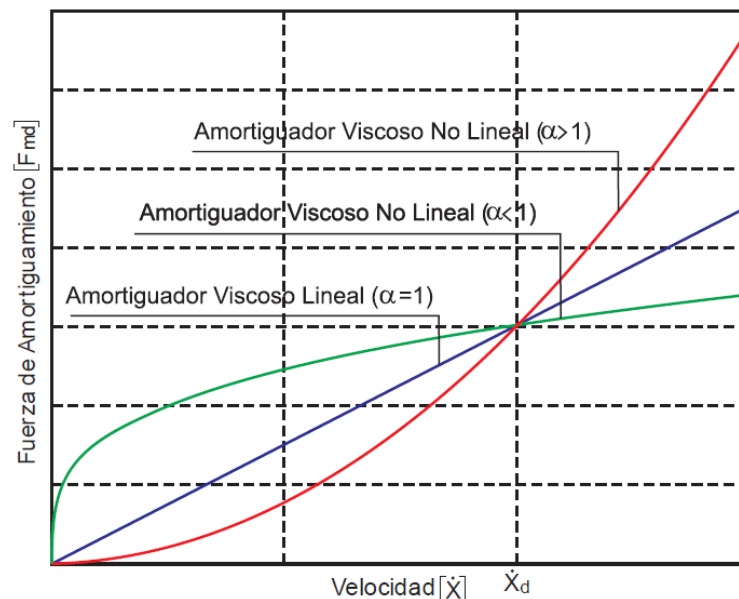


Figura 12. Relación entre la velocidad y la fuerza del disipador

Fuente: Villarreal y Díaz, 2016.

Generalmente en gran parte de los sucesos, el valor numérico del exponente de velocidad α está entre el rango de 0.3 a 1.0. Asimismo los valores de α que han mostrado emplearse más en el diseño sismorresistente de edificaciones y de puentes están comprendidos entre los valores de 0.4 a 0.5.

En el caso de los puentes con menores aceleraciones de sismo, se emplea un valor $\alpha = 2$; por otro lado para todas las estructuras cuyo diseño incluye cargas de viento habitualmente se emplean valores en el rango de 0.5 a 1.

Respecto a la **curva histerética**, el trabajo que desarrollan los disipadores viscosos en las estructuras depende de la velocidad para liberar la energía proveniente del sismo, por lo cual la fuerza que se desarrolla en estos dispositivos de disipación de energía es la **ecuación 2**.

Por lo tanto en relación a esto, se pudo observar que cada vez que un pórtico llegue a su máximo desplazamiento ($t1$) y ($t3$), la fuerza de amortiguación del disipador será igual a cero, ya que en ese tiempo la velocidad es igual a cero.

De igual modo, la máxima fuerza de amortiguación se da cuando la velocidad es máxima la cual se genera cuando el pórtico de la estructura entra en equilibrio ($t2$), en otras palabras, cada vez que el desplazamiento en las columnas es igual a cero (Villarreal y Díaz, 2016, p.17).

Por consiguiente, la curva histerética o curva desplazamiento vs fuerza del disipador viscoso queda expresada como la figura N° 13.

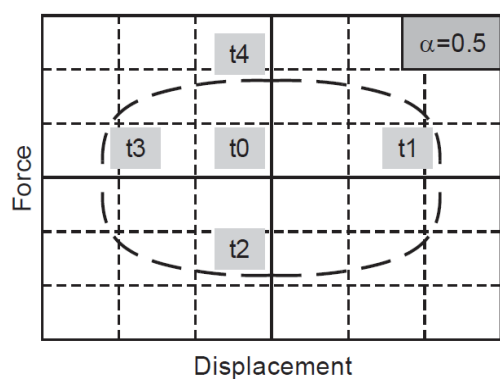


Figura 13. Relación Desplazamiento vs Fuerza (curva histerética) del disipador viscoso

Fuente: Villarreal y Díaz, 2016

Por otro lado, la **rigidez del dispositivo “K” o brazo metálico**; anteriormente se explicó, que este dispositivo es dependiente de la velocidad para el control de los parámetros sísmicos de la

estructura. Para poder alcanzar esto, durante el modelado en Etabs la rigidez del sistema se debe estimar con un valor muy alto.

Por consiguiente, la rigidez a considerar para la modelación es del brazo metálico, lo cual une el dissipador con la estructura. Ello generalmente se debe a que la rigidez axial del brazo metálico es mucho mayor que el dissipador. La rigidez del brazo se da a través de la siguiente ecuación:

$$A = \frac{EA}{L} \quad (\text{Ec.8})$$

En la cual:

E: Coeficiente de Elasticidad del Acero.

A: Área de la sección del brazo metálico.

L: Longitud del brazo metálico.

Cabe mencionar que este perfil metálico debe tener un área (A) considerable, ello para reducir las deflexiones elásticas del brazo y aumentar las del dispositivo de disipación, alcanzando de esta forma que el dissipador se active por completo ante una aceleración sísmica.

En este mismo sentido, es de suma importancia que el perfil metálico tomado deba tener un óptimo momento de inercia (I) y área(A) para que este tenga una considerable resistencia ante el pandeo en el sentido de compresión.

En cuanto a la elección del perfil metálico se debe emplear perfiles de tipo HSS o PIPE por cuestiones de estética y por la facilidad que se deba obtener en la instalación.

El **funcionamiento de los dissipadores de fluido viscoso** se describe a continuación:

El dispositivo de disipación (figura 14) se trata de dos elementos: el primero es un cilindro de elevada resistencia y el segundo de un pistón, todos ellos de acero inoxidable. El primero tiene en su parte interna un líquido que pertenece al grupo de las siliconas, lo cual tiene resistencia al fuego, es estable a la variación de calor y a los distantes períodos de tiempo.

Asimismo, el pistón cuenta en una de sus terminaciones una cabeza (figura 15) con reducidos orificios, lo cual divide su parte interna del cilindro en dos cámaras.

Ante la ocurrencia de un evento de sismo, se genera el movimiento del pistón en la parte interna del cilindro, este deslizamiento produce el traslado del fluido de una cámara a otra (figura 16), a la par genera una diferencial presión, la que da origen la fuerza de amortiguación.

Asimismo, ante el movimiento interno del pistón se produce la transformación de energía cinética en calor, lo que provoca la expansión y contracción térmica del líquido, a ello el cilindro tiene una tercera cámara, llamada de acumulación, que da paso a la compensación de las variaciones del volumen del fluido (Díaz, 2014, p.31).

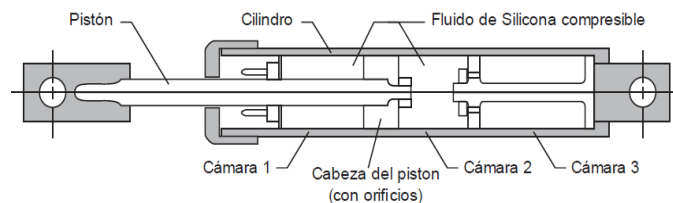


Figura 14. Corte longitudinal de un disipador viscoso

Fuente: Villarreal y Díaz, 2016.

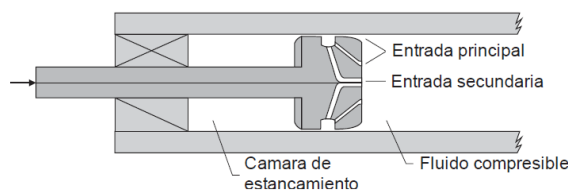


Figura 15. Especificación de la cabeza del pistón

Fuente: Villarreal y Díaz, 2016.

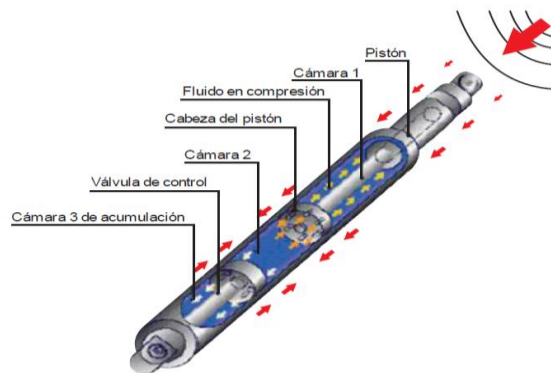


Figura 16. Funcionamiento de los dispositivos viscosos

Fuente: Villarreal y Díaz, 2016.

Respecto al **criterio de ubicación** se describe a continuación:

Para ubicar los disipadores de energía se debe conseguir mediante un procedimiento de iteración, en la cual el proyectista deba de repetir diferentes disposiciones y ubicación, en este procedimiento es de suma importancia tener en consideración la parte arquitectónica y la

utilidad que está destinada la edificación, por ello los integrantes del proyecto tanto en arquitectura como en diseño estructural deben realizar un trabajo a la par.

Se presentan diversos arreglos, pero en su gran mayoría se utilizan los de disposición Diagonal y Chevron, en estos, se necesita de brazos metálicos para la conexión del disipador a la estructura.

Disposición chevron: En este arreglo, el disipador se da en de forma horizontal, paralela al plano del techo, la eficacia que se logra con esta configuración es del 100%, esto se debe a que en esta disposición, los dispositivos captan las fuerzas horizontales de forma directa, esto quiere decir, que se utiliza toda la fuerza de estos para el control de los movimientos laterales producidos por los sismos.



Figura 17. Disposición Chevron

Fuente: Villarreal y Díaz, 2016.

La principal desventaja que se encuentra con el empleo de esta forma de ubicación es que genera sobreesfuerzos en la zona central de la viga que está cerca al dispositivo; para controlar estas fuerzas se emplea un refuerzo mediante la incorporación de planchas, anclajes, entre otros tal como se observa a continuación en la figura 18.



Figura 18. Disposición Chevron y su refuerzo adicional

Fuente: Villarreal y Díaz, 2016.

Disposición diagonal: En esta colocación el dispositivo de disipación se direcciona en el ángulo diagonal del pórtico en el cual será ubicado (ver figura 19). La disposición diagonal

produce una menor efectividad que el Chevron, debido a que solo la fuerza horizontal interviene en la captación de fuerzas horizontales

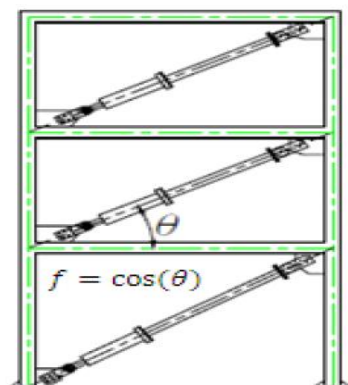


Figura 19. Esquema de la disposición diagonal

Fuente: Díaz, 2014.

El amortiguamiento que brinde está en función del ángulo de inclinación del brazo metálico que sostiene al disipador, mediante $f = \cos\theta$.

Por lo tanto, cuando el disipador es integrado al pórtico en un nudo rígido no necesita de ningún refuerzo que se le añada, lo que hace que sea la ubicación más económica, ya que solo requiere de brazos metálicos para la colocación de los disipadores.

Por consiguiente, gracias a que no genera sobreesfuerzos en los pórticos, este arreglo se puede diseñar e instalar tanto para estructuras nuevas como también a las ya existentes que necesiten reforzamiento, lo que le hace muy efectivo para fines de rehabilitación, la figura 20 ilustra el empleo de un disipador viscoso en esta disposición.



Figura 20. Disposición Diagonal

Fuente: Villarreal y Díaz, 2016.

A continuación se presenta las **recomendaciones de diseño según el Código ASCE 7-10:**

La norma americana ASCE 7-10 en su capítulo 18 especifica los requerimientos de diseño sísmico para estructuras con sistemas de disipación lo cual da a conocer 4 procedimientos que se debe seguir para el análisis de las estructuras que contienen estos dispositivos.

Procedimientos no lineales: esto abarca tanto el análisis de la respuesta no-lineal Tiempo-Historia como el análisis no-lineal estático.

Procedimientos lineales: en esta sección está el análisis de la respuesta espectral y el análisis de fuerza lateral equivalente.

Por lo tanto, en nuestro país el proceso de análisis sísmico de una estructura que contiene disipadores de energía se ha centrado en la aplicación del análisis de la respuesta no-lineal tiempo-historia. Lo cual dicho procedimiento conlleva a que la estructura sea sometida a sismos ocurridos de mayor magnitud en dicha región, de tal manera la estructura esté provista y evaluada mediante dichos sismos (Corpus y Morales, 2015, p.41).

Asimismo, **las recomendaciones para diseñar las conexiones**, esta norma estipula que las conexiones deben ser sometidas a una evaluación usando el criterio de diseño por resistencia y que deben ser diseñadas para que tengan la suficiente resistencia ante las fuerzas, desplazamientos y velocidades del máximo sismo esperado, es decir, igual a 1.5 del sismo de diseño. Por lo tanto, dichos accesorios que componen para poder armar el disipador en la estructura, debe tener una resistencia mayor para así evitar que las fuerzas sísmicas puedan destruirlo, lo que conllevaría a que el disipador deje de ejercer su función como dispositivo de disipación.

Asimismo, al momento de realizar la compra de los disipadores, existen ciertas conexiones que se deben tomar en cuenta ya que hay ciertos elementos que son otorgados por el mismo proveedor y que se adquieren al comprar el disipador viscoso, luego los demás elementos deben ser diseñados por el proyectista (Corpus y Morales, 2015, p.43).

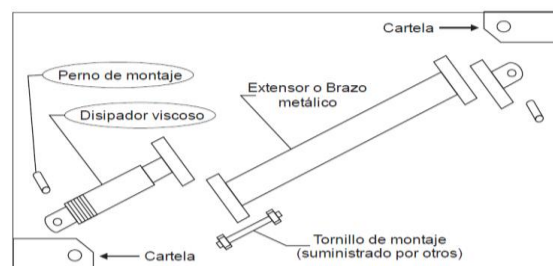


Figura 21. Disposición diagonal y sus conexiones

Fuente: Taylor-SAP2000 ETABS modeling, 2016.

Comportamiento estructural de una edificación

Comportamiento estructural: Según el Reglamento Nacional de Edificaciones (2016), el “comportamiento estructural, es el análisis de la edificación para evaluar la vulnerabilidad ante daños funcionales” (p.375).

Por lo tanto, concluimos que el comportamiento estructural da a conocer mediante un análisis sísmico el estado de las estructuras de tal manera permite que después de pasar el sismo la estructura no colapse, y asimismo brindar seguridad a sus ocupantes.

Cambio de uso: Todas las edificaciones formales están diseñadas para poder resistir las cargas vivas y muertas para la cual ha sido diseñada, ya sea para uso de oficinas, viviendas multifamiliares, hospitales, entre otros. Cuando una edificación ya sea reforzada o recién construida a la cual todavía no se ha utilizado se pretende cambiar su funcionalidad a la cual ha sido proyectada se llama cambio de uso, ya que influye el tema de las cargas vivas o sobrecargas.

Para Peña y Laurencio (2012), señalan que “con el cambio de uso se estarían modificando las cargas gravitacionales y la masa de la estructura. También se podría modificar la estructura (espacios, rigidez, resistencias) para cumplir con los nuevos requerimientos de uso” (párr. 47). Por lo tanto cuando se trata de una estructura que ya ha cumplido su periodo de vida o ya ha sido utilizada se debe realizar un reforzamiento para la cual se debe evaluar la estructura con diferentes métodos o estudios para ver el estado de la edificación.

Para este estudio, la estructura en estudio no ha sido utilizada u ocupada debido al reciente inicio de la construcción de dicha edificación, pero debido a que se pretende cambiar de uso (a gimnasio) lo cual corresponde una sobrecarga mayor, se va a analizar a través de propuestas indicadas en esta investigación para lo cual se utilizará el programa Etabs y se compararía resultados para llegar a una solución.

Sobrecarga o cargas vivas: Según la norma de cargas E020 (2016), señala que “Las edificaciones y todas sus partes deberán ser capaces de resistir las cargas que se les imponga como consecuencia de su uso previsto” (p.1).

Por lo tanto, todas las edificaciones deben estar diseñadas para soportar tanto cargas vivas como muertas para lo cual ha sido proyectado, además de ello las cargas externas como viento o sismo.

Por lo tanto cuando el uso cambia en una edificación, la carga viva o sobrecarga va a cambiar también, de esa manera la estructura del edificio será evaluada estructuralmente para resistir al nuevo uso que se le va a dar a la edificación.

A continuación, se muestra la tabla N° 2 de la norma de cargas E020, cargas vivas según su uso:

Tabla 2. Cargas de diseño

Hoteles	
Cuartos	2,0 (200)
Salas públicas	De acuerdo a lugares de asambleas
Almacenaje y servicios	5,0 (500)
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Instituciones Penales	
Celdas y zona de habitación	2,0 (200)
Zonas públicas	De acuerdo a lugares de asambleas
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Lugares de Asamblea	
Con asientos fijos	3,0 (300)
Con asientos móviles	4,0 (400)
Salones de baile, restaurantes, museos, gimnasios y vestíbulos de teatros y cines.	4,0 (400)
Graderías y tribunas	5,0 (500)
Corredores y escaleras	5,0 (500)
Oficinas (*)	
Exceptuando salas de archivo y computación	2,5 (250)
Salas de archivo	5,0 (500)
Salas de computación	2,5 (250)
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Teatros	
Vestidores	2,0 (200)
Cuarto de proyección	3,0 (300)
Escenario	7,5 (750)
Zonas públicas	De acuerdo a lugares de asambleas

Tiendas	5,0 (500)
Corredores y escaleras	5,0 (500)
Viviendas	2,0 (200)
Corredores y escaleras	2,0 (200)

Fuente: Norma E-020, 2016.

Sistema estructural: Las estructuras de concreto armado se caracterizan principalmente por tener como materiales predominantes al concreto y al acero. Estos se pueden clasificar en sistemas aporticados, duales, albañilería, entre otros.

Centrándose en los sistemas aporticados y duales nos damos cuenta que los sistemas aporticados se caracterizan por estar conformados por pórticos (columna – viga) y las losas. En la **figura 22** se muestra el sistema aporticado:



Figura 22. Sistema aporticado

Fuente: Silva, 2016.

Mientras que un sistema dual están conformado por los pórticos más las placas o muros de corte y las losas. A continuación se muestra el sistema dual, **figura 23:**



Figura 23. Sistema dual

Fuente: Silva, 2016.

Estos dos sistemas deben cumplir con las propiedades de ductilidad, rigidez y resistencia. La norma de diseño sismorresistente E-030 exige que cumpla con estos tres requisitos para evitar que la estructura llegue al colapso frente a los movimientos sísmicos.

A estos dos sistemas es usual que se les incorpore un sistema de amortiguamiento como son los disipadores y aisladores de forma que dichas estructuras puedan tener un comportamiento eficiente frente a sismos severos. Estos dispositivos protegen al sistema y hacen que sus elementos estructurales no sean sobreesforzados evitando la deformación de estos.

Zonificación: El Perú es un país altamente vulnerable debido a que se encuentra situado en una región de placas que son la placa de Nazca y la Sudamericana, por lo tanto, nuestro país ha sido clasificado en cuatro zonas sísmicas. Estas zonas nos indican el grado de magnitud e intensidad que existe en estas regiones al producirse un sismo. La norma de diseño sismorresistente E030 proporciona valores para cada zona de tal manera dicho valor es de suma importancia al momento de realizar el análisis sísmico de las estructuras ya que son parte de la cortante basal que influye en los edificios. Asimismo, se da conocer las diversas zonificaciones que tiene el Perú.



Figura 24. Zonas sísmicas del Perú

Fuente: Norma E-030, 2016.

Tipo de suelo: El suelo es el principal medio por la cual las ondas sísmicas llegan a las estructuras de los edificios. Es por ello que donde se funde o construya la edificación debe ser observada cuidadosamente y analizada mediante un estudio de suelos para conocer en qué tipo de suelo se encuentra cimentada la estructura.

Según la Norma E-030 (2016, p.7), detalla los tipos de suelos:

- **S0: Roca Dura**, la característica para cumplir con este tipo de terreno es que la roca en donde se funda la edificación debe ser continua hasta una profundidad de 30 metros.
- **S1: Roca o suelos muy rígidos**, pueden ser rocas fracturadas, arena muy densa, grava arenosa densa y arcilla muy compacta.
- **S2: Suelos Intermedios**, en este tipo de suelos están las arenas densas, gruesa a media, o grava arenosa medianamente densa además de ello están los suelos cohesivos compactos.
- **S3: Suelos blandos**, es decir zonas vulnerables en donde las ondas sísmicas se propagan rápidamente; entre las cuales tenemos, arena media a fina, grava arenosa y suelo cohesivo blando.
- **S4: Condiciones excepcionales**, suelos excepcionalmente flexibles y los lugares en donde las condiciones de terreno son particularmente desfavorables en la cual es indispensable un estudio determinado en esa zona.

Por lo tanto, la información anterior es importante ya que con ella determinamos el factor del suelo presentado en el en el cuadro siguiente según la norma E030:

Tabla 3. *Valores para Factor de suelo "S"*

Factor de suelo "S"				
Zona	Suelo			
	S0	S1	S2	S3
Z2	0.80	1.00	1.15	1.20
Z3	0.80	1.00	1.20	1.40
Z4	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: Norma E-030, 2016.

Análisis sísmico con Software Etabs V.16: El programa Etabs como se aprecia en la figura N° 25 es un software de ingeniería especializado en el análisis y diseño estructural mayormente para edificaciones, dicho programa nos ayuda a modelar diferentes tipos de edificaciones, ya sea en sistema aporticado como sistema dual. La ventaja que el software Etabs nos brinda es que agiliza y proporciona datos importantes en menor tiempo, resultados como las respuestas sísmicas (desplazamientos, distorsiones, entre otros). Respecto a la modelación de la edificación, el Etabs puede visualizar el modelo tanto en 2D como en 3D en vista lateral, frontal, en planta, etc.



Figura 25. Programa computacional ETABS v.16

Fuente: Etabs, 2016.

Análisis dinámico Tiempo – Historia: El análisis tiempo historia simula el comportamiento inelástico de la estructura con registros sísmicos reales ocurridos en la región. El programa ETABS emplea métodos tales como Fast Nonlinear Analysis (FNA) desarrollado por Edward L. Wilson, además de ello el software utiliza el método de integración directa.

Por lo tanto gracias a estos métodos con que cuenta el programa se puede realizar cálculos rápidos y efectivos, logrando observar el comportamiento estructural en el rango inelástico, en este caso para estructuras con aplicación de disipadores predefinidos como elementos link.

Formulación del problema

Problema general

- ¿Cuánto se modifica el comportamiento estructural al aplicar disipadores viscosos en el edificio Roma de 5 pisos por cambio de uso, Los Olivos, 2019?

Problemas específicos:

- ¿Cuánto se modifican los desplazamientos máximos al aplicar disipadores viscosos en el edificio Roma de 5 pisos por cambio de uso, Los Olivos, 2019?
- ¿Cuánto se modifican las derivas de entrepiso al aplicar disipadores viscosos en el edificio Roma de 5 pisos por cambio de uso, Los Olivos, 2019?

- ¿Cuánto se modifican los momentos de volteo al aplicar disipadores viscosos en el edificio Roma de 5 pisos por cambio de uso, Los Olivos, 2019?

Justificación del estudio

Por **conveniencia:** la alternativa que se presenta en esta investigación se caracteriza por comprender criterios bien definidos como es; el desarrollo y el uso de nuevas tecnologías que se puedan emplear en la ingeniería civil como son los disipadores viscosos, por ser un sistema seguro, ya que ello conllevaría a mejorar el desempeño sísmico y poder evitar pérdidas económicas y vidas humanas.

Relevancia social: el sistema aportado en el Perú es uno de las estructuras capaces de responder estructuralmente frente a un evento sísmico, pero sufriría su estructura frente a un sismo considerable y se verían afectadas las personas que ocupan dicho inmueble. Por ello, hoy en día se utilizan tecnologías como disipadores de energía que responden considerablemente a un sismo severo, ello sería una de las soluciones frente a la seguridad de las personas, y evitar pérdidas humanas.

Aporte teórico: el uso de nuevas tecnologías nos conlleva a indagar los beneficios de los mismos como son los disipadores de energía, buscando compararlo con un sistema dual de tal forma ver los beneficios que pueden aportar al campo de la ingeniería civil especialmente en el diseño sísmico y así poder tomar criterios y decisiones al momento del diseño estructural y sísmico de las edificaciones.

Aporte práctico: el uso del sistema aportado en nuestro país es muy aplicado en la construcción, lo que sí es nuevo son las inserciones de nuevas tecnologías como es el caso de la aplicación de disipadores de energía en las estructuras de las construcciones, lo cual en nuestro país son poco utilizados, ello conlleva que esta investigación realice un estudio acerca de esta tecnología frente a un sistema dual ante un evento sísmico.

Hipótesis de la investigación

Hipótesis general

- Analizar el comportamiento estructural en el edificio Roma de 5 pisos por cambio de uso con la aplicación de disipadores viscosos, Los Olivos, 2019.

Hipótesis específicas

- Cuantificar los desplazamientos máximos al aplicar disipadores viscosos en el edificio Roma de 5 pisos por cambio de uso, Los Olivos, 2019.
- Cuantificar las derivas de entrepiso al aplicar disipadores viscosos en el edificio Roma de 5 pisos por cambio de uso, Los Olivos, 2019.
- Cuantificar los momentos de volteo al aplicar disipadores viscosos en el edificio Roma de 5 pisos por cambio de uso, Los Olivos, 2019.

Objetivos

Objetivo general

- La aplicación de disipadores viscosos modifica significativamente el comportamiento estructural en el edificio Roma de 5 pisos por cambio de uso, Los Olivos, 2019.

Objetivos específicos

- La aplicación de disipadores viscosos reduce los desplazamientos máximos en el edificio Roma de 5 pisos por cambio de uso, Los Olivos, 2019.
- La aplicación de disipadores viscosos reduce las distorsiones de entrepiso en el edificio Roma de 5 pisos por cambio de uso, Los Olivos, 2019.
- La aplicación de disipadores viscosos reduce los momentos de volteo en el edificio Roma de 5 pisos por cambio de uso, Los Olivos, 2019.

II. MÉTODO

2.1 Tipo y diseño de investigación

2.1.1 Tipo de investigación

La investigación aplicada centra su estudio en las posibilidades precisas de trasladar a la práctica las teorías generales, y dedican sus esfuerzos a solucionar las necesidades que se hacen los hombres y la sociedad (Baena, 2014, p. 11).

Por lo tanto, el presente estudio es de tipo aplicada, ya que la teoría de este estudio nos sirve para fundamentar la investigación y poderlo aplicar a problemas específicos tales como mejorar la respuesta sísmica en una edificación comercial y también analizar los resultados al cambiar el uso de la edificación.

Por consiguiente, la investigación es de enfoque cuantitativo ya que sigue una secuencia de procedimientos que no se pueden evitar en la realización de la investigación y además es probatorio porque los resultados que se obtengan mostrarán si las hipótesis planteadas son las correctas (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.18).

2.1.2 Diseño de la investigación

Los diseños no experimentales son investigaciones que se ejecutan sin el manejo deliberado de variables de estudio y en los que solamente se ven los fenómenos en su espacio natural para estudiarlos (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 152).

Por lo tanto, la presente investigación opta por un diseño no experimental ya que a nuestra variable independiente (disipadores viscosos) no se realizará ningún cambio debido a que solo se va a aplicar a la estructura de la edificación tal como está, en una misma posición, y con un solo tipo a través de programas estructurales como es el ETABS.

2.2 Operacionalización de variables

➤ Variables

Para tener una mejor comprensión de la definición de variables, Núñez, menciona que “se denominan variables a los constructos, propiedades o características que adquieren diversos valores. Es un símbolo o una representación, por lo tanto, una abstracción que adquiere un valor no constante” (2007, p. 166).

Por lo tanto, la presente investigación cuenta con las siguientes variables:

- ✓ **Variable Independiente:** Disipadores viscosos.
- ✓ **Variable dependiente:** Comportamiento estructural de una edificación

Tabla 4. *Tabla operacional de variables*

Variable Independiente	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	
Disipador viscoso	Los disipadores de Fluido Viscoso son cilindros huecos que se encuentran divididos en tres cámaras. En su interior tienen un fluido que es de baja viscosidad, inerte, no combustible, no inflamable, no tóxico y además que no se degrada con el paso del tiempo (Morales y Contreras, 2012, p.15).	D1: Propiedades físicas	I1: Modelo viscoso Taylor I2: Disposición	Software de Edificaciones ETABS V.16	
	Definición operacional		I1: Fuerza del disipador		
	Este tipo de dispositivo disipa energía forzando un fluido altamente viscoso a pasar a través de orificios con diámetros, longitudes e inclinación especialmente determinados para controlar el paso del fluido [...] con capacidades para resistir las fuerzas inducidas por terremotos (Cámara chilena de la construcción, 2011, p.19).	D2: Propiedades mecánicas	I2: Amortiguamiento I3: Curva histerética		
Variable dependiente	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores		
Comportamiento estructural de una edificación	Según el Reglamento Nacional de Edificaciones señala que el “comportamiento estructural, es el análisis de la edificación para evaluar la vulnerabilidad ante daños funcionales” (2006, p.375).	D1: Desplazamientos máximos	I1: Configuración estructural I2: Características del suelo		
	Definición operacional		I1: Análisis lineal estático		
	Se realizará el análisis sísmico de la estructura en estudio, con la finalidad de ver el estado sismorresistente en la que se encuentra la edificación. Asimismo, se aplicarán los disipadores viscosos para ver la mejora del comportamiento estructural de la estructura y verificar si satisface la norma de diseño sismorresistente E-030.	D2: Derivas entrepiso	I2: Análisis lineal dinámico I3: Análisis dinámico Tiempo - Historia		
		D3: Momento de volteo	I1: Factor de seguridad I2: Peso del edificio I3: Altura edificación		

Fuente: Elaboración propia

2.3 Población y muestra

Población

Según Tamayo expresa lo siguiente:

[La población es la] totalidad de un fenómeno de estudio, incluye la totalidad de unidades de análisis o entidades de población que integran dicho fenómeno y que debe cuantificarse para un determinado estudio integrado un conjunto N de entidades que participan de una determinada característica, y se le denomina población por constituir la totalidad del fenómeno adscrito a un estudio o investigación (2003, p. 176).

Por lo tanto, la población para la presente investigación son todas las edificaciones de 5 pisos en el distrito de Los Olivos.

Muestra

Las muestras no probabilísticas, son llamadas también muestras dirigidas, es decir suponen un método de selección orientado a las características de la investigación, y no por un criterio estadístico empleado generalmente (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 189).

En conclusión, para el desarrollo del presente estudio se ha utilizado la muestra no probabilística ya que no se realiza cálculos estadísticos para determinar la cantidad de muestras, sino es con el criterio del investigador, es decir la investigación solo se centrará en estudiar la edificación multifamiliar de 5 pisos, urbanización Mercurio, en el distrito de Los Olivos.

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

2.4.1 Técnica

La técnica para realizar investigaciones es una secuencia particular de alcanzar datos o resultados. Las técnicas son de carácter particular y específica de una disciplina, por lo que sirve de complemento de investigación con fines específicos y esenciales (Arias, 2012, p. 67).

Por lo tanto, para el desarrollo del proyecto de investigación se aplicará las siguientes técnicas para recoger información, la cual poder analizarla, de las cuales son las siguientes técnicas:

- **Revisión de documentos:** este tipo de técnica se basa en que el investigador revise suficiente información referente al tema para poder tener un amplio conocimiento. Esta técnica implica revisar normas de diseño, libros, manuales de guía, tesis de investigadores referente al diseño de estructuras con disipadores viscosos, de tal manera establecer una base de punto de partida para luego desarrollar el tema y obtener resultados confiables.

- **Observación directa:** esta técnica nos permitirá recopilar datos que se registrarán en campo, es decir, información referente a los elementos estructurales, suelo, tipo de edificación, entre otras, para luego dar una alternativa de solución en cuanto a la mejora del comportamiento estructural de la edificación debido al cambio de uso que se le ha otorgado a la edificación.

2.4.2 Instrumentos de recolección de datos

Un instrumento de recolección de datos es un medio realizado por el investigador para estudiar los fenómenos y obtener información para la investigación (Sabino, 1992, p. 108).

Para recolectar la información de los resultados se hizo una ficha de recolección de información y datos (ver en anexo 3), en la cual se define cada variable y sus indicadores con el fin de que la indagación tenga validez.

Además, durante el desarrollo del presente proyecto de investigación, se hará uso del programa computacional ETABS V.16, el cual será de mucha utilidad al momento de extraer los resultados de las dimensiones en estudio.

2.4.3 Validez

La validez es la categoría en que un instrumento realmente realiza la medición de la variable que se busca medir (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.200).

Tabla 5. Rangos y magnitud de validez

Rangos	Magnitud
0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.66 a 0.71	Muy confiable
0.72 a 0.99	Excelente validez
1.00	Validez perfecta

Fuente: Herrera, 1998.

Tabla 6. Juicio de expertos

Validación de instrumentos		
Experto 1	Experto 2	Experto 3
0.85	0.85	0.80
Promedio		0.83

Fuente: Elaboración Propia

Por lo tanto, para realizar la validación del instrumento de medición de resultados (ver anexo 3), ha sido evaluada por tres expertos que desempeñan el cargo de ingenieros civiles; para ello se hizo un promedio de la calificación de los tres ingenieros y se tuvo como resultado un nivel de validez de 0.83, lo cual corresponde un nivel aceptable.

2.4.4 Confiabilidad

La confiabilidad es la categoría de un instrumento para generar resultados compactos y conformes (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.200).

Tabla 7. *Escala de valores de confiabilidad*

Rangos	Magnitud
0.53 a menos	Confiabilidad nula
0.54 a 0.59	Confiabilidad baja
0.66 a 0.71	Muy confiable
0.72 a 0.99	Excelente confiabilidad
1.00	Confiabilidad perfecta

Fuente: Mescua, 2017.

Finalmente, la confiabilidad de los resultados realizado en el software ETABS V. 16 estuvo otorgada por el Ingeniero Augusto Quiroga Cáceres representante de la empresa PROYECT - CONST SRL dedicados al diseño estructural para expedientes técnicos de edificaciones (ver anexo 8). Por lo tanto, debido a la aprobación del ingeniero, este instrumento utilizado para obtener los resultados de este estudio es muy confiable.

2.5 Procedimiento

➤ Programas computacionales:

En el presente proyecto de investigación se ha utilizado el programa computacional de estructuras ETABS lo cual sirve para realizar el modelamiento estructural del proyecto en estudio.

➤ Ensayos

En la presente tesis se ha realizado ensayos para hallar la capacidad portante del suelo. Estos ensayos son:

- Ensayo de análisis de granulometría: NTP 339.128 (ASTM D422)
- Ensayo de clasificación unificada de suelos SUCS: NTP 339.134 (ASTM D2487)
- Ensayo de corte directo: NTP 339.171 (ASTM D3080)

➤ **Modelamiento estructural**

Haciendo el uso del programa ETABS y usando las normas E.030, FEMA y ASCE 7-10 capítulo 18, se realizará el cálculo de los desplazamientos máximos, distorsiones y momento de volteo entre disipadores de energía y el sistema dual.

2.6 Métodos de análisis de datos

Por consiguiente, ya que la indagación es cuantitativa, es decir se realizará cálculos según la norma E030 de diseño sismorresistente; el proyecto en estudio se enmarca en seguir ciertos procedimientos para poder llegar a un conclusión específica. Mediante el análisis de datos se permite valorar las investigaciones que se ha realizado en los programas computacionales, asimismo de interpretarlos y obtener las conclusiones. Según Morán y Alvarado, indica que el análisis de los datos son recopilados mediante diversos medios de recopilación de datos ya sea través de entrevistas, cuestionarios, entre otros obtenidos deben ser analizados de forma minuciosa para ver si responden a las preguntas de investigación y comprobar si la hipótesis es correcta o incorrecta. Para el análisis de datos en necesario dos factores: lo que se desea hacer con los datos y el planteamiento del problema (2010, p.56). Por lo tanto, para realizar el presente estudio se requiere el uso de programas computacionales como es el caso del ETABS, para realizar el proceso de diseño estructural debido al cambio de uso del sistema existente y la aplicación de los disipadores de energía, de tal manera ver el mejor desempeño sísmico de ambos sistemas.

2.7 Aspectos éticos

Todo trabajo de investigación es leído y consultado a través de las publicaciones de otros investigadores. Lo que pretende alcanzar este proyecto es poder brindar conocimientos e información veraz y de apoyo para el desarrollo de nuevas investigaciones. Debido a ello la presente indagación ha citado a todos los autores que aportaron con otorgar una mejor comprensión y tratar de una manera más clara y precisa el proyecto de investigación; para ello se cumplió la norma ISO 690 y 690 – 2, en las cual la parte bibliográfica se realizó en base al manual o reglamento para evitar la copia de información.

Para la realización de la presente tesis se llevó a cabo mediante el cumplimiento de las líneas de investigación establecidos por la Universidad César Vallejo. Asimismo, el desarrollo de la tesis fue verificado y examinado mediante el programa de Turnitin, dando a conocer la eficiencia de la confiabilidad y la privacidad de la investigación, como propio del autor.

III. RESULTADOS

3.1 Descripción del proyecto

El presente estudio tiene como finalidad realizar un reforzamiento estructural de una estructura aporticada que se darán dos soluciones distintas tanto con el sistema convencional como el sistema no convencional. Como reforzamiento se plantea los disipadores viscosos y el sistema dual (asignación de muros de corte, donde ambas propuestas se comparará quien determina mejor comportamiento verificando la norma actualizada E-030 sismorresistente.

3.1.1 Ubicación

La ubicación de la edificación está situada en el lote N° 13, Calle 13, Manzana “T”, Urbanización Mercurio en el distrito de Los Olivos tal como se muestra en la figura 26.

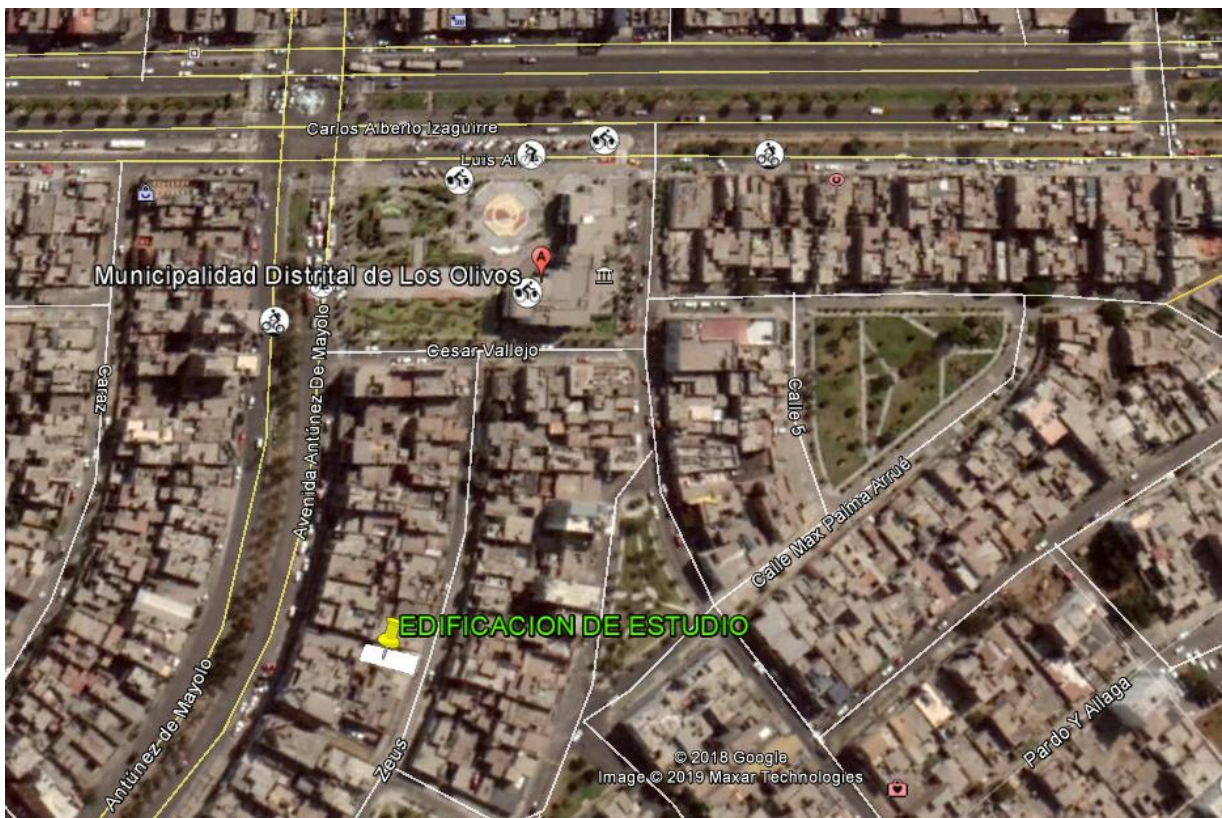


Figura 26. Ubicación de la edificación

Fuente: Google Earth, 2019.

3.1.2 Características de la edificación

La edificación existente en obra, cuenta con un sistema de pórticos, lo cual dicha estructura se va a evaluar mediante un análisis sismorresistente para destinarlo a gimnasio. En la figura 27, se puede apreciar la distribución de las columnas y vigas existentes, para posteriormente evaluarlos en el Etabs con la alternativa propuesta en un inicio.

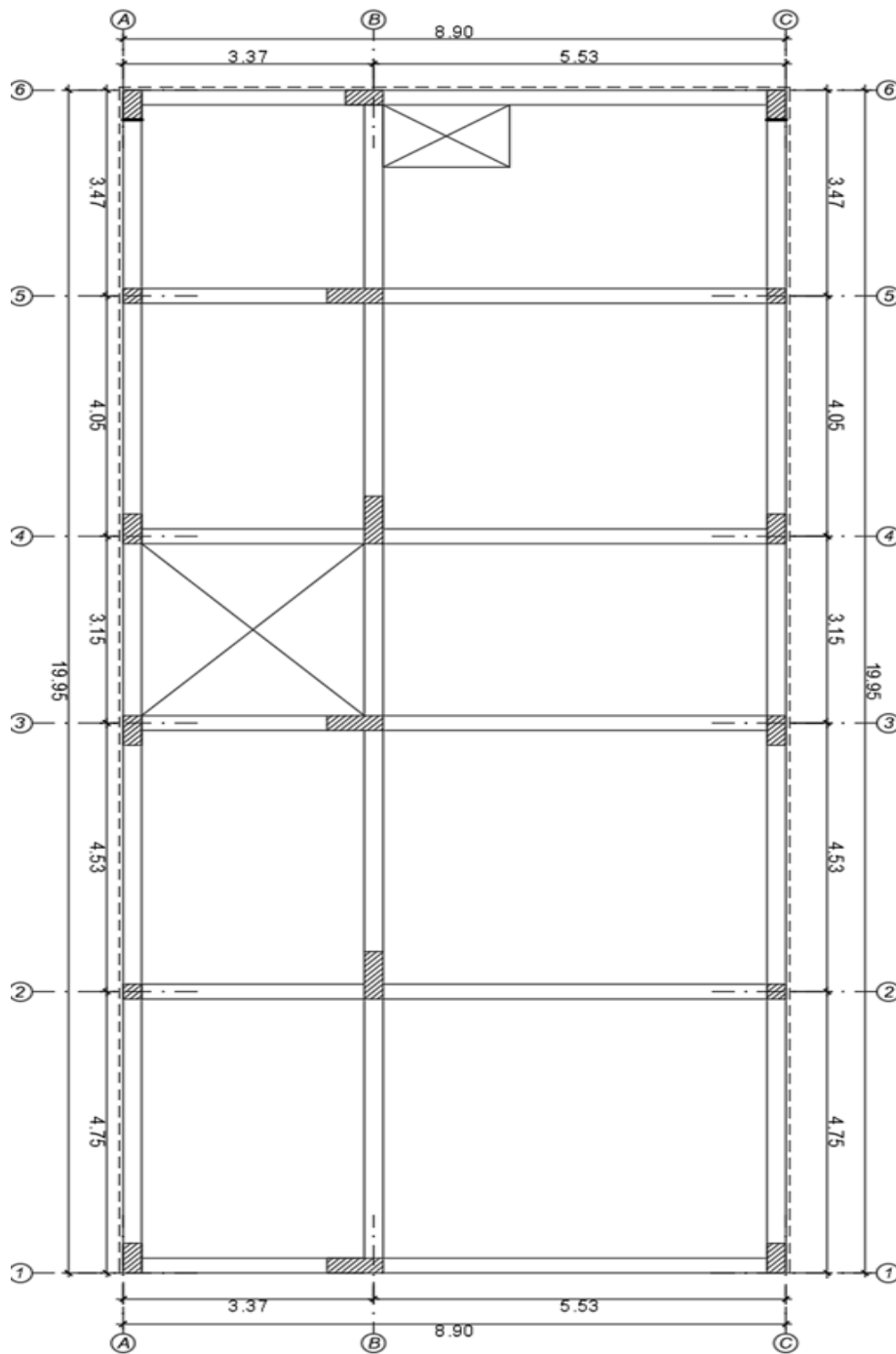


Figura 27. Distribución de vigas y columnas de estructura existente para gimnasio

Fuente: Elaboración Propia

- **Propiedades de los materiales de la edificación de 5 pisos**

- ✓ **Concreto Armado**

Resistencia a la compresión = 210 kgf/cm²

Módulo de Elasticidad = 217371 kgf/cm²

Coefficiente de Poisson = 0.2

Peso específico = 2400 kgf/m³

- ✓ **Propiedades del Acero**

Esfuerzo de fluencia = 4200 kg/cm²

Módulo de elasticidad = 2100000 kgf/cm²

- **Cargas consideradas para el análisis**

- ✓ **Carga Muerta**

Piso terminado: 100kgf/m² (Primer al quinto piso)

Tabiquería: 100kgf/m² (Primer al quinto piso)

- ✓ **Carga Viva**

Sobrecarga: 400kgf/m² para gimnasio según Norma de cargas E-020.

- **Especificaciones de materiales – estructura normal**

Columnas y zapatas : F'c = 210 Kg /cm²

Vigas y losas : F'c = 210 Kg /cm²

3.2 Modelación estructural

3.2.1 Modelamiento de la edificación de 5 pisos

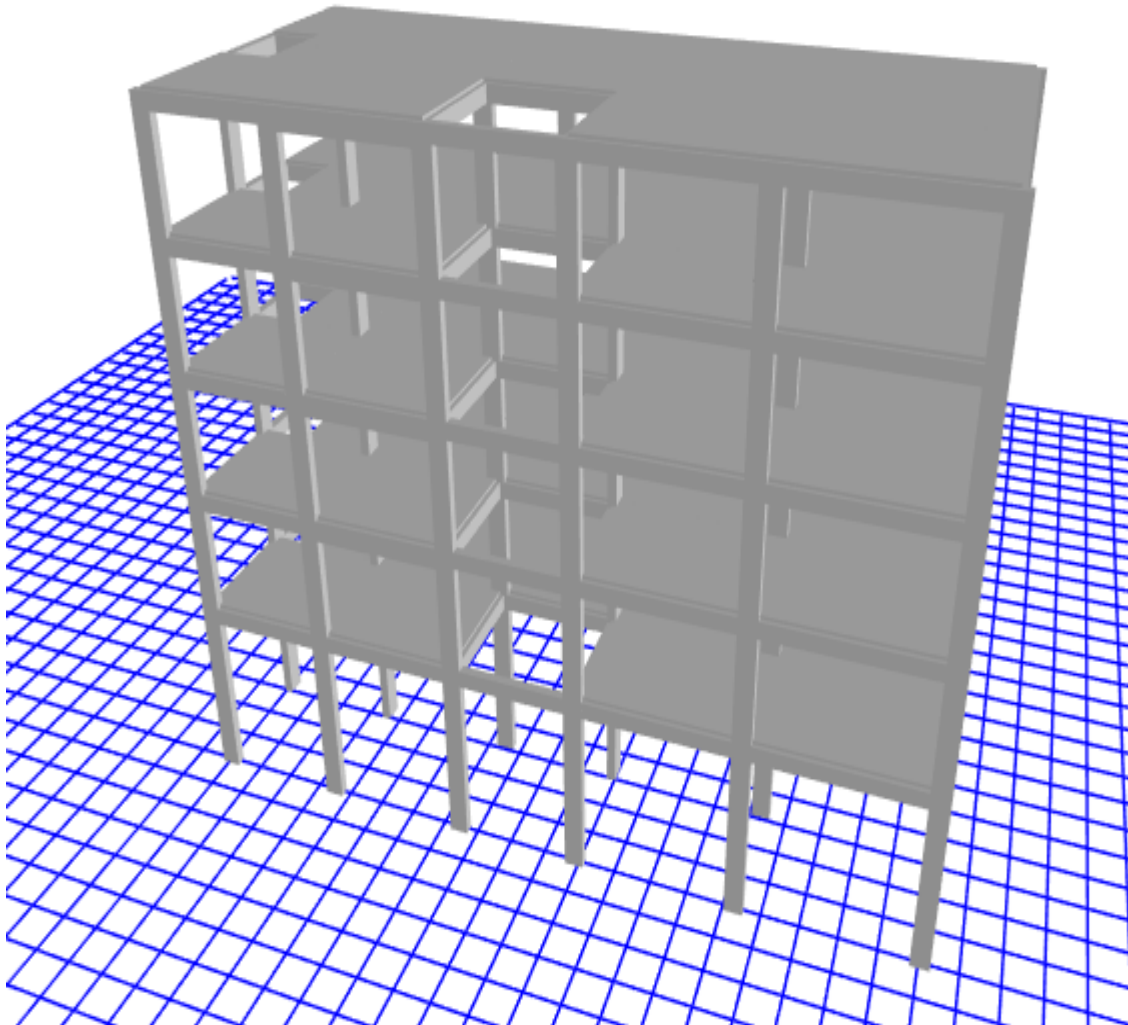


Figura 28. Modelamiento 3D de la edificación

Fuente: Elaboración Propia

3.2.1.1 Estados de carga y combinaciones de carga

3.2.1.1.1 Estados de carga

Según el Reglamento nacional de edificaciones, en la norma E-020, la norma E-060 y el reglamento ACI 318, consideran los siguientes estados de carga en el Etabs.

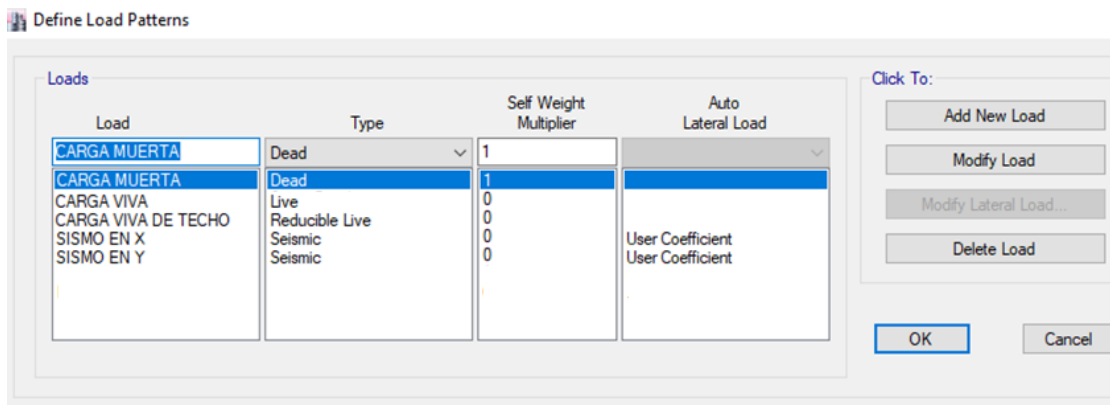


Figura 29: Definir estados de carga en ETABS

Fuente: Elaboración propia

- ✓ Sismo en dirección en X con excentricidad de 0.05 son en dirección Y.
- ✓ Sismo en dirección en Y con excentricidad de 0.05 son en dirección X.

3.2.1.1.2 Combinaciones de carga

De dichas combinaciones según E-060 concreto armado, el diseño estructural se efectúa con la “envolvente” definida según cuadro “load combination data” tal como se muestra en la figura 37:

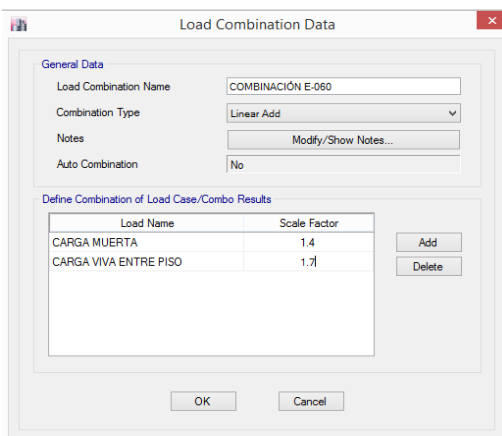


Figura 30. Datos de combinación de carga en ETABS

Fuente: Elaboración propia

3.2.1.1.3 Parámetros sísmicos

Tabla 8. *Parámetros sísmicos*

Factor	Símbolo	Valor	Justificación
Zona	Z	0.45	Zona sísmica 4: distrito Los Olivos
Uso	U	1	Edificaciones comunes: Gimnasio
Suelo	S	1	Suelo S1 según E.M.S.
Coefficiente básico de reducción	Ro	8	Pórticos : vigas y columnas
Regularidad Estructural	Ia	1	Continuidad de elementos estructurales
	Ip	1	No incluye aberturas mayores a 50% del área total de la planta
Coefficiente de reducción de las fuerzas sísmicas	R	8	La estructura es de tipo regular

Fuente: Elaboración propia

3.2.1.2 Análisis sísmico dinámico

Para el análisis dinámico de la edificación se aplicó un espectro de respuesta de acuerdo a la norma de diseño sismorresistente E-030, todo ello para realizar una comparación entre la fuerza cortante mínima en la base con los resultados del análisis estático. Esto se aplica para cada dirección de la estructura en planta, eje X y eje Y.

$$S_a = ZUSC * g/R ; g = 9.81 \text{ m/s}^2 \quad \text{y} \quad C = 2.5(T_p/T) < 2.5$$

3.2.1.2.1 Espectros para el análisis sísmico de la estructura de 5 pisos

- **Espectro de respuesta Inelástico**

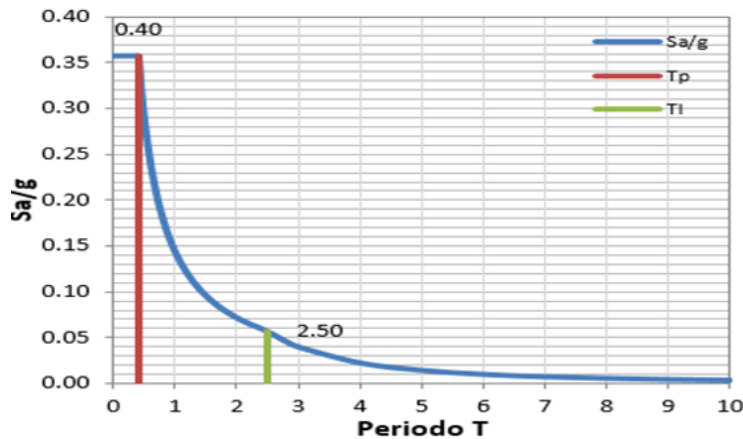


Figura 31. Espectro de respuesta

Fuente: Elaboración propia

3.2.1.3 Escalamiento de acelerogramas al espectro de diseño

El escalamiento de acelerogramas mediante el método al período objetivo se realizó en el software Seismo Match V.2018 utilizando 3 registros sísmicos de REDACIS (Red Acelerográfica del CISMID de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA) .



Figura 32. Seismo Match

Fuente: Seismo Match, 2018.

Para la presente investigación, el análisis se realizó con el sismo de diseño más fuerte. Lo cual los registros sísmicos se tomaron del mismo tipo de suelo del lugar donde se situó la edificación.

El tipo de suelo que tomamos de acuerdo al EMS: Suelo tipo S1

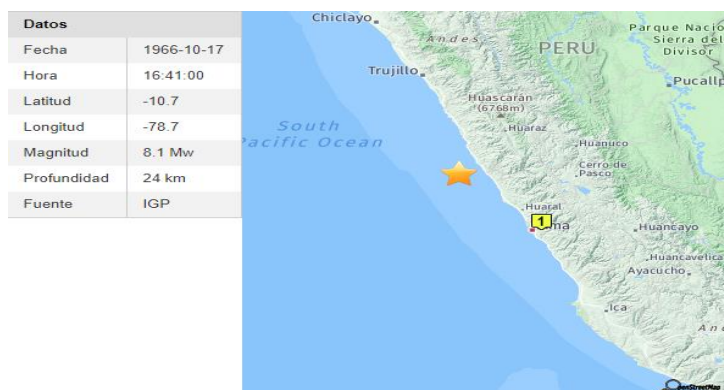


Figura 33. 17 /10 / 1966 (1er Registro sísmico)

Fuente: Redacis – Universidad Nacional de Ingeniería

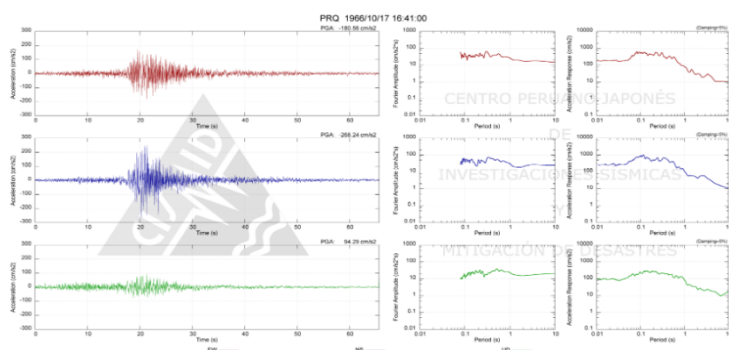


Figura 34. (1er Registro sísmico). Estación Parque de Reserva 17 /11 / 1966

Fuente: Cismid – Universidad Nacional de Ingeniería

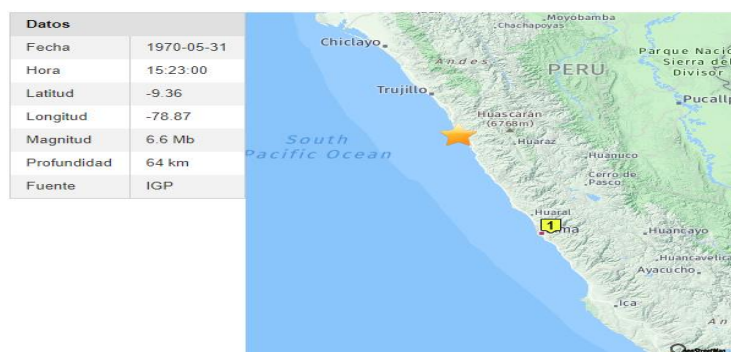


Figura 35: 31 /05/ 1970 (2do Registro sísmico)

Fuente: Redacis – Universidad Nacional de Ingeniería

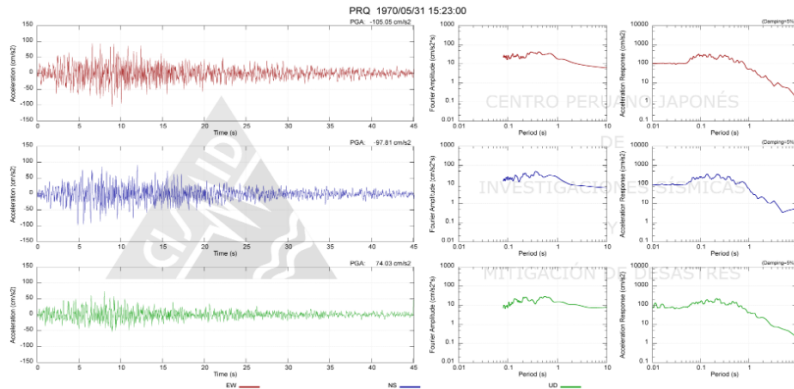


Figura 36. (2do Registro sísmico). Estación Parque de Reserva 31 /05/ 1970

Fuente: Cismid – Universidad Nacional de Ingeniería

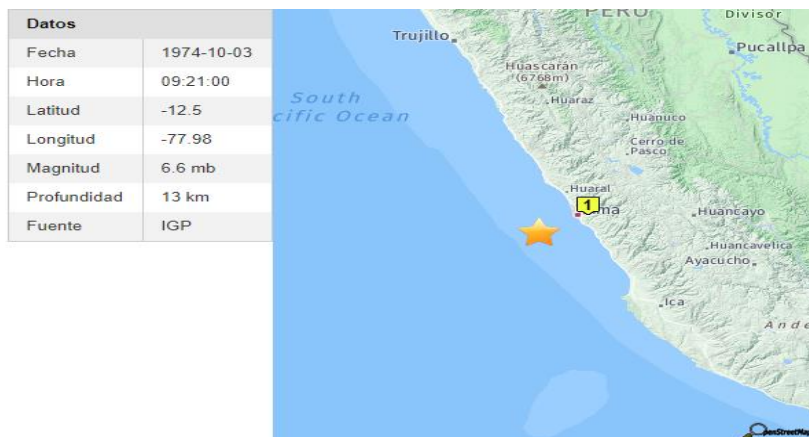


Figura 37. 03 /10 / 1974 (3er Registro sísmico)

Fuente: Redacis – Universidad Nacional de Ingeniería

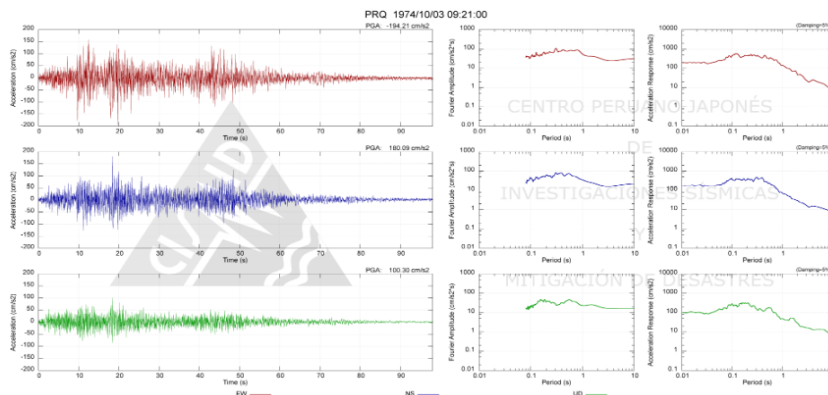


Figura 38. (3er Registro sísmico). Estación Parque de Reserva 03 /10 / 1974

Fuente: Cismid – Universidad Nacional de Ingeniería

➤ **Resumen de Ubicación de las estaciones**

Tabla 9. *Ubicación de las estaciones*

Año	Ubicación de Sismo	Tipo de suelo
17/10/1966	Parque de la reserva (Lima)	(S1)
31/05/1970	Parque de la reserva (Lima)	(S1)
3/10/1974	Parque de la reserva (Lima)	(S1)

Fuente: Redacis – Universidad Nacional de Ingeniería

Tabla 10. *Registros considerados para el análisis con y sin dissipador de fluido viscoso*

Localización de la estación	Fecha	Componentes	Aceleración	Duración (mits)
			máxima (cm/s²)	
Lima	17/10/1966	E - W	-180.6	1.094
		N - S	-269.3	
Lima	31/05/1970	E - W	-104.8	0.752
		N - S	-97.7	
Lima	3/10/1974	E - W	-192.5	1.632
		N - S	179	

Fuente: Redacis – Universidad Nacional de Ingeniería

➤ **Análisis Lineal Tiempo-Historia**

Una vez que tengamos los 3 acelerogramas escalados en el programa Seismo Match el espectro de diseño en sus dos componentes podremos realizar el Análisis lineal Tiempo Historia.

A continuación se muestra el procedimiento detallado para realizar el Análisis lineal Tiempo Historia.

- Sismo Lima 17/10/1966 (primer registro sísmico)

Time Series from Original Accelerogram			
Time (s)	Acc (g)	Vel (cm/sec)	Disp (cm)
0.00000	-0.01138	0.00000	0.00000
0.02000	-0.00266	-0.13766	-0.00166
0.04000	-0.00305	-0.19360	-0.00496
0.06000	-0.00496	-0.27218	-0.00956
0.08000	0.00030	-0.31794	-0.01563
0.10000	0.00362	-0.27947	-0.02171
0.12000	-0.01007	-0.34271	-0.02749
0.14000	-0.01822	-0.62027	-0.03685
0.16000	0.00037	-0.79538	-0.05161
0.18000	0.00851	-0.70828	-0.06692
0.20000	-0.00225	-0.64694	-0.08012
0.22000	-0.00075	-0.67643	-0.09340
0.24000	0.00431	-0.64150	-0.10675
0.26000	-0.00083	-0.60736	-0.11907
0.28000	-0.00166	-0.63180	-0.13143
0.30000	0.00812	-0.56844	-0.14375
0.32000	0.01125	-0.37843	-0.15332
0.34000	0.00321	-0.23658	-0.15921

Figura 39. Primer registro Sismo Lima 17/10/1966

Fuente: Elaboración propia

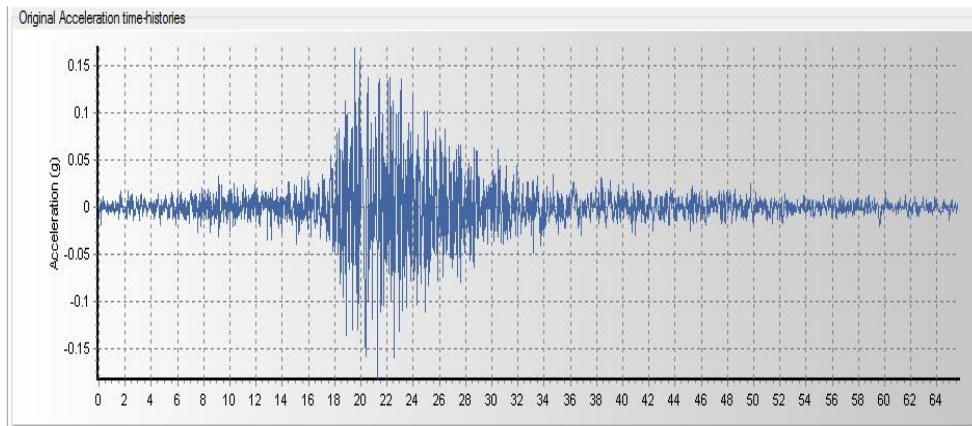


Figura 40. Aceleración – Sismo escalonado – 17/10/1966

Fuente: Elaboración propia

- **Sismo Lima 31/ 05 / 1970 (segundo registro sísmico)**

Time (s)	Acc (g)	Vel (cm/sec)	Disp (cm)
0.00000	-0.01446	0.00000	0.00000
0.02000	0.01247	-0.01948	-0.00108
0.04000	0.00183	0.12086	0.00029
0.06000	-0.00842	0.05627	0.00239
0.08000	-0.00449	-0.07037	0.00212
0.10000	-0.01081	-0.22046	-0.00058
0.12000	0.00034	-0.32313	-0.00638
0.14000	0.00228	-0.29739	-0.01265
0.16000	-0.01165	-0.38925	-0.01906
0.18000	-0.00222	-0.52525	-0.02851
0.20000	0.01279	-0.42151	-0.03847
0.22000	0.00941	-0.20369	-0.04461
0.24000	0.00277	-0.08418	-0.04727
0.26000	0.00713	0.01298	-0.04813
0.28000	0.01370	0.21734	-0.04604
0.30000	0.02571	0.60391	-0.03822
0.32000	0.03163	1.16637	-0.02071
0.34000	0.01977	1.67055	0.00805

Figura 41. Sismo escalado – 31/05/ 1970

Fuente: Elaboración propia

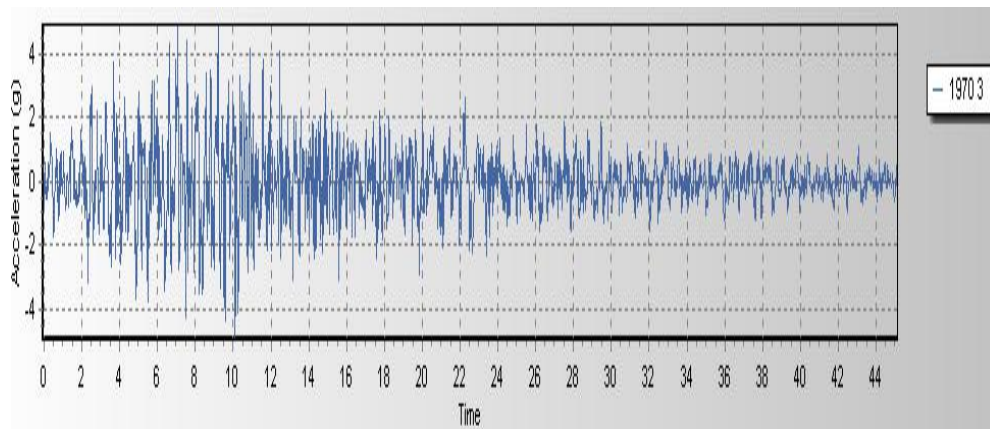


Figura 42. Aceleración - Sismo escalado – 31/05/1970

Fuente: Elaboración propia.

- **Sismo Lima 03 /10/ 1974 (tercer registro sísmico)**

Period (s)	Acc (g)	Vel (cm/sec)	Disp (cm)	Pseudo-Acc (g)
0.00000	0.19421	0.00000	0.00000	0.19421
0.02000	0.19660	0.14529	0.00195	0.19655
0.04000	0.20390	0.39532	0.00810	0.20378
0.06000	0.25963	1.36435	0.02317	0.25898
0.08000	0.39581	4.10306	0.06270	0.39425
0.10000	0.46342	6.18258	0.11471	0.46164
0.12000	0.57548	9.65481	0.20508	0.57314
0.14000	0.43422	7.93847	0.21054	0.43228
0.16000	0.41032	9.04808	0.25995	0.40865
0.18000	0.46033	12.99172	0.36927	0.45865
0.20000	0.44482	12.24281	0.44044	0.44312
0.22000	0.44967	14.45261	0.53803	0.44735
0.24000	0.49742	17.61341	0.70823	0.49482
0.26000	0.47308	17.19435	0.79255	0.47182
0.28000	0.47184	19.12934	0.91527	0.46981

Figura 43. Sismo escalado - 03/10/1974

Fuente: Elaboración propia

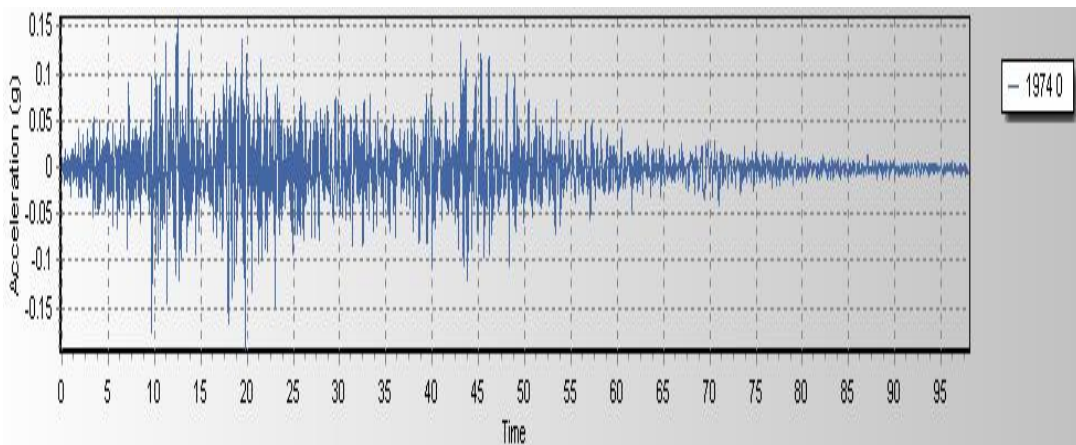


Figura 44. Aceleración – Sismo escalado – 03/10/1974

Fuente: Elaboración propia

3.2.2 Diseño del disipador de fluido viscoso

3.2.2.1 Exportación de resultado de derivas del sistema aporticado

Tabla 11. Exportación de resultados de derivas de sistema aporticado

Piso	Altura m	Derivas Δ elástica	Derivas Δ inelástica	Deriva límite Δ límite	Norma E-030	Derivas Δ elástica	Derivas Δ inelástica	Deriva límite Δ límite	Norma E-030
Piso 5	16.5	0.000777	0.00466	0.007	Si cumple	0.001536 67	0.00922	0.007	No cumple
Piso 4	13.5	0.00189	0.01134	0.007	No cumple	0.000556 67	0.00334	0.007	Si cumple
Piso 3	10.5	0.0021	0.0126	0.007	No cumple	0.00054	0.00324	0.007	Si cumple
Piso 2	7.5	0.00251	0.01506	0.007	No cumple	0.001966 67	0.0118	0.007	No cumple
Piso 1	4.5	0.00276	0.01656	0.007	No cumple	0.002566 67	0.0154	0.007	No cumple
Base	0	0	0	0.007	0	0	0	0.007	-

Fuente: Elaboración propia

Una vez que hemos observado las distorsiones, analizar la distorsión mayor de cada eje y escoger una distorsión de uno de los dos ejes:

Eje X: 0.01656

Eje Y: 0.01540

3.2.2.2. Factor de reducción de respuesta

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

Donde:

D máx.: distorsión máxima cuyo valor es 0.01656.

D objetivo: distorsión límite de la norma E-030 cuyo valor es 0.007.

$$B = \frac{0.01656}{0.007}$$

$$B = 2.366$$

3.2.2.3 Amortiguamiento efectivo (β_{eff})

$$B = \frac{2.31 - 0.4 \ln(\beta_0)}{2.31 - 0.4 \ln(\beta_{eff})}$$

β_0 = Amortiguamiento inherente: 5% (para estructuras de concreto armado)

$$2.366 = \frac{2.31 - 0.4 \ln(5)}{2.31 - 0.4 \ln(\beta_{eff})}$$

Resolviendo la ecuación se obtiene el amortiguamiento efectivo, es decir incluye la acción del disipador y el amortiguamiento inherente de la estructura.

$$\beta_{eff} = 55.39\%$$

Descontando el amortiguamiento inherente (5%) se obtiene:

$$\beta_{eff} = 50.39\%$$

3.2.2.4 Verificación de amortiguamiento

50.39% < 40% (No cumple)

50.39% > 20% (Si cumple)

Por lo tanto, debido a que no se encuentra entre el rango de 20% al 40% de amortiguamiento viscoso, se diseñará el valor máximo de amortiguamiento con 40%.

3.2.2.5 Cálculo de la rigidez

Se considera un perfil metálico estándar HSS 7.50 x 0.50

Dimensiones HSS 7.50 X 0.50				
D ext. (in)	D int. (in)	Espesor (in)	Área (in)	Inercia (in)
7.50	7.04	0.47	10.30	63.90

La rigidez del dispositivo está dado por:

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

Donde:

$$E \text{ acero} = 29000 \text{ Ksi} = 20.4 \times 10^6 \text{ Tn/m}^2$$

$$\text{Área} = 10.30 \text{ Ksi} = 66.45 \times 10^{-4} \text{ m}$$

Primer piso		
B	3.93	m
H	4.50	m
D	5.97	m
Long.Disipador	0.79	m
Distancia diagonal	5.18	m
K	26119.08	t/m2
Angulo	49.09	grados

Segundo a quinto piso		
B	3.93	m
H	3.00	m
D	4.94	m
Long.Disipador	0.79	m
Distancia diagonal	4.16	m
K	32586.06	t/m2
Angulo	37.57	grados

3.2.2.6 Peso de la estructura

Tabla 12. Masa de la estructura extraída del ETABS

Pisos	Diafragma	Masa X	Masa Y
		tonf-s ² /m	tonf-s ² /m
Piso 5	Diafragma rígido	18.764	18.764
Piso 4	Diafragma rígido	27.454	27.454
Piso 3	Diafragma rígido	27.454	27.454
Piso 2	Diafragma rígido	27.454	27.454
Piso 1	Diafragma rígido	28.145	28.145

Fuente: Elaboración propia

Se exporta del programa:

Tabla13. Masa y peso de la estructura

Nivel	Masa(Tn)	Peso(Tn)
PISO 5	18.7634	184.07
PISO 4	27.454	269.32
PISO 3	27.454	269.32
PISO 2	27.454	269.32
PISO 1	28.145	276.10

Fuente: Elaboración propia

3.2.2.7 Parámetros de desplazamientos relativos

A continuación se muestra la tabla de desplazamientos relativos:

Tabla 14. *Desplazamientos relativos*

Nivel	ϕ_i	ϕ_{i+1}	ϕ_{rj}
BASE	0.00000	0.00466	0.00466
PISO 1	0.00466	0.01506	0.01040
PISO 2	0.01506	0.01260	0.00246
PISO 3	0.01260	0.01134	0.00126
PISO 4	0.01134	0.00466	0.00668
PISO 5	0.00466	-	-

Fuente: Elaboración propia

3.2.2.8 Análisis modal por niveles

Tabla 15. *Periodo fundamental de la estructura*

NIVEL	MODO
PISO 1	0.4532
PISO 2	0.2681
PISO 3	0.1941
PISO 4	0.1404
PISO 5	0.1132

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto el periodo T es igual a 0.4532.

3.2.2.9 Cálculo de la frecuencia natural

$$f = \frac{1}{T}$$

Por lo tanto, conociendo el valor del periodo dado anteriormente, la frecuencia natural se obtiene:

$$f=1/0.4532$$

$$f=2.207$$

3.2.2.10 Cálculo de la frecuencia angular

$$\omega = 2\pi f$$

$$\omega = 2\pi (2.207)$$

Resolviendo la ecuación se obtiene la frecuencia angular:

$$\omega = 13.867 \text{ rad/s}$$

3.2.2.10 Cálculo del coeficiente de amortiguamiento

Según FEMA nos facilita el valor de lambda (λ) respecto de la velocidad:

Tabla 16. *Parámetro lambda (λ)*

α	λ
0.25	3.7
0.5	3.5
0.75	3.3
1	3.1
1.25	3

Fuente: FEMA 274

Para edificaciones el coeficiente “ α ” varía entre 0.4 y 0.6, para el diseño se tomó un $\alpha=0.5$ cuyo lambda le corresponde $\lambda=3.5$.

Tabla 17. *Cálculos realizados para extraer el coeficiente de amortiguamiento C_j*

Nivel	Masa (Tn)	$\cos\theta$	$\cos\theta^{(1+\alpha)} * \Phi_{rj}^{(1+\alpha)}$	$m * \Phi_i^2$
PISO 1	18.7634	0.65779	0.00017	0.00041
PISO 2	27.454	0.79487	0.00075	0.00623
PISO 3	27.454	0.79487	0.00009	0.00436
PISO 4	27.454	0.79487	0.00003	0.00353
PISO 5	28.145	0.79487	0.00039	0.00061
		Σ	0.00143	0.01513

Fuente: Elaboración propia

Teniendo un amortiguamiento β_H de 40% y asumimos que todos los dispositivos tendrán el mismo coeficiente de amortiguamiento, se procede a calcular la siguiente ecuación que otorga el FEMA 274:

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

$$\sum c_j = \frac{0.4 * 2\pi * 1.02^{1-0.5} * 13.867^{2-0.5} * (0.01513)}{(3.5)(0.00143)}$$

$$\sum c_j = 396.231 \text{ Tn. s/m}$$

Por lo tanto, la estructura en estudio, el máximo número con que cuenta un piso es de 6 dispositivos, por lo tanto el amortiguamiento total será distribuido entre estos dispositivos cuyo cálculo se muestra a continuación:

$$C_j = \frac{396.231}{6} = 66.04 \text{ Tn. s/m}$$

3.2.2.11 Propiedades de los disipadores

Primer nivel	
Rigidez (K) -Tn/m2	26119.08
Coef. Amort (C) - Tn*s/m	66.04
Exp. Amort. (α)	0.5
Segundo al quinto nivel	
Rigidez (K) -Tn/m2	32586.06
Coef. Amort (C) - Tn*s/m	66.04
Exp. Amort. (α)	0.5

A continuación se muestra una vista 3D de la estructura con disipadores viscosos:

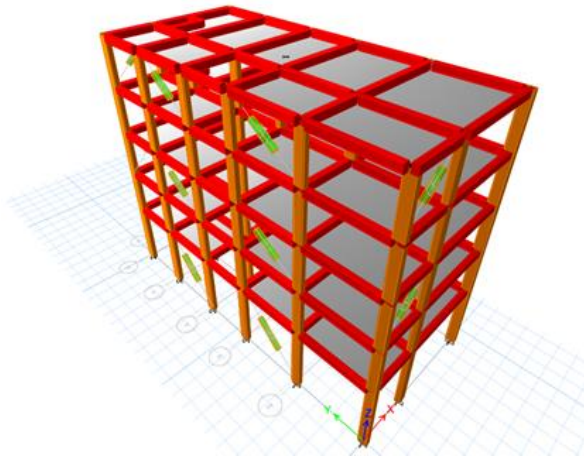


Figura 45. Vista de disipadores viscosos en sistema aporticado 3D - ETABS

Fuente: Elaboración propia

3.2.3 Respuesta de la estructura con los disipadores

Calcularemos el porcentaje de disipación mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ disipación de energía} = \frac{\text{E. del sistema de amortiguamiento}}{\text{E. del sismo}}$$

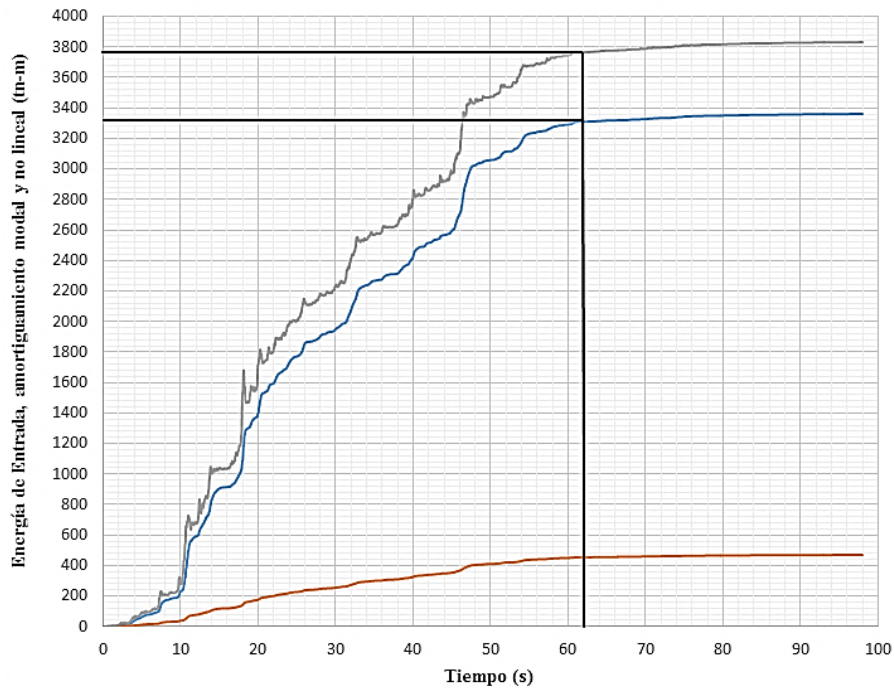


Figura 46. Disipación de la energía extraída del Etabs

Fuente: Elaboración propia

La disipación de la energía mediante los disipadores viscosos no lineales:

$$\text{Disipación de energía} = \frac{3364}{3789} = 89\%$$

Como se observa la disipación de energía el disipador de fluido viscoso absorbe el 89% ante un movimiento sísmico.

3.2.3.1 Comportamiento histerético

3.2.3.1.1 Curva histerética del primer nivel

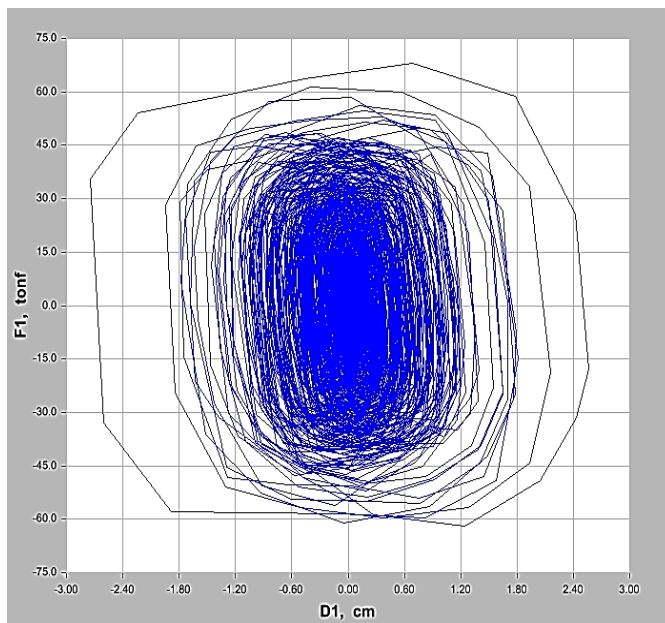


Figura 47. Curva histerética de los disipadores en primer nivel

Fuente: Elaboración propia

3.2.3.1.2 Curva histerética del segundo nivel hasta el quinto nivel

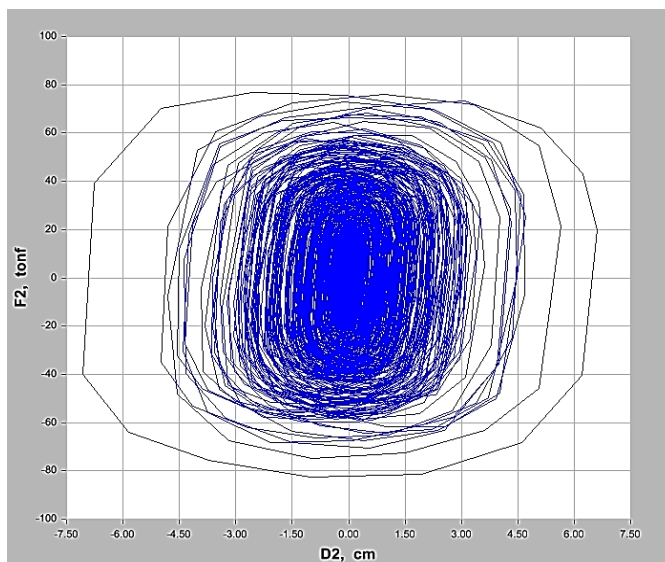


Figura 48. Curva histerética de los disipadores del segundo al quinto nivel

Fuente: Elaboración propia

3.3 Análisis de resultados

3.3.1 Objetivo específico 1: Cuantificar los desplazamientos máximos al aplicar disipadores viscosos en el edificio de 5 pisos por cambio de uso, Los Olivos, 2019.

3.3.1.1 Interpretación de resultados:

Tabla 18. *Desplazamientos en eje X-X y eje Y-Y – sistema aporticado*

Piso	Altura m	Desp. (mm) X-X	Desp. (mm) Y-Y
Piso 5	16.5	34.25	25.35
Piso 4	13.5	31.92	20.74
Piso 3	10.5	26.25	19.07
Piso 2	7.5	19.95	17.45
Piso 1	4.5	12.42	11.55
Base	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. *Desplazamientos en eje X-X y eje Y-Y – disipador viscoso*

Piso	Altura m	Desp. mm X-X	Desp. mm Y-Y
Piso 5	16.5	15.14	10.45
Piso 4	13.5	12.96	8.01
Piso 3	10.5	10.25	7.02
Piso 2	7.5	7.68	5.35
Piso 1	4.5	4.95	2.96
Base	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Comparación de desplazamientos máximos eje x-x entre los disipadores viscosos y el sistema aporticado

Eje X-X						
Piso	Altura (m)	Aporticado (mm)	%	Disipador (mm)	%	Diferencia %
Piso 5	16.5	34.25	100%	15.14	44.20%	55.80%
Piso 4	13.5	31.92	100%	12.96	40.60%	59.40%
Piso 3	10.5	26.25	100%	10.25	39.05%	60.95%
Piso 2	7.5	19.95	100%	7.68	38.50%	61.50%
Piso 1	4.5	12.42	100%	4.95	39.86%	60.14%
Base	0	0	0	0.00	100	0

Fuente: Elaboración propia



Figura 49. Representación gráfica de desplazamientos eje x-x

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Comparación de desplazamientos máximos eje y-y entre los disipadores viscosos y el sistema aporticado

Eje Y-Y						
Piso	Altura (m)	Aporticado (mm)	%	Disipador (mm)	%	Diferencia %
Piso 5	16.5	25.35	100%	10.45	41.22%	58.78%
Piso 4	13.5	20.74	100%	8.01	38.62%	61.38%
Piso 3	10.5	19.07	100%	7.02	36.81%	63.19%
Piso 2	7.5	17.45	100%	5.35	30.66%	69.34%
Piso 1	4.5	11.55	100%	2.96	25.63%	74.37%
Base	0	0	0	0	100	0

Fuente: Elaboración propia

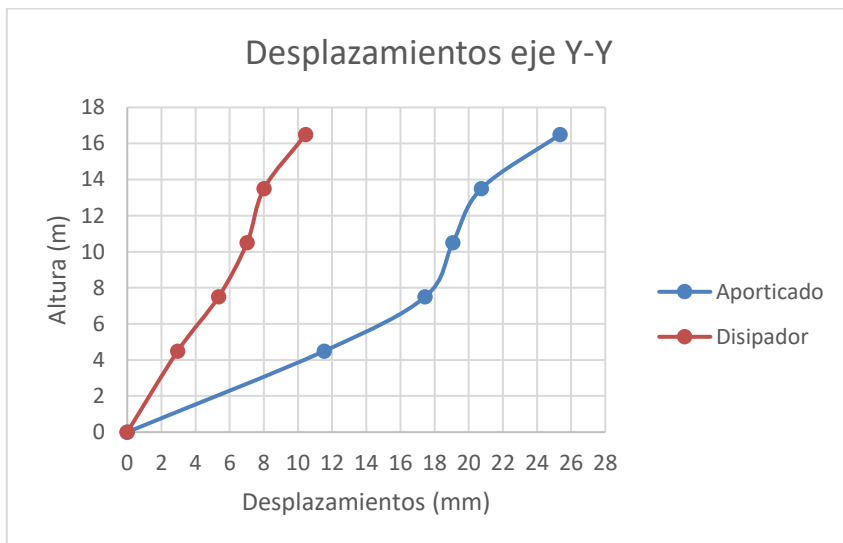


Figura 50. Representación gráfica de desplazamientos eje y-y

Fuente: Elaboración propia

De las tablas 20 y 21; y las figuras 49 y 50, se puede observar que el uso de los disipadores viscosos tiene un mejor comportamiento sísmico en comparación a sistema aporticado de la edificación ante la sobrecarga que se le añadió. Desde el punto de vista numérico, los disipadores viscosos redujeron los desplazamientos en el eje X-X un 55.80% y en el eje Y-Y un 58.78% en el último piso lo que implica un mejor comportamiento de la estructura ante el sismo.

3.3.2 Objetivo específico 2: Cuantificar las derivas de entrepiso al aplicar disipadores viscosos en el edificio de 5 pisos por cambio de uso, Los Olivos, 2019.

3.3.2.1 Interpretación de resultados:

Tabla 22. Distorsiones en eje X-X y eje Y-Y – sistema aporticado

Piso	Altura m	Derivas Δ elástica X-X	Derivas inelástica X-X	Deriva límite Δ límite X-X	Norma E-030	Derivas Δ elástica Y-Y	Derivas Δ inelástica Y-Y	Deriva límite Δ límite Y-Y	Norma E-030
Piso 5	16.5	0.00078	0.00466	0.007	Si cumple	0.0015367	0.00922	0.007	No cumple
Piso 4	13.5	0.00189	0.01134	0.007	No cumple	0.0005567	0.00334	0.007	Si cumple
Piso 3	10.5	0.00210	0.0126	0.007	No cumple	0.0005400	0.00324	0.007	Si cumple
Piso 2	7.5	0.00251	0.01506	0.007	No cumple	0.0019667	0.01180	0.007	No cumple
Piso 1	4.5	0.00276	0.01656	0.007	No cumple	0.0025667	0.01540	0.007	No cumple
Base	0	0	0	0.007	0	0	0	0.007	-

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23. Distorsiones en eje X-X y eje Y-Y – disipador viscoso

Piso	Altura m	Derivas Δ elástica X-X	Derivas inelástica X-X	Deriva límite Δ límite X-X	Norma E-030	Derivas Δ elástica Y-Y	Derivas Δ inelástica Y-Y	Deriva límite Δ límite Y-Y	Norma E-030
Piso 5	16.5	0.000726	0.00436	0.007	Si cumple	0.0008133	0.00427	0.007	Si cumple
Piso 4	13.5	0.000903	0.00542	0.007	Si cumple	0.0003300	0.00173	0.007	Si cumple
Piso 3	10.5	0.000856	0.00514	0.007	Si cumple	0.0005567	0.00292	0.007	Si cumple
Piso 2	7.5	0.000910	0.00546	0.007	Si cumple	0.0007967	0.00418	0.007	Si cumple
Piso 1	4.5	0.001100	0.00660	0.007	Si cumple	0.0006578	0.00345	0.007	Si cumple
Base	0	0	0	0.007	0	0	0	0.007	-

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24. Comparación de distorsiones de entrepiso eje x-x entre los disipadores viscosos y el sistema aporticado

Eje X-X						
Piso	Altura (m)	Aporticado	%	Disipador	%	Diferencia %
Piso 5	16.5	0.00466	100%	0.004360	93.56%	6.44%
Piso 4	13.5	0.01134	100%	0.005420	47.80%	52.20%
Piso 3	10.5	0.01260	100%	0.005140	40.79%	59.21%
Piso 2	7.5	0.01506	100%	0.005460	36.25%	63.75%
Piso 1	4.5	0.01656	100%	0.006600	39.86%	60.14%
Base	0	-	-	0.0000	-	-

Fuente: Elaboración propia

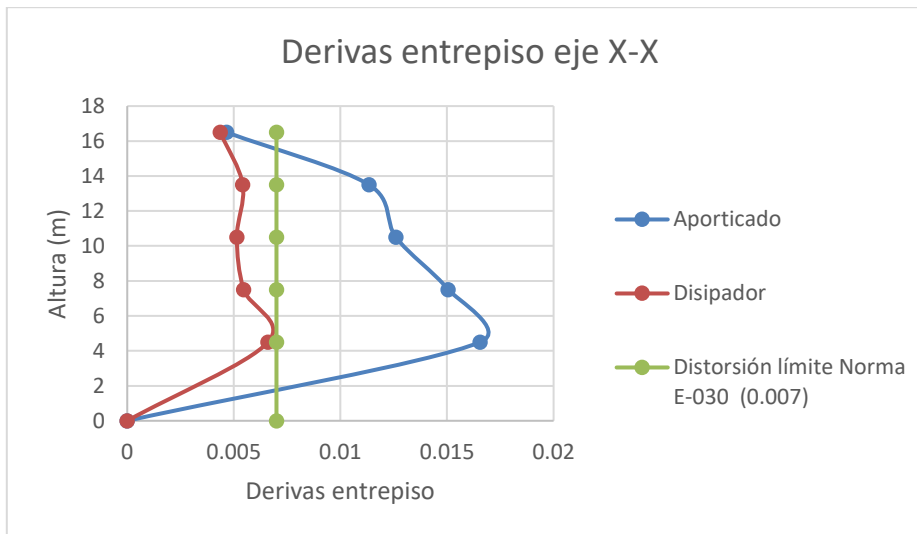


Figura 51. Representación gráfica de derivas de entrepiso eje x-x

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25: Comparación de derivas entre piso eje y-y entre los disipadores viscosos y el sistema aporticado

Eje Y-Y						
Piso	Altura (m)	Aporticado	%	Disipador	%	Diferencia %
Piso 5	16.5	0.009220	100%	0.004270	46.31%	53.69%
Piso 4	13.5	0.003340	100%	0.001733	51.87%	48.13%
Piso 3	10.5	0.003240	100%	0.002923	90.20%	9.80%
Piso 2	7.5	0.011800	100%	0.004183	35.44%	64.56%
Piso 1	4.5	0.015400	100%	0.003453	22.42%	77.58%
Base	-	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia

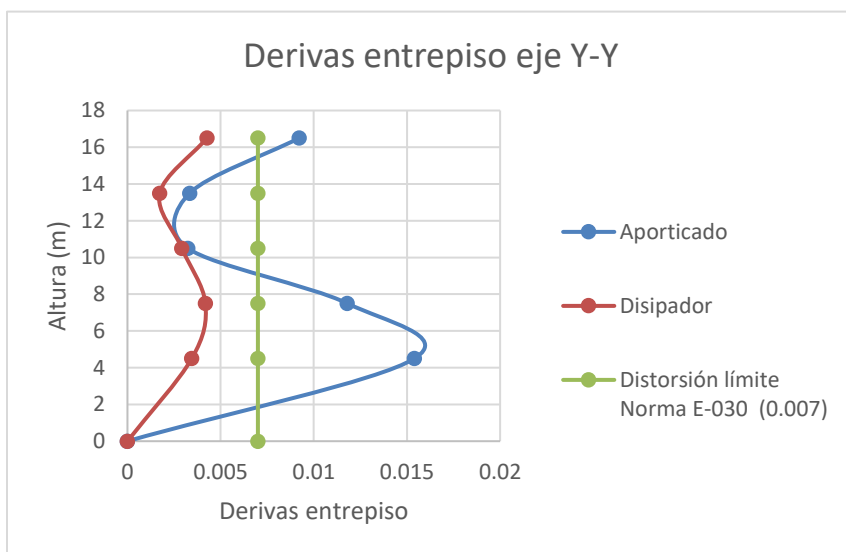


Figura 52. Representación gráfica de derivas de entre piso eje y-y

Fuente: Elaboración propia

De las tablas 24 y 25; y las figuras 51 y 52, se puede observar que el sistema aporticado con que cuenta la edificación no logra satisfacer la norma E-030 con la sobrecarga añadida. Esto quiere decir que tanto en el eje X como el eje Y las derivas son mayores a la distorsión límite de 0.007. Por el contrario, los disipadores viscosos satisfacen el límite de distorsión para estructuras de concreto armado siendo como deriva máxima según la norma E-030 el valor de 0.007. De los gráficos se puede observar que los disipadores viscosos tienen una mejor eficiencia al momento de ocurrir el sismo. Desde el punto de vista estructural, los disipadores

viscosos redujeron las distorsiones de entrepiso en el eje X-X un 6.44% y en el eje Y-Y un 53.69% en el último piso lo que implica un mejor comportamiento de la estructura ante los sismos.

3.3.3 Objetivo específico 3: Cuantificar los momentos de volteo al aplicar disipadores viscosos en el edificio de 5 pisos por cambio de uso, Los Olivos, 2019.

3.3.3.1 Interpretación de resultados:

Tabla 26. *Momento de volteo de sistema aporticado*

Piso	Altura m	Mv X-X (Tn/m)	Mv Y-Y (Tn/m)
Piso 5	16.5	127.307	127.307
Piso 4	13.5	407.019	407.019
Piso 3	10.5	805.268	805.268
Piso 2	7.5	1288.185	1288.185
Piso 1	4.5	2090.682	2090.682

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27. *Momento de volteo con disipadores viscosos*

Piso	Altura (m)	Mv X-X (Tn.m)	Mv Y-Y (Tn.m)
Piso 5	16.5	99.86	99.86
Piso 4	13.5	347.61	347.61
Piso 3	10.5	710.40	710.40
Piso 2	7.5	1155.35	1155.35
Piso 1	4.5	1899.15	1899.15

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28. Comparación de momentos de volteo entre el sistema aporticado y el disipador viscoso

Eje X-X						
Piso	Altura m	Aporticado Mv (Tn.m)	%	Disipador Mv (Tn.m)	%	Diferencia %
Piso 5	16.5	127.307	100%	99.856	78.44%	21.56%
Piso 4	13.5	407.019	100%	347.610	85.40%	14.60%
Piso 3	10.5	805.268	100%	710.397	88.22%	11.78%
Piso 2	7.5	1288.185	100%	1155.349	89.69%	10.31%
Piso 1	4.5	2090.682	100%	1899.150	90.84%	9.16%

Fuente: Elaboración propia

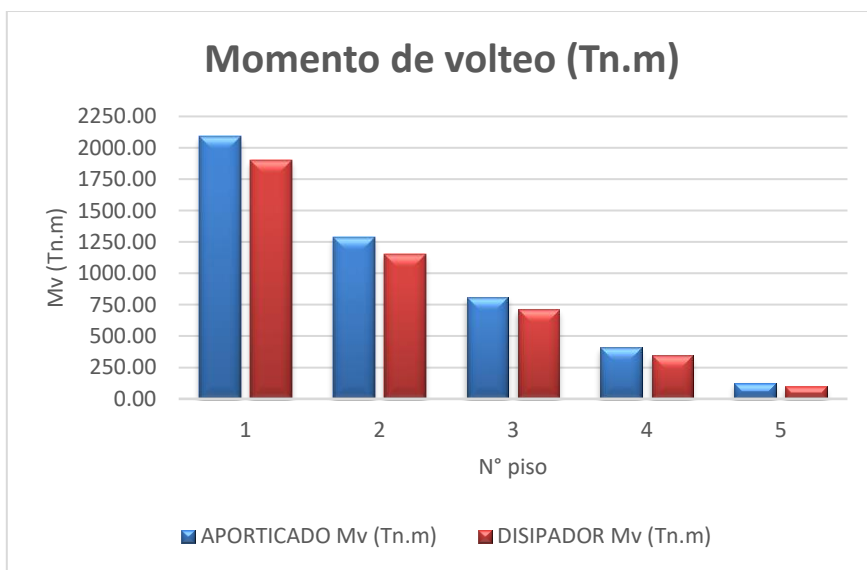


Figura 53. Representación gráfica de los momentos de volteo

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 28 y figura 53, se puede observar que el uso de los disipadores viscosos hace que la estructura tenga menores momentos de volteo debido al amortiguamiento que posee para liberar la energía entrante a la estructura. Desde el punto de vista estructural, los disipadores viscosos redujeron los momentos de volteo en la base un 9.16% esto repercute ya que la estructura va a tener un mejor comportamiento estructural ante el sismo.

3.3.4 Objetivo general: Analizar el comportamiento estructural de un edificio de 5 pisos por cambio de uso con la aplicación de disipadores viscosos, Los Olivos, 2019.

3.3.4.1 Interpretación de resultados:

Analizando las tablas 20, 21, 24, 25 y 28 muestra que los resultados obtenidos al aplicar disipadores viscosos satisfacen los parámetros sísmicos de la norma E-030 y cuenta con mejores resultados frente al sistema aporticado que cuenta la edificación. Este tipo de dispositivos de disipación de energía otorgan a la estructura un mejor comportamiento estructural, lo que conlleva a que la edificación va a estar preparada para soportar eventuales sismos y sobre todo evitar las pérdidas de vidas humanas y de materiales. Asimismo, la aplicación de los disipadores viscosos solucionó el tema de la sobrecarga que se le ha añadido a la estructura existente y principalmente brinda una mayor seguridad al momento de ocurrir los sismos.

3.4 Contrastación de hipótesis

3.4.1 Hipótesis específica 1: La aplicación de disipadores viscosos reduce los desplazamientos máximos de un edificio de 5 pisos por cambio de uso, Los Olivos, 2019.

HA: La aplicación de disipadores viscosos reduce los desplazamientos máximos de un edificio de 5 pisos por cambio de uso, Los Olivos, 2019.

HO: La aplicación de disipadores viscosos no reduce los desplazamientos máximos de un edificio de 5 pisos por cambio de uso, Los Olivos, 2019.

De las tablas 20 y 21 y las figuras 49 y 50, se observó que al aplicar los disipadores viscosos en la edificación de estudio, los desplazamientos máximos son menores respecto al sistema aporticado, logrando así una mejor respuesta sísmica de la estructura frente al sismo. Por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

3.4.2 Hipótesis específica 2: La aplicación de disipadores viscosos reduce las distorsiones de entrepiso de un edificio de 5 pisos por cambio de uso, Los Olivos, 2019.

HA: La aplicación de disipadores viscosos reduce las distorsiones de entrepiso de un edificio de 5 pisos por cambio de uso, Los Olivos, 2019.

HO: La aplicación de disipadores viscosos no reduce las distorsiones de entrepiso de un edificio de 5 pisos por cambio de uso, Los Olivos, 2019.

De las tablas 24 y 25 y las figuras 51 y 52, se observó que al aplicar los disipadores viscosos en la edificación de estudio, las distorsiones de entrepiso son menores frente al sistema

aporticado logrando así una mejor respuesta sísmica de la estructura y el cumplimiento con la distorsión límite para concreto armado de 0.007 de la noma E-030 frente al sismo. Por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

3.4.3 Hipótesis específica 3: La aplicación de disipadores viscosos reduce los momentos de volteo de un edificio de 5 pisos por cambio de uso, Los Olivos, 2019.

HA: La aplicación de disipadores viscosos reduce los momentos de volteo de un edificio de 5 pisos por cambio de uso, Los Olivos, 2019.

HO: La aplicación de disipadores viscosos no reduce los momentos de volteo de un edificio de 5 pisos por cambio de uso, Los Olivos, 2019.

De la tabla 28 y la figura 53, se observó que al aplicar los disipadores viscosos muestran una mejor respuesta ante los momentos de volteo debido a su amortiguamiento que posee, lo cual mejora la respuesta sísmica de la estructura frente al sismo. Por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

3.4.4 Hipótesis general: La aplicación de disipadores viscosos modifica significativamente el comportamiento estructural de un edificio de 5 pisos por cambio de uso, Los Olivos, 2019.

HA: La aplicación de disipadores viscosos modifica significativamente el comportamiento estructural de un edificio de 5 pisos por cambio de uso, Los Olivos, 2019.

HO: La aplicación de disipadores viscosos no modifica significativamente el comportamiento estructural de un edificio de 5 pisos por cambio de uso, Los Olivos, 2019.

Debido a los resultados obtenidos de las dimensiones en estudio y la mejora del comportamiento estructural al incorporar disipadores a la edificación de 5 pisos, se observa que la estructura logró cumplir con la norma de diseño sismorresistente E-030 al añadir la sobrecarga mayor que se le impuso debido al cambio de uso. Por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

IV. DISCUSIONES

Discusión 1:

En el presente proyecto de investigación, al realizar el análisis de la estructura se obtuvo que los desplazamientos máximos se redujeron en el eje X-X un 55.80% y en el eje Y-Y un 58.78%.

Según Fuentes, Juan (2015), en su tesis titulada “Análisis sísmico de una edificación con disipadores de fluido viscoso”. Lima, Perú. En la Pontificia Universidad Católica del Perú, concluyó que los desplazamientos máximos del edificio en estudio fueron favorables. Se alcanzó en promedio 23% de reducción en el eje X-X y 35% en el eje Y-Y.

Como se puede observar, los resultados de desplazamientos máximos de la presente investigación, fueron mejores al de mi antecedente utilizando los disipadores viscosos lo cual se puede dar a conocer que estos dispositivos mejoran los desplazamientos de la edificación ante el sismo.

Por lo tanto, estos resultados nos muestran que la aplicación de los disipadores viscosos absorbe y disipan muy bien la energía del sismo lo cual mejora el comportamiento sísmico de las estructuras. Asimismo nos muestra que el objetivo de la investigación fue logrado.

Discusión 2:

En el presente estudio de investigación, al realizar el análisis sísmico de la estructura se logró reducir las derivas de entrepiso en el eje X-X un 6.44% y en el eje Y-Y un 53.69% en el último piso.

Según Chacón, Roberto y Ramírez, José (2014), en su tesis titulada “Análisis de una edificación de 4 pisos con disipadores de fluido viscoso”. Lima, Perú. En la Pontificia Universidad Católica del Perú. Finalmente, el autor concluyó que se pudo reducir las derivas de entrepiso en 73% haciendo uso de disipadores viscosos.

Desde el punto de vista sismorresistente mis resultados de las derivas de entrepiso cumplen con la distorsión que establece la norma E-030 de 0.007 para estructuras de concreto armado. Si bien es cierto que mis resultados fueron menores, esto debido a que la estructura de mi antecedente utiliza más disipadores, por lo que es más efectivo reducir las derivas. Por lo

tanto, concluyo que al aplicar disipadores viscosos las derivas de entrepiso disminuyen, afirmando la efectividad de estos con lo que también mi antecedente logró.

Discusión 3:

En el presente trabajo de investigación, los disipadores viscosos redujeron los momentos de volteo en la base en un 9.16% respecto al sistema aporticado con el que cuenta la edificación.

Según Martínez, Edgardo (2016), en la tesis titulada, Análisis de un edificio de acero con amortiguadores viscosos. México. En el Instituto Politécnico Nacional de México. Concluye que el material del disipador es resistente a la fatiga, liviano, y no se deforma al ser sometido ante diferentes aceleraciones. Por lo tanto, es un material excelente para realizar modelos estructurales a escala para ser analizados y estudiados.

Por lo tanto, debido al amortiguamiento que poseen estos disipadores hacen que las cortantes que actúan en cada piso disminuyan ya que los disipadores se oponen y disipan a las fuerzas externas. Al ser el disipador un material liviano hace que no influya en el peso de la edificación lo cual no genera mayores momentos de volteo en las estructuras. En tal sentido, se concluye que el objetivo propuesto fue logrado.

Discusión 4:

Luego de exponer las discusiones del presente estudio y comparándolos con otras investigaciones, se puede mostrar que se han cumplido con los objetivos propuestos ya que dichos resultados están acorde con los resultados de los antecedentes. Esto quiere decir que hubo una mejora en el comportamiento estructural al utilizar los disipadores viscosos del edificio Roma de 5 pisos en el distrito de Los Olivos, de tal manera la estructura está preparada para resistir ante un eventual sismo.

V. CONCLUSIONES

Conclusión 1

Se cuantificó los desplazamientos máximos al aplicar los disipadores viscosos en el edificio Roma, lo cual presentó una mejor respuesta sísmica ya que en la dirección X-X se logró reducir un 55.80% y en el eje Y-Y un 58.78%. Cabe mencionar que la aplicación de estos dispositivos de disipación de energía tuvo un mejor comportamiento ante el sismo en comparación a los muros de corte que se propuso.

Conclusión 2

Se cuantificó las derivas de entrepiso al aplicar los disipadores viscosos en el edificio Roma, lo cual presentó un mejor comportamiento sísmico ya que en la dirección X-X se logró reducir un 6.44% y en el eje Y-Y un 53.69% en el último piso. Es importante mencionar que las derivas de entrepiso cumplieron con la distorsión límite de la norma E-030 de diseño sismorresistente que es 0.007.

Conclusión 3

Se cuantificó los momentos de volteo al aplicar los disipadores viscosos en el edificio Roma, y asimismo cabe mencionar que al realizar el cálculo de los momentos, los disipadores responden a través del amortiguamiento a las fuerzas cortantes, lo cual se obtuvo que los resultados sean menores en la base en un 9.16% respecto al sistema aporticado que cuenta la edificación.

Conclusión 4

Se analizó el comportamiento estructural del edificio Roma de 5 pisos por cambio de uso al aplicar los disipadores viscosos; en primer lugar el empleo de estos dispositivos en la edificación solucionó los daños estructurales que pudo causar la nueva sobrecarga, esto debido al cambio de uso. En segundo lugar, las distorsiones de entrepiso cumplieron con la norma E-030 de diseño sismorresistente, los cuales garantizan que la edificación esta estructuralmente estable frente al sismo y sobretodo la seguridad de las personas y bienes materiales.

VI. RECOMENDACIONES

Recomendación 1

Teniendo en cuenta el desarrollo, cálculo y la aplicación de los disipadores viscosos en el edificio Roma se recomienda realizar un análisis tiempo - historia para observar y analizar el comportamiento de los disipadores y asimismo su diseño. Cabe mencionar también que para el análisis tiempo - historia se debe tomar registros sísmicos del mismo tipo de suelo en la cual se va a fundar la edificación.

Recomendación 2

Respecto al diseño de la estructura con disipadores viscosos, se recomienda que deba estar bajo los parámetros que establece la norma americana ASCE 7-10 ya que no existen normas nacionales en la cual establezcan procedimientos y metodologías para aplicar este tipo de dispositivos de disipación de energía. Asimismo, el comportamiento estructural con disipadores viscosos se debe verificar con la norma de diseño sismorresistente E-030.

Recomendación 3

En cuanto al cálculo de las propiedades mecánicas del disipador se recomienda tomar las derivas máximas ya que en base a esos resultados se determina el amortiguamiento que permite disipar la energía, también la fuerza que cada disipador viscoso emite para poder responder ante las fuerzas externas provenientes del sismo.

Recomendación 4

Asimismo para la ubicación de cada disipador viscoso en la estructura, se recomienda colocarlos en las zonas en donde ocurre los mayores desplazamientos, por lo mismo que el disipador controla esto, haciendo que los elementos estructurales no se vean esforzados debido a la demanda sísmica; permitiendo que cumplan con su vida útil para la cual ha sido proyectada la edificación.

REFERENCIAS

ALARCÓN, Jhosip y ASTO, Jesús. Proyecto de reforzamiento estructural del edificio multifamiliar los rosales de 10 niveles con disipadores de fluido viscoso. Tesis (Título de ingeniero civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2017. 108 pp.

ALVA, Juan y CASTRO, Karla. Análisis y diseño estructural en edificaciones implementando disipadores de energía viscosos Taylor. Tesis (Título de ingeniero civil). Huaraz: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, 2017. 107 pp.

AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS. Minimum Design Loads for Building and Other Structures ASCE/SEI 7-10. Virginia: ASCE, 2013. 369 pp.

ARIAS, Fidias. El Proyecto de Investigación, Introducción a la metodología científica. 6.ª ed. Caracas: Episteme, 2012. 143 pp.

ISBN: 980-07-8529-9

AZUNCIÓN, Lenny. Análisis comparativo de un pórtico convencional con y sin disipadores de fluido viscoso modelado en Sap 2000. Tesis (Título de ingeniero civil). Guayaquil: Universidad de Guayaquil, 2016. 101 pp.

BLANCO, Antonio. Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado. Lima Capítulo de ingeniería civil, 1991. 275 pp.

BOCANEGRA, Félix. Bases Metodológicas de la Investigación Científica, Editorial Publicencia, Trujillo, 1999. 140 pp.

BOZA, Zuen y GALÁN, Danny. Diseño de un edificio aporricado con disipadores en arreglo Chevron. (Título de ingeniero civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2013.

BOZZO, Luis y BARBAT, Alex. Diseño Sismorresistente de Edificios – Técnicas Convencionales y Avanzadas, Editorial Reverté, Barcelona, 2000.

CANO, Himler y ZUMAETA, Ener. Diseño estructural de una edificación con disipadores de energía y análisis comparativo sísmico entre el edificio convencional y el edificio con disipadores de energía para un sismo severo. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Facultad de Ingeniería. Modalidad trabajo de grado, 2012. 132 pp.

CAPECO. El 70% de viviendas en Lima son informales y vulnerables a un terremoto [en línea]. RPP. PE. 26 de septiembre de 2017. [Fecha de consulta: 20 de octubre de 2018].

Disponible en:

<https://rpp.pe/economia/economia/capeco-el-70-de-viviendas-en-lima-son-construidas-sin-normas-tecnicas-noticia-1078934>

CARRANZA, Johan y CALDERÓN, Edgardo. Reforzamiento de una estructura aporticada con disipadores de fluido viscoso para un mercado en la ciudad de Trujillo. Tesis (Título de ingeniero civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2015. 91 pp.

CHACÓN, Roberto y RAMÍREZ, José. Análisis de una edificación de 4 pisos con disipadores de fluido viscoso. Tesis (Título de ingeniero civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2014. 59 pp.

CORPORACIÓN de Desarrollo Tecnológico (CDT). Protección Sísmica de Estructuras Sistemas de Aislación Sísmica y Disipación de Energía, Documento técnico n°29. Cámara Chilena de construcción.

CORPUS, Jorge y MORALES Edwin. Análisis sísmico comparativo entre un sistema dual y el sistema de reforzamiento con disipadores de fluido viscoso para un edificio en el distrito de Víctor Larco Herrera aplicando Etabs 2013. Tesis (Título de ingeniero civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2015. 100 pp.

CUNTÓ, Italo. Uso de disipadores viscosos en edificios de hormigón armado en la ciudad de Guayaquil para el mejoramiento del desempeño sísmico. Tesis (Título de ingeniero civil). Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2014. 264 pp.

DÍAZ, Marco. Evaluación del proyecto estructural y optimización del diseño con disipadores de energía viscosos Taylor para una edificación esencial de 6 pisos. Tesis (Título de ingeniero civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2015. 196 pp.

FEMA. Commentary on the Guidelines for the Seismic Rehabilitation of Buildings – NEHRP. FEMA 273 - 274. Washington, D.C., 1997.

FUENTES, Juan. Análisis sísmico de una edificación con disipadores de fluido viscoso. Tesis (Título de ingeniero civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2015. 98 pp.

GÓMEZ, Daniel, MARULANDA, Johannio y THOMSON, Peter. Sistemas de control para la protección de estructuras civiles sometidas a cargas Dinámicas. EN: Revista DYNA. Agosto – diciembre, 2008. vol. 75, 155 pp.

HANSON, Robert. y SOONG, Tsu. Seismic design with supplemental energy dissipation devices. USA: Earthquake Engineering Research Institute, 2001. 135 pp.

HARMSEN, Teodoro. Diseño de estructuras de concreto armado. 1.ª ed. Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, 2017. 967 pp.
ISBN: 9786123172978

HART, Gary y WONG, Kevin. Structural Dynamics for Structural Engineers. Estados Unidos, Wiley, Capítulo 9, 2000. 483 pp.

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la Investigación. 6.ª ed. Ciudad de México: Mc Graw-Hill, 2010. 589 pp.
ISBN: 978-1-4562-2396-0

HUERTA, Lesli. Análisis comparativo del comportamiento estructural del CPU- UNASAM con disipadores de energía de fluido viscoso. Tesis (Título de ingeniero civil). Huaraz: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, 2017. 108 pp.

KIT MIYAMOTO, Hideki. Probabilistic Seismic Risk Identification of Steel Building with Viscous Dampers. Tokyo Institute of Technology, 2010.

MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Cargas. Reglamento Nacional de Edificaciones. Perú: MVCS, 2006. 21 pp.

MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Diseño sismorresistente. Reglamento Nacional de Edificaciones. Perú: MVCS, 2018. 77 pp.

MORAN, Gabriela y ALVARADO, Darío. Métodos de investigación. México: Pearson, 2010.
ISBN: 978-607-442-219-1

MUÑOZ, Alejandro. Ingeniería Sismorresistente, Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima. 2009.

NUÑEZ, María. Las variables: estructura y función en la hipótesis. Revista Investigación educativa, (20): 163-179, 2007.
ISSN: 1728 – 5852

OVIEDO, Juan y DUQUE, María. Sistemas de Control de Respuesta Sísmica en Edificaciones. Revista EIA, (6): 105-120, 2006.
ISSN: 1794-1237

PARDO, Juan. Control de la respuesta dinámica de estructuras mediante el uso de disipadores de energía de fluido viscoso del tipo lineal. (Tesis). Valdivia: Universidad Austral de Chile, 2007.

REDACIS. Red Acelerográfica del CISMID, Lima, 2019. [Fecha de consulta: 17 de julio de 2019]. Disponible en: <http://ceois.cismid-uni.org/red/>

SENCICO. Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado, Servicio Nacional de Normalización, Capacitación e Investigación para la Industria de la Construcción. Perú: MVCS, 2009. 199 pp.

SABINO, Carlos. EL proceso de investigación. Caracas: Panapo, 1992 [fecha de consulta: 2 de noviembre de 2017]. Disponible en: https://metodoinvestigacion.files.wordpress.com/2008/02/el-proceso-de-investigacion_carlos-sabino.pdf

SEAOC. Seismic Design Recommendations. USA: Seismology Committee Structural Engineers Association of California, 2008. 296 pp.

TAMAYO, Carlos. El proceso de la investigación científica. 4 .ª ed. México: Limusa, 2003. 345 pp.

ISBN: 968-18-5872-7

TAYLOR DEVICES INC. Earthquake Protective Systems for Buildings, Bridges, and other structures. North Tonawanda, NY. Junio 2007.

VALDERRAMA, Santiago. Pasos para Elaborar Proyectos de Investigación Científica Cuantitativa, cualitativa y Mixta. 2.ª ed. Lima: San Marcos, 2013. 495 pp.

ISBN: 978-612-302-878-7

VARA, Arístides. Desde la idea hasta la sustentación: 7 pasos para una tesis exitosa. Un método efectivo para las ciencias empresariales [en línea]. 3.ª ed. Lima: Instituto de Investigación de la Facultad de Ciencias Administrativas y Recursos Humanos. Universidad de San Martín de Porres, 2012 [fecha de consulta: 28 de marzo de 2017]. Disponible en: <http://www.administracion.usmp.edu.pe/investigacion/files/7-PASOS-PARA-UNA-TESIS-EXITOSA-Desde-la-idea-inicial-hasta-la-sustentaci%C3%B3n.pdf>

VILLARREAL, Genner y DIAZ, Marco. Edificaciones con disipadores viscosos.1.ª ed. Lima: Editora & Imprenta Gráfica Norte S.R.L, 2016. 133 pp.

ISBN: 978-612-00-2419-5

ANEXOS

ANEXO N°1: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES		METODOLOGÍA		
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	V1 (independiente) : Disipador viscoso		Tipo de investigación:		
¿Cuánto se modifica el comportamiento estructural al aplicar disipadores viscosos en el edificio Roma de 5 pisos por cambio de uso, Los Olivos, 2019?	Analizar el comportamiento estructural en el edificio Roma de 5 pisos por cambio de uso con la aplicación de disipadores viscosos, Los Olivos, 2019.	La aplicación de disipadores viscosos modifica significativamente el comportamiento estructural en el edificio Roma de 5 pisos por cambio de uso, Los Olivos, 2019.			D1: Propiedades físicas		Aplicada
				I1: Modelo viscoso Taylor	Nivel de investigación:		
				I2: Disposición	Explicativo		
Problemas Específicos	Objetivo Específicos	Hipótesis Específicos	V2 (dependiente) : Comportamiento estructural de una edificación		Diseño de investigación:		
¿Cuánto se modifican los desplazamientos máximos al aplicar disipadores viscosos en el edificio Roma de 5 pisos por cambio de uso, Los Olivos, 2019?	Cuantificar los desplazamientos máximos al aplicar disipadores viscosos en el edificio Roma de 5 pisos por cambio de uso, Los Olivos, 2019.	La aplicación de disipadores viscosos reduce los desplazamientos máximos en el edificio Roma de 5 pisos por cambio de uso, Los Olivos, 2019.			D2: Propiedades mecánicas		No experimental
						I1: Fuerza del disipador	Población:
				I2: Amortiguamiento	Edificaciones de 5 pisos en el distrito de Los Olivos.		
				I3: Curva histerética			
¿Cuánto se modifican las derivas de entrepiso al aplicar disipadores viscosos en el edificio Roma de 5 pisos por cambio de uso, Los Olivos, 2019?	Cuantificar las derivas de entrepiso al aplicar disipadores viscosos en el edificio Roma de 5 pisos por cambio de uso, Los Olivos, 2019.	La aplicación de disipadores viscosos reduce las distorsiones de entrepiso en el edificio Roma de 5 pisos por cambio de uso, Los Olivos, 2019.	D1: Desplazamientos máximos		Muestra:		
			D2: Derivas entrepiso		Edificación de 5 pisos en la urbanización Mercurio, Los Olivos.		
			D3: Momento de volteo		Técnica:		
¿Cuánto se modifican los momentos de volteo al aplicar disipadores viscosos en el edificio Roma de 5 pisos por cambio de uso, Los Olivos, 2019?	Cuantificar los momentos de volteo al aplicar disipadores viscosos en el edificio Roma de 5 pisos por cambio de uso, Los Olivos, 2019.	La aplicación de disipadores viscosos reduce los momentos de volteo en el edificio Roma de 5 pisos por cambio de uso, Los Olivos, 2019.	I1: Análisis lineal estático		Observación directa y documentación		
			I2: Análisis lineal dinámico		Instrumento:		
			I3: Análisis dinámico lineal Tiempo - Historia		Ficha de recolección de datos realizada por el investigador		
			I1: Factor de seguridad				
			I2: Peso del edificio				
			I3: Altura edificación				

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N°2: Matriz operacional

Variable Independiente	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	
Disipador viscoso	Los disipadores de Fluido Viscoso son cilindros huecos que se encuentran divididos en tres cámaras. En su interior tienen un fluido que es de baja viscosidad, inerte, no combustible, no inflamable, no tóxico y además que no se degrada con el paso del tiempo (Morales y Contreras,2012,p.15).	D1: Propiedades físicas	I1: Modelo viscoso Taylor I2: Disposición	Software de Edificaciones ETABS V.16	
	Definición operacional	D2: Propiedades mecánicas	I1: Fuerza del disipador		
	Este tipo de dispositivo disipa energía forzando un fluido altamente viscoso a pasar a través de orificios con diámetros, longitudes e inclinación especialmente determinados para controlar el paso del fluido [...] con capacidades para resistir las fuerzas inducidas por terremotos (Cámara chilena de la construcción, 2011,p.19).		I2: Amortiguamiento I3: Curva histerética		
Variable dependiente	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores		
Comportamiento estructural de una edificación	Según el Reglamento Nacional de Edificaciones señala que el “comportamiento estructural, es el análisis de la edificación para evaluar la vulnerabilidad ante daños funcionales” (2006, p.375).	D1: Desplazamientos máximos	I1: Configuración estructural I2: Características del suelo		
	Definición operacional	D2: Derivas entrepiso	I1: Análisis lineal estático I2: Análisis lineal dinámico I3: Análisis dinámico Tiempo - Historia		
	Se realizará el análisis sísmico de la estructura en estudio, con la finalidad de ver el estado sismorresistente en la que se encuentra la edificación. Asimismo, se aplicarán los disipadores viscosos para ver la mejora del comportamiento estructural de la estructura y verificar si satisface la norma de diseño sismorresistente E-030.		D3: Momento de volteo	I1: Factor de seguridad I2: Peso del edificio I3: Altura edificación	

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N°3: INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Anexo 3.1

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS RESUMIDA PARA LA VALIDEZ EXPERTO A: ING. RAÚL ANTONIO PINTO BARRANTES



INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

TÍTULO: "COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 5 PISOS POR CAMBIO DE USO CON APLICACIÓN DE DISIPADORES VISCOSOS, LOS OLIVOS, 2019"

Autor: Rober Rojas Rodríguez

Información General:

Dirección:		Altitud:	
Distrito:		Latitud:	
Provincia:		Longitud:	
Región:			

Características del Proyecto:

N° pisos:		Altura entrepiso:		Zonificación:	
Uso inicial:		Sobrecarga inicial:		Tipo de suelo:	
Uso final:		Sobrecarga final:		Capacidad portante:	

Resultados:

ASPECTOS	DIRECCIÓN	Desplazamientos máximos (mm)	Derivas de entrepiso (Límite de distorsión según Norma E-030: 0.007)	Momento de volteo (Tn/m)
Sistema Aporticado	EJE X-X			
	EJE Y-Y			
Disipador viscoso	EJE X-X			
	EJE Y-Y			

Observaciones y comentarios:

APELLIDOS Y NOMBRES:	Pinto Barrantes Raúl Antonio	FIRMA:	
CIP:	51304		
DIRECCIÓN:	Rodolfo Ruffe N° 632-Magdalena		

PUNTAJE	0 - 100%	85%
---------	----------	-----

RAÚL ANTONIO PINTO BARRANTES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 51304

Anexo 3.2

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS RESUMIDA PARA LA VALIDEZ EXPERTO B: ING. AUGUSTO QUIROGA CÁCERES



INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

TÍTULO: "COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 5 PISOS POR CAMBIO DE USO CON APLICACIÓN DE DISIPADORES VISCOSOS, LOS OLIVOS, 2019"

Autor: Rober Rojas Rodríguez

Información General:

Dirección:		Altitud :	
Distrito:		Latitud:	
Provincia:		Longitud:	
Región:			

Características del Proyecto:

N° pisos:		Altura entrepiso:		Zonificación:	
Uso inicial:		Sobrecarga inicial:		Tipo de suelo:	
Uso final:		Sobrecarga final:		Capacidad portante:	

Resultados:

ASPECTOS	DIRECCIÓN	Desplazamientos máximos (mm)	Derivas de entrepiso (Límite de distorsión según Norma E-030: 0.007)	Momento de volteo (Tn/m)
Sistema Aporticado	EJE X-X			
	EJE Y-Y			
Disipador viscoso	EJE X-X			
	EJE Y-Y			

Observaciones y comentarios:

Observaciones y comentarios:	
APELLIDOS Y NOMBRES:	QUIROGA CÁCERES, AUGUSTO GENARO
CIP:	91497
DIRECCIÓN:	AV. SEPARADORES INDUSTRIAL 2412 LA MOLINA
FIRMA:	

AUGUSTO GENARO QUIROGA CÁCERES
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 91497

PUNTAJE	0 - 100%	85%
---------	----------	-----

Anexo 3.3

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS RESUMIDA PARA LA VALIDEZ EXPERTO C: ING. MARGARITA BOZA OLACHEA



INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

TÍTULO: "COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 5 PISOS POR CAMBIO DE USO CON APLICACIÓN DE DISIPADORES VISCOSOS, LOS OLIVOS, 2019"

Autor: Rober Rojas Rodríguez

Información General:

Dirección:		Altitud :	
Distrito:		Latitud:	
Provincia:		Longitud:	
Región:			

Características del Proyecto:

N° pisos:		Altura entrepiso:		Zonificación:	
Uso inicial:		Sobrecarga inicial:		Tipo de suelo:	
Uso final:		Sobrecarga final:		Capacidad portante:	

Resultados:

ASPECTOS	DIRECCIÓN	Desplazamientos máximos (mm)	Derivas de entrepiso (Límite de distorsión según Norma E-030: 0.007)	Momento de volteo (Tn/m)
Sistema Aporticado	EJE X-X			
	EJE Y-Y			
Disipador viscoso	EJE X-X			
	EJE Y-Y			

Observaciones y comentarios:

APELLIDOS Y NOMBRES:	Boza Olachea Margarita	FIRMA:	<i>Margarita Boza Olachea</i>
CIP:	80500		INGENIERA CIVIL
DIRECCIÓN:	Los Olivos		CIP. 80500

PUNTAJE	0 - 100%	80%
---------	----------	-----

ANEXO N°4: REGISTROS FOTOGRÁFICOS DEL ESTUDIO MECÁNICA DE SUELOS



FOTO N° 1: Visita a campo



FOTO N° 2: Excavación de calicata



FOTO N° 3: Excavación de calicata



FOTO N° 4: Calicata terminada



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

DETERMINACION DE LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS / DETERMINACION DE LIMITE PLASTICO

AASHTO T-89, T-90/ ASTM D-4318

PROYECTO: *"Comportamiento estructural de un edificio de 5 pisos por cambio de uso con aplicación de disipadores viscosos, Los Olivos, 2018"*

DIRIGIDO A: *Roberto Rojas Rodríguez*

REALIZADO POR: *LQR*

MATERIAL: *CALICATA 1: MUESTRA N°1*

FECHA: *22-04-19*

MUESTRA: TOMADA IN SITU

DESCRIPCION		UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 40	
			LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO
Nro. de Recipiente				
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)		gr.		
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)		gr.		
Peso de Recipiente (C)		gr.		
Peso del Agua (A-B)		gr.		
Peso del Suelo Seco (B-C)		gr.		
Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$		%		
N° De Golpes				

RESULTADOS OBTENIDOS	LIMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
		NP	NP

RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES



OBSERVACIONES :

Iny. Luis Alberto Guzmán Rosario
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 121360



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

METODO DEL ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
ASTM D-2216-92

PROYECTO : "Comportamiento estructural de un edificio de 5 pisos por cambio de uso con aplicación de disipadores viscosos, Los Olivos, 2018"

DIRIGIDO A : *Rober Rojas Rodríguez*

REALIZADO POR : *LQR*

MATERIAL : CALICATA 1: MUESTRA N°1

FECHA : 22-04-19

MUESTRA: TOMADA IN SITU

TAMAÑO MAXIMO : 1"

DESCRIPCION DE LA MUESTRA	M-1	M-2	PROMEDIO
TARRO N°			
TARRO + SUELO HUMEDO (gr)	545.8	613.3	
TARRO + SUELO SECO (gr)	516.4	582.2	
AGUA (gr)	29.46	31.12	
PESO DEL TARRO (gr)	0.00	0.00	
PESO DEL SUELO SECO (gr)	516.4	582.2	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	5.71 %	5.35 %	5.53 %



Luis Alberto Guzmán Rosario
INGENIERO CIVIL
CIP N° 121380



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS AASHTO T-89/ ASTM D-422

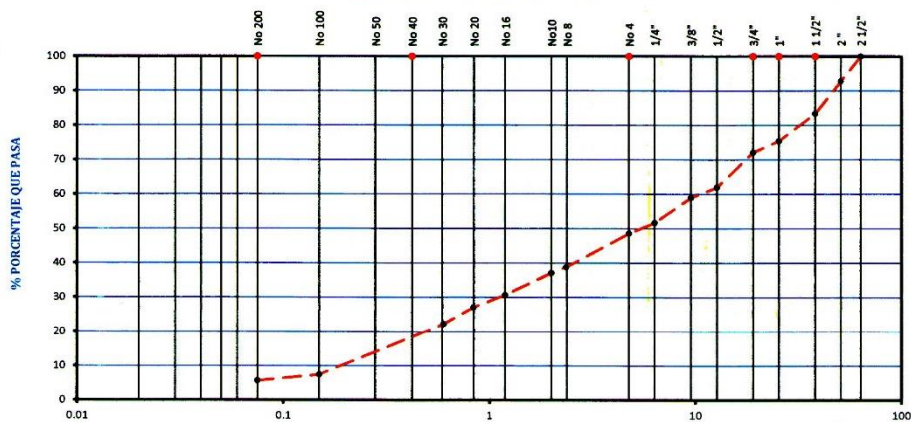
PROYECTO: *"Comportamiento estructural de un edificio de 5 pisos por cambio de uso con aplicación de disipadores viscosos, Los Olivos, 2018"*
 DIRIGIDO A: *Roberto Rojas Rodríguez*
 MATERIAL: *Calicata 2; Muestra N°1*
 PROFUNDIDAD: *0.35-3.40m*

REALIZADO POR : *L.Q.R*
 FECHA : *22-04-19*

MUESTRA: TOMADA IN SITU

Tamiz ASTM	Abertura (mm.)	Peso Retenido	% Retenido		% que Pasa	Especificaciones Obra	Descripción de Muestra
			Parcial	Acumulado			
3"	76.200						Limite Liquido (LL) : NP (%)
2 1/2"	63.500				100.0		Limite Plastico (LP) : NP (%)
2"	50.800	471.0	7.1	7.1	92.9		Indice de Plasticidad (IP) : NP (%)
1 1/2"	38.100	621.0	9.4	16.5	83.5		Grava 3" - N° 4 : 34.8 (%)
1"	25.400	531.0	8.0	24.5	75.5		Arena N°4 - N° 200 : 43.0 (%)
3/4"	19.050	216.0	3.3	27.8	72.2		Finos < N° 200 : 5.7 (%)
1/2"	12.700	674.0	10.2	38.0	62.0		Determinación del Suelo : Suelo Granular
3/8"	9.525	195.0	3.0	41.0	59.0		
1/4"	6.350	485.0	7.3	48.3	51.7		
No. 4	4.760	201.0	3.0	51.3	48.7		CLASIFICACION AASHTO : A-1-a(1)
No. 8	2.360	101.4	9.9	61.2	38.8		CLASIFICACION SUCS : GP-GM
No. 10	2.000	17.3	1.7	62.9	37.1		Descripción (SUCS) : - Grava pobremente graduada con limo y arena
No. 16	1.190	65.4	6.4	69.3	30.7		Peso Inicial (gr) : 6606.0
No. 20	0.834	37.3	3.6	72.9	27.1		Peso Fracción (gr) : 500.0
No. 30	0.600	49.3	4.8	77.7	22.3		
No. 40	0.420	55.4	5.4	83.1	16.9		
No. 50	0.300	40.4	3.9	87.0	13.0		
No. 100	0.149	56.4	5.5	92.5	7.5		
No. 200	0.075	19.0	1.8	94.3	5.7		
<200		58.5	5.7	100.0			

REPRESENTACION GRAFICA



OBSERVACIONES :



Ing. Luis Alberto Guzmán Rosales
 INGENIERO CIVIL
 N° 121380



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

METODO DEL ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
ASTM D-2216-92

PROYECTO : "Compartamento estructural de un edificio de 5 pisos por cambio de uso con aplicación de disipadores viscosos, Los Olivos, 2018"

DIRIGIDO A: *Roberto Rojas Rodríguez*

REALIZADO POR : L.Q.R

MATERIAL : Calicata 2; Muestra N°1

FECHA : 22-04-19

PROFUNDIDAD: 0.35-3.40m

MUESTRA: TOMADA IN SITU

TAMAÑO MAXIMO : 1"

DESCRIPCION DE LA MUESTRA	M-1	M-2	PROMEDIO
TARRO N°			
TARRO + SUELO HUMEDO (gr)	476.3	553.0	
TARRO + SUELO SECO (gr)	451.4	521.6	
AGUA (gr)	24.89	31.35	
PESO DEL TARRO (gr)	0.00	0.00	
PESO DEL SUELO SECO (gr)	451.4	521.6	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	5.51 %	6.01 %	5.76 %



Luis Alberto Guzmán Rosario
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 121360



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS
AASHTO T-89/ ASTM D-422

PROYECTO: "Comportamiento estructural de un edificio de 5 pisos por cambio de uso con aplicación de disipadores viscosos, Los Olivos, 2018"

DIRIGIDO A: *Rober Rojas Rodríguez*

REALIZADO POR: *L.Q.R*

MATERIAL: *Calicata 3: Muestra N°1*

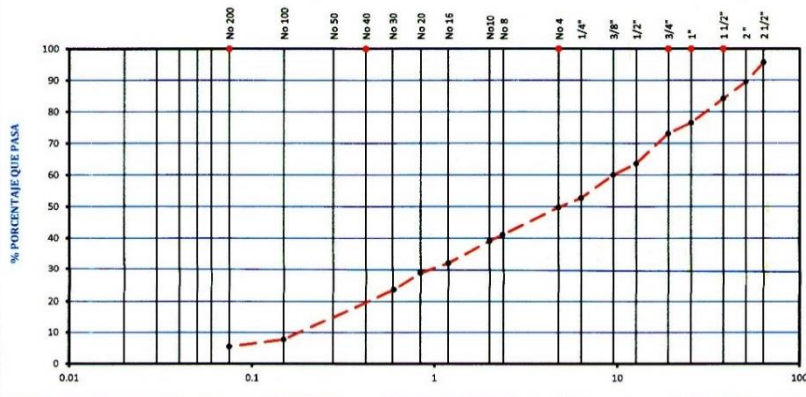
FECHA: *22-04-19*

PROFUNDIDAD: *0.35-3.40m*

MUESTRA: TOMADA IN SITU

Tamiz ASTM	Abertura (mm.)	Peso Retenido	% Retenido		% que Pasa	Especificaciones Obra	Descripción de Muestra
			Parcial	Acumulado			
3"	76.200				100.0		Limite Líquido (LL) : NP (%)
2 1/2"	63.500	378.0	4.3	4.3	95.7		Limite Plástico (LP) : NP (%)
2"	50.800	537.0	6.1	10.4	89.6		Índice de Plasticidad (IP) : NP (%)
1 1/2"	38.100	462.0	5.3	15.7	84.3		Grava 3" - N° 4 : 34.4 (%)
1"	25.400	672.0	7.7	23.4	76.6		Arena N°4 - N° 200 : 44.4 (%)
3/4"	19.050	302.0	3.4	26.8	73.2		Finos < N° 200 : 5.5 (%)
1/2"	12.700	829.0	9.5	36.3	63.7		Determinación del Suelo : Suelo Granular
3/8"	9.525	314.0	3.6	39.9	60.1		
1/4"	6.350	641.0	7.3	47.2	52.8		CLASIFICACION AASHTO A-1-a(1)
No. 4	4.760	252.0	2.9	50.1	49.9		CLASIFICACION SUCS GP-GM
No. 8	2.360	87.0	8.7	58.8	41.2		
No. 10	2.000	21.4	2.1	60.9	39.1		
No. 16	1.190	70.4	7.0	67.9	32.1		Descripción - Grava pobremente graduada con limo y arena (SUCS)
No. 20	0.834	30.3	3.0	70.9	29.1		Peso Inicial (gr) : 8767.0
No. 30	0.600	53.3	5.3	76.2	23.8		Peso Fracción (gr) : 500.0
No. 40	0.420	61.4	6.1	82.3	17.7		
No. 50	0.300	33.9	3.4	85.7	14.3		
No. 100	0.149	65.4	6.5	92.2	7.8		
No. 200	0.075	23.5	2.3	94.5	5.5		
<200		53.6	5.5	100.0			

REPRESENTACION GRAFICA



OBSERVACIONES:



Iny. Luis Alberto Guzmán Rosario
INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 121380



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

METODO DEL ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
ASTM D-2216-92

PROYECTO : *"Comportamiento estructural de un edificio de 5 pisos por cambio de uso con aplicación de disipadores viscosos, Los Olivos, 2018"*
DIRIGIDO A : *Rober Rojas Rodríguez* REALIZADO POR : *L.Q.R*
MATERIAL : *Calicata 3: Muestra N°1* FECHA : *22-04-19*
PROFUNDIDAD : *0.35-3.40m*

MUESTRA: TOMADA IN SITU

TAMAÑO MAXIMO : 1"

DESCRIPCION DE LA MUESTRA	M-1	M-2	PROMEDIO
TARRO N°			
TARRO + SUELO HUMEDO (gr)	506.9	482.7	
TARRO + SUELO SECO (gr)	480.8	456.3	
AGUA (gr)	26.17	26.34	
PESO DEL TARRO (gr)	0.00	0.00	
PESO DEL SUELO SECO (gr)	480.8	456.3	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	5.44 %	5.77 %	5.61 %



Luis Alberto Guzmán Rosero
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 121380

ANEXO N°6: CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO



CAPACIDAD ADMISIBLE DE SUELOS

PROYECTO : "Comportamiento estructural de un edificio de 5 pisos por cambio de uso con aplicación de disipadores viscosos, Los Olivos, 2018"
UBICACIÓN : LOS OLIVOS-LIMA
REALIZADO : L.Q.R.
DIRIGIDO A : Rober Rojas Rodriguez
FECHA : 25/03/2019

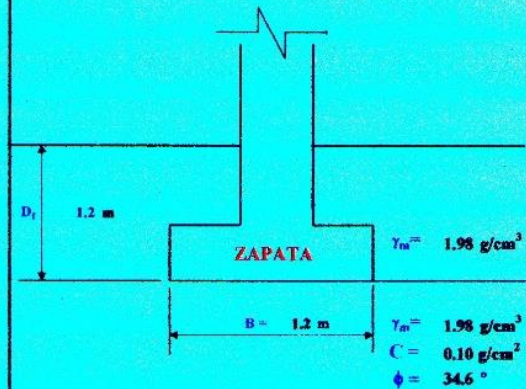
Cimentación Superficial

POR RESISTENCIA Cimentación Corrida

Clasificación SUCS:	GP-GM
Cohesión	$C = 0.1 \text{ Kg/cm}^2$
Cohesión por Falla Local	$C_f = 0.1 \text{ Kg/cm}^2$
Angulo de fricción	$\phi = 34.6^\circ$
Angulo de fricción por Falla Local	$\phi_f = 24.8^\circ$
Angulo de Arrancamiento	$\lambda = 26.0^\circ$
Peso unitario del suelo sobre el nivel de fundación	$\gamma_m = 1.98 \text{ g/cm}^3$
Peso unitario del suelo bajo el nivel de fundación	$\gamma_m = 1.98 \text{ g/cm}^3$
Ancho de la cimentación	$B = 1.2 \text{ m}$
Largo de la cimentación	$L = 2.4 \text{ m}$
Profundidad de la cimentación	$D_f = 1.2 \text{ m}$
Factor de seguridad	FS = 3.0

$$q_{ult} = CN_c S_c + \frac{1}{2} \gamma B S_\gamma N_\gamma + \gamma D_f S_q N_q$$

Capacidad última de carga	$q_{ult} = 5.7 \text{ Kg/cm}^2$
Capacidad admisible de carga	$q_{adm} = 1.9 \text{ Kg/cm}^2$



Ing. Luis Alberto Guamán Rosano
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 121388

ANEXO N°7: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 420 - 2019 Página : 1 de 2

Expediente : T 195-2019
Fecha de Emisión : 2019-05-08

1. Solicitante : CABA S.A.
Dirección : AV. JOSE LEAL NRO. 1526 - LINCE - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ
Tamiz N° : 200
Diámetro de Tamiz : 8 pulg.
Marca : GRAN TEST
Serie : 37671

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISION S.A.C.
07 - MAYO - 2019

4. Método de Calibración
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETICULA DE MEDICION	Q-SCOPE	UJA - 030 - 2018	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	25,7	25,6
Humedad %	66	66

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09





Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 187 - 2019

Página: 1 de 3

Expediente : T 132-2019
Fecha de Emisión : 2019-03-21

1. Solicitante : CABA S.A.
Dirección : AV. JOSE LEAL NRO. 1526 - LINCE - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA
Marca : OHAUS
Modelo : EB30
Número de Serie : 8030425320
Alcance de Indicación : 30000 g
División de Escala de Verificación (e) : 1 g
División de Escala Real (d) : 1 g
Procedencia : CHINA
Identificación : NO INDICA
Tipo : ELECTRÓNICA
Ubicación : LABORATORIO
Fecha de Calibración : 2019-03-20

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

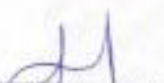
3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010, Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del INACAL-DM.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de VERA & MORENO S.A. CONSULTORES DE INGENIERIA
AV. JOSE LEAL NRO. 1526 - LINCE - LIMA




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Ing. Luis Loayza Capcha
DNI N° 7526311



Punto de Precisión S.A.C.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 187 - 2018

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26,7 °C	25,9 °C
Humedad Relativa	60 %	58 %

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Pesas (exactitud F1 y F2)	M-0500-2018
		LM-323-2018 / LM-324-2018
		LM-325-2018 / LM-356-2018
		LM-093-2018 / LM-094-2018
		LM-095-2018

7. Observaciones

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrología Peruana 000 - 2009, Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

EXPRESSION VISUAL			
JUSTO DE CERO	SI	ESCALA	NO SI
CICLACION LIBRE	SI	CURSOR	NO SI
PLATAFORMA	SI	DET. DE TRABA	NO SI
INDICACION	SI		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga LP*	Temp. (°C)					
		Inicial			Final		
		26,7		26,7		26,7	
		15 000 g			30 000 g		
		15g	15g	15g	30g	30g	30g
1	15 000	0,0	-0,1	0,0	0,0	0,0	-0,4
2	15 000	0,5	0,0	0,0	0,5	0,5	0,0
3	15 000	0,8	-0,3	0,0	0,8	0,8	-0,3
4	15 000	0,6	-0,1	0,0	0,6	0,6	-0,3
5	15 000	0,9	-0,4	0,0	0,7	0,7	-0,2
6	15 000	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
7	15 000	0,8	-0,1	0,0	0,8	0,8	-0,1
8	15 000	0,5	0,0	0,0	0,9	0,9	-0,4
9	15 000	0,7	-0,2	0,0	0,8	0,8	-0,3
10	15 000	0,8	-0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Diferencia Máxima		0,9			0,4		
Error máximo permitido		± 2 g			± 3 g		



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152531



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 093 - 2019

Página : 1 de 6

Expediente : T 132-2019
Fecha de Emisión : 2019-03-21

1. Solicitante : CABA S.A.

Dirección : AV. JOSE LEAL NRO. 1526 - LINCE - LIMA

2. Descripción del Equipo : ANILLO DE CARGA DE PRENSA A

Marca de Prensa : NO INDICA

Marca de Anillo : NO INDICA

Modelo de Anillo : NO INDICA

Serie de Anillo : 10093

Capacidad del Anillo : 10000 lbs

Marca del Dial : BAKER

Modelo del Dial : NO INDICA

Serie del Dial : SLB782

Procedencia : NO INDICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 093 - 2019

Página : 2 de 8

TABLA N° 1

SISTEMA ANALÓGICO "A" DIVISIONES	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)			PROMEDIO "B" kgf
	SERIE 1	SERIE 2	SERIE 3	
100	495,91	478,74	473,13	462,59
200	1 019,46	1 006,76	1 003,78	1 010,00
300	1 551,59	1 537,03	1 533,30	1 540,84
400	2 065,05	2 050,87	2 047,51	2 054,48
500	2 587,11	2 575,91	2 571,43	2 578,15
600	3 115,89	3 108,42	3 104,68	3 109,66
700	3 639,43	3 635,70	3 632,71	3 635,95

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

Coefficiente Correlación: $R^2 = 1,0000$


Ecuación de ajuste para valores en kgf: $y = 5,2489x - 40,7752$

Donde: x : Lectura del dial
y : Fuerza promedio (kgf)

Ecuación de ajuste para valores en lbf: $y = 11,5718x - 80,8939$

Donde: x : Lectura del dial
y : Fuerza promedio (lbf)




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISI3N S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACI3N

CARTA DE CALIBRACI3N EN kgf

Página 3 de 6

Marca de Prensa:	NO INDICA	Marca del Gal:	BAKER
Marca de Anillo:	NO INDICA	Modelo del Gal:	NO INDICA
Serie de Anillo:	10000	Serie del Gal:	52792
Capacidad del Anillo:	10000 kg		

$$y = 5,2489x - 40,7752$$

180	904,03	909,28	914,52	919,77	925,02	930,27	935,52	940,77	946,02	951,27
190	956,52	961,76	967,01	972,25	977,51	982,76	988,01	993,26	998,51	1 003,76
200	1 009,00	1 014,25	1 019,50	1 024,75	1 030,00	1 035,25	1 040,50	1 045,75	1 051,00	1 056,24
210	1 061,49	1 066,74	1 071,99	1 077,24	1 082,49	1 087,74	1 092,99	1 098,24	1 103,49	1 108,73
220	1 113,98	1 119,23	1 124,48	1 129,73	1 134,98	1 140,23	1 145,48	1 150,73	1 155,97	1 161,22
230	1 166,47	1 171,72	1 176,97	1 182,22	1 187,47	1 192,72	1 197,97	1 203,21	1 208,46	1 213,71
240	1 218,96	1 224,21	1 229,46	1 234,71	1 239,96	1 245,21	1 250,45	1 255,70	1 260,95	1 266,20
250	1 271,45	1 276,70	1 281,95	1 287,20	1 292,45	1 297,69	1 302,94	1 308,19	1 313,44	1 318,69
260	1 323,94	1 329,19	1 334,44	1 339,69	1 344,93	1 350,18	1 355,43	1 360,68	1 365,93	1 371,18
270	1 376,43	1 381,68	1 386,93	1 392,17	1 397,42	1 402,67	1 407,92	1 413,17	1 418,42	1 423,67
280	1 428,92	1 434,17	1 439,41	1 444,66	1 449,91	1 455,16	1 460,41	1 465,66	1 470,91	1 476,16
290	1 481,41	1 486,65	1 491,90	1 497,15	1 502,40	1 507,65	1 512,90	1 518,15	1 523,40	1 528,65
300	1 533,90	1 539,14	1 544,39	1 549,64	1 554,89	1 560,14	1 565,39	1 570,64	1 575,89	1 581,13
310	1 586,38	1 591,63	1 596,88	1 602,13	1 607,38	1 612,63	1 617,88	1 623,13	1 628,38	1 633,62
320	1 638,87	1 644,12	1 649,37	1 654,62	1 659,87	1 665,12	1 670,37	1 675,62	1 680,86	1 686,11
330	1 691,36	1 696,61	1 701,86	1 707,11	1 712,36	1 717,61	1 722,86	1 728,10	1 733,35	1 738,60
340	1 743,85	1 749,10	1 754,35	1 759,60	1 764,85	1 770,10	1 775,34	1 780,59	1 785,84	1 791,09
350	1 796,34	1 801,59	1 806,84	1 812,09	1 817,34	1 822,58	1 827,83	1 833,08	1 838,33	1 843,58
360	1 848,83	1 854,08	1 859,33	1 864,58	1 869,82	1 875,07	1 880,32	1 885,57	1 890,82	1 896,07
370	1 901,32	1 906,57	1 911,82	1 917,06	1 922,31	1 927,56	1 932,81	1 938,06	1 943,31	1 948,56
380	1 953,81	1 959,06	1 964,30	1 969,55	1 974,80	1 980,05	1 985,30	1 990,55	1 995,80	2 001,05
390	2 006,30	2 011,54	2 016,79	2 022,04	2 027,29	2 032,54	2 037,79	2 043,04	2 048,29	2 053,54
400	2 058,78	2 064,03	2 069,28	2 074,53	2 079,78	2 085,03	2 090,28	2 095,53	2 100,78	2 106,02
410	2 111,27	2 116,52	2 121,77	2 127,02	2 132,27	2 137,52	2 142,77	2 148,02	2 153,27	2 158,51
420	2 163,76	2 169,01	2 174,26	2 179,51	2 184,76	2 190,01	2 195,26	2 200,51	2 205,75	2 211,00
430	2 216,25	2 221,50	2 226,75	2 232,00	2 237,25	2 242,50	2 247,75	2 252,99	2 258,24	2 263,49
440	2 268,74	2 273,99	2 279,24	2 284,49	2 289,74	2 294,99	2 300,23	2 305,48	2 310,73	2 315,98
450	2 321,23	2 326,48	2 331,73	2 336,98	2 342,23	2 347,47	2 352,72	2 357,97	2 363,22	2 368,47
460	2 373,72	2 378,97	2 384,22	2 389,47	2 394,71	2 399,96	2 405,21	2 410,46	2 415,71	2 420,96
470	2 426,21	2 431,46	2 436,71	2 441,95	2 447,20	2 452,45	2 457,70	2 462,95	2 468,20	2 473,45
480	2 478,70	2 483,95	2 489,19	2 494,44	2 499,69	2 504,94	2 510,19	2 515,44	2 520,69	2 525,94
490	2 531,19	2 536,43	2 541,68	2 546,93	2 552,18	2 557,43	2 562,68	2 567,93	2 573,18	2 578,43
500	2 583,87	2 589,12	2 594,37	2 599,62	2 604,87	2 609,92	2 615,17	2 620,42	2 625,67	2 630,91
510	2 638,16	2 643,41	2 648,66	2 653,91	2 659,16	2 664,41	2 669,66	2 674,91	2 679,16	2 683,40



Jefa del Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CARTA DE CALIBRACIÓN EN IBF

Página 5 de 8

Marca de Prensa	NO INDICA	Marca del Dial	BAUER
Marca de Artillo	NO INDICA	Modelo del Dial	NO INDICA
Serie de Artillo	10003	Ceja del Dial	018702
Capacidad del Artillo	10000 lb.		

$y = 11,5718x - 89,8939$

Divisiones del Dial	Valores Ajustados en IBF									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
100	1 057,29	1 078,85	1 090,43	1 102,00	1 113,57	1 125,15	1 136,72	1 148,29	1 159,86	1 171,43
110	1 183,00	1 194,58	1 206,15	1 217,72	1 229,29	1 240,86	1 252,43	1 264,01	1 275,58	1 287,15
120	1 298,72	1 310,29	1 321,87	1 333,44	1 345,01	1 356,58	1 368,15	1 379,72	1 391,30	1 402,87
130	1 414,44	1 425,01	1 437,58	1 449,16	1 460,73	1 472,30	1 483,87	1 495,44	1 507,01	1 518,59
140	1 530,16	1 541,73	1 553,30	1 564,87	1 576,45	1 588,02	1 599,59	1 611,16	1 622,73	1 634,30
150	1 645,88	1 657,45	1 669,02	1 680,59	1 692,16	1 703,74	1 715,31	1 726,88	1 738,45	1 750,02
160	1 761,59	1 773,17	1 784,74	1 796,31	1 807,88	1 819,45	1 831,02	1 842,60	1 854,17	1 865,74
170	1 877,31	1 888,88	1 900,45	1 912,03	1 923,60	1 935,17	1 946,74	1 958,31	1 969,89	1 981,46
180	1 993,03	2 004,60	2 016,17	2 027,75	2 039,32	2 050,89	2 062,46	2 074,03	2 085,60	2 097,18
190	2 108,75	2 120,32	2 131,89	2 143,46	2 155,04	2 166,61	2 178,18	2 189,75	2 201,32	2 212,89
200	2 224,47	2 236,04	2 247,61	2 259,18	2 270,75	2 282,33	2 293,90	2 305,47	2 317,04	2 328,61
210	2 340,18	2 351,75	2 363,33	2 374,90	2 386,47	2 398,04	2 409,61	2 421,19	2 432,76	2 444,33
220	2 455,90	2 467,47	2 479,05	2 490,62	2 502,19	2 513,76	2 525,33	2 536,90	2 548,48	2 560,05
230	2 571,82	2 583,39	2 594,96	2 606,54	2 617,91	2 629,48	2 641,05	2 652,62	2 664,19	2 675,77
240	2 687,34	2 698,91	2 710,48	2 722,05	2 733,63	2 745,20	2 756,77	2 768,34	2 779,91	2 791,48
250	2 803,06	2 814,63	2 826,20	2 837,77	2 849,34	2 860,92	2 872,49	2 884,06	2 895,63	2 907,20
260	2 910,77	2 922,35	2 933,92	2 945,49	2 957,06	2 968,63	2 980,20	2 991,78	3 003,35	3 022,02
270	3 034,40	3 046,06	3 057,64	3 069,21	3 080,78	3 092,35	3 103,92	3 115,49	3 127,07	3 138,64
280	3 150,21	3 161,78	3 173,35	3 184,93	3 196,50	3 208,07	3 219,64	3 231,21	3 242,78	3 254,35
290	3 265,93	3 277,50	3 289,07	3 300,64	3 312,22	3 323,79	3 335,36	3 346,93	3 358,50	3 370,07
300	3 381,55	3 393,22	3 404,79	3 416,36	3 427,93	3 439,51	3 451,08	3 462,65	3 474,22	3 485,79
310	3 497,36	3 508,94	3 520,51	3 532,08	3 543,65	3 555,22	3 566,79	3 578,37	3 589,94	3 601,51
320	3 613,08	3 624,65	3 636,23	3 647,80	3 659,37	3 670,94	3 682,51	3 694,08	3 705,65	3 717,23
330	3 728,80	3 740,37	3 751,94	3 763,52	3 775,09	3 786,66	3 798,23	3 809,80	3 821,37	3 832,95
340	3 844,52	3 856,09	3 867,66	3 879,23	3 890,81	3 902,38	3 913,95	3 925,52	3 937,09	3 948,66
350	3 960,24	3 971,81	3 983,38	3 994,95	4 006,52	4 018,10	4 029,67	4 041,24	4 052,81	4 064,38
360	4 075,95	4 087,53	4 099,10	4 110,67	4 122,24	4 133,81	4 145,38	4 156,95	4 168,53	4 180,10
370	4 191,87	4 203,24	4 214,62	4 226,39	4 237,96	4 249,53	4 261,10	4 272,67	4 284,25	4 295,82
380	4 307,99	4 318,96	4 330,53	4 342,11	4 353,68	4 365,25	4 376,82	4 388,39	4 399,96	4 411,54
390	4 423,11	4 434,58	4 446,25	4 457,82	4 469,40	4 480,97	4 492,54	4 504,11	4 515,68	4 527,25
400	4 538,83	4 550,40	4 561,97	4 573,54	4 585,11	4 596,68	4 608,25	4 619,83	4 631,40	4 642,97
410	4 654,54	4 666,12	4 677,69	4 689,28	4 700,83	4 712,40	4 723,97	4 735,55	4 747,12	4 758,69
420	4 770,26	4 781,83	4 793,41	4 804,98	4 816,55	4 828,12	4 839,69	4 851,26	4 862,84	4 874,41
430	4 885,98	4 897,55	4 909,12	4 920,70	4 932,27	4 943,84	4 955,41	4 966,98	4 978,55	4 990,13
440	5 001,70	5 013,27	5 024,84	5 036,41	5 047,99	5 059,56	5 071,13	5 082,70	5 094,27	5 105,84
450	5 117,42	5 128,99	5 140,56	5 152,13	5 163,70	5 175,28	5 186,85	5 198,42	5 209,99	5 221,56
460	5 233,13	5 244,71	5 256,28	5 267,85	5 279,42	5 290,99	5 302,56	5 314,14	5 325,71	5 337,28
470	5 348,85	5 360,42	5 372,00	5 383,57	5 395,14	5 406,71	5 418,28	5 429,85	5 441,43	5 453,00
480	5 464,67	5 476,14	5 487,71	5 499,29	5 510,86	5 522,43	5 534,00	5 545,57	5 557,14	5 568,72
490	5 580,29	5 591,86	5 603,43	5 615,00	5 626,58	5 638,15	5 649,72	5 661,29	5 672,86	5 684,43
500	5 696,01	5 707,58	5 719,15	5 730,72	5 742,29	5 753,87	5 765,44	5 777,01	5 788,58	5 800,15
510	5 811,72	5 823,30	5 834,87	5 846,44	5 858,01	5 869,58	5 881,15	5 892,73	5 904,30	5 915,87




 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Página 4 de 6

Punto de Precisión SAC

Divisiones del Dial	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
520	2 688,65	2 693,90	2 699,15	2 704,40	2 709,65	2 714,90	2 720,15	2 725,40	2 730,64	2 735,89
530	2 741,14	2 746,39	2 751,64	2 756,89	2 762,14	2 767,39	2 772,64	2 777,88	2 783,13	2 788,38
540	2 793,63	2 798,88	2 804,13	2 809,38	2 814,63	2 819,88	2 825,12	2 830,37	2 835,62	2 840,87
550	2 846,12	2 851,37	2 856,62	2 861,87	2 867,12	2 872,36	2 877,61	2 882,86	2 888,11	2 893,36
560	2 898,61	2 903,86	2 909,11	2 914,36	2 919,60	2 924,85	2 930,10	2 935,35	2 940,60	2 945,85
570	2 951,10	2 956,35	2 961,60	2 966,84	2 972,09	2 977,34	2 982,59	2 987,84	2 993,09	2 998,34
580	3 003,59	3 008,84	3 014,08	3 019,33	3 024,58	3 029,83	3 035,08	3 040,33	3 045,58	3 050,83
590	3 056,08	3 061,32	3 066,57	3 071,82	3 077,07	3 082,32	3 087,57	3 092,82	3 098,07	3 103,32
600	3 108,56	3 113,81	3 119,06	3 124,31	3 129,56	3 134,81	3 140,06	3 145,31	3 150,56	3 155,80
610	3 161,05	3 166,30	3 171,55	3 176,80	3 182,05	3 187,30	3 192,55	3 197,80	3 203,05	3 208,29
620	3 213,54	3 218,79	3 224,04	3 229,29	3 234,54	3 239,79	3 245,04	3 250,29	3 255,53	3 260,78
630	3 266,03	3 271,28	3 276,53	3 281,78	3 287,03	3 292,28	3 297,53	3 302,77	3 308,02	3 313,27
640	3 318,52	3 323,77	3 329,02	3 334,27	3 339,52	3 344,77	3 350,01	3 355,26	3 360,51	3 365,76
650	3 371,01	3 376,26	3 381,51	3 386,76	3 392,01	3 397,25	3 402,50	3 407,75	3 413,00	3 418,25
660	3 423,50	3 428,75	3 434,00	3 439,25	3 444,49	3 449,74	3 454,99	3 460,24	3 465,49	3 470,74
670	3 475,99	3 481,24	3 486,49	3 491,73	3 496,98	3 502,23	3 507,48	3 512,73	3 517,98	3 523,23
680	3 528,48	3 533,73	3 538,97	3 544,22	3 549,47	3 554,72	3 559,97	3 565,22	3 570,47	3 575,72
690	3 580,97	3 586,21	3 591,46	3 596,71	3 601,96	3 607,21	3 612,46	3 617,71	3 622,96	3 628,21
700	3 633,45	3 638,70	3 643,95	3 649,20	3 654,45	3 659,70	3 664,95	3 670,20	3 675,45	3 680,69
710	3 685,94	3 691,19	3 696,44	3 701,69	3 706,94	3 712,19	3 717,44	3 722,69	3 727,94	3 733,18
720	3 738,43	3 743,68	3 748,93	3 754,18	3 759,43	3 764,68	3 769,93	3 775,18	3 780,42	3 785,67
730	3 790,92	3 796,17	3 801,42	3 806,67	3 811,92	3 817,17	3 822,42	3 827,66	3 832,91	3 838,16
740	3 843,41	3 848,66	3 853,91	3 859,16	3 864,41	3 869,66	3 874,90	3 880,15	3 885,40	3 890,65
750	3 895,90	3 901,15	3 906,40	3 911,65	3 916,90	3 922,14	3 927,39	3 932,64	3 937,89	3 943,14
760	3 948,39	3 953,64	3 958,89	3 964,14	3 969,38	3 974,63	3 979,88	3 985,13	3 990,38	3 995,63
770	4 000,88	4 006,13	4 011,38	4 016,62	4 021,87	4 027,12	4 032,37	4 037,62	4 042,87	4 048,12
780	4 053,37	4 058,62	4 063,86	4 069,11	4 074,36	4 079,61	4 084,86	4 090,11	4 095,36	4 100,61
790	4 105,86	4 111,10	4 116,35	4 121,60	4 126,85	4 132,10	4 137,35	4 142,60	4 147,85	4 153,10
800	4 158,34	4 163,59	4 168,84	4 174,09	4 179,34	4 184,59	4 189,84	4 195,09	4 200,34	4 205,58
810	4 210,83	4 216,08	4 221,33	4 226,58	4 231,83	4 237,08	4 242,33	4 247,58	4 252,83	4 258,07
820	4 263,32	4 268,57	4 273,82	4 279,07	4 284,32	4 289,57	4 294,82	4 300,07	4 305,31	4 310,56
830	4 315,81	4 321,06	4 326,31	4 331,56	4 336,81	4 342,06	4 347,31	4 352,55	4 357,80	4 363,05
840	4 368,30	4 373,55	4 378,80	4 384,05	4 389,30	4 394,55	4 399,79	4 405,04	4 410,29	4 415,54
850	4 420,79	4 426,04	4 431,29	4 436,54	4 441,79	4 447,03	4 452,28	4 457,53	4 462,78	4 468,03
860	4 473,28	4 478,53	4 483,78	4 489,03	4 494,27	4 499,52	4 504,77	4 510,02	4 515,27	4 520,52
870	4 525,77	4 531,02								




 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Página 6 de 6

Punto de Precisión SAC

Divisiones del Dial	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
520	5 927,44	5 939,01	5 950,59	5 962,16	5 973,73	5 985,30	5 996,87	6 008,44	6 020,02	6 031,59
530	6 043,16	6 054,73	6 066,30	6 077,88	6 089,45	6 101,02	6 112,59	6 124,16	6 135,73	6 147,31
540	6 158,89	6 170,45	6 182,02	6 193,59	6 205,17	6 216,74	6 228,31	6 239,88	6 251,45	6 263,02
550	6 274,60	6 286,17	6 297,74	6 309,31	6 320,88	6 332,46	6 344,03	6 355,60	6 367,17	6 378,74
560	6 390,31	6 401,89	6 413,46	6 425,03	6 436,60	6 448,17	6 459,74	6 471,32	6 482,89	6 494,46
570	6 506,03	6 517,60	6 529,18	6 540,75	6 552,32	6 563,89	6 575,46	6 587,03	6 598,61	6 610,18
580	6 621,75	6 633,32	6 644,89	6 656,47	6 668,04	6 679,61	6 691,18	6 702,75	6 714,32	6 725,90
590	6 737,47	6 749,04	6 760,61	6 772,18	6 783,76	6 795,33	6 806,90	6 818,47	6 830,04	6 841,61
600	6 853,19	6 864,76	6 876,33	6 887,90	6 899,47	6 911,05	6 922,62	6 934,19	6 945,76	6 957,33
610	6 968,90	6 980,48	6 992,05	7 003,62	7 015,19	7 026,76	7 038,33	7 049,91	7 061,48	7 073,05
620	7 084,62	7 096,19	7 107,77	7 119,34	7 130,91	7 142,48	7 154,05	7 165,62	7 177,20	7 188,77
630	7 200,34	7 211,91	7 223,48	7 235,06	7 246,63	7 258,20	7 269,77	7 281,34	7 292,91	7 304,49
640	7 316,06	7 327,63	7 339,20	7 350,77	7 362,35	7 373,92	7 385,49	7 397,06	7 408,63	7 420,20
650	7 431,78	7 443,35	7 454,92	7 466,49	7 478,06	7 489,64	7 501,21	7 512,78	7 524,35	7 535,92
660	7 547,49	7 559,07	7 570,64	7 582,21	7 593,78	7 605,36	7 616,92	7 628,50	7 640,07	7 651,64
670	7 663,21	7 674,78	7 686,36	7 697,93	7 709,50	7 721,07	7 732,64	7 744,21	7 755,79	7 767,36
680	7 778,93	7 790,50	7 802,07	7 813,65	7 825,22	7 836,79	7 848,36	7 859,93	7 871,50	7 883,08
690	7 894,65	7 906,22	7 917,79	7 929,36	7 940,94	7 952,51	7 964,08	7 975,65	7 987,22	7 998,79
700	8 010,37	8 021,94	8 033,51	8 045,08	8 056,65	8 068,23	8 079,80	8 091,37	8 102,94	8 114,51
710	8 126,08	8 137,66	8 149,23	8 160,80	8 172,37	8 183,94	8 195,51	8 207,09	8 218,66	8 230,23
720	8 241,80	8 253,37	8 264,95	8 276,52	8 288,09	8 299,66	8 311,23	8 322,80	8 334,38	8 345,95
730	8 357,52	8 369,09	8 380,66	8 392,24	8 403,81	8 415,38	8 426,95	8 438,52	8 450,09	8 461,67
740	8 473,24	8 484,81	8 496,38	8 507,95	8 519,53	8 531,10	8 542,67	8 554,24	8 565,81	8 577,38
750	8 588,96	8 600,53	8 612,10	8 623,67	8 635,24	8 646,82	8 658,39	8 669,96	8 681,53	8 693,10
760	8 704,67	8 716,25	8 727,82	8 739,39	8 750,96	8 762,53	8 774,10	8 785,68	8 797,25	8 808,82
770	8 820,39	8 831,96	8 843,54	8 855,11	8 866,68	8 878,25	8 889,82	8 901,39	8 912,97	8 924,54
780	8 936,11	8 947,68	8 959,25	8 970,83	8 982,40	8 993,97	9 005,54	9 017,11	9 028,68	9 040,26
790	9 051,83	9 063,40	9 074,97	9 086,54	9 098,12	9 109,69	9 121,26	9 132,83	9 144,40	9 155,97
800	9 167,55	9 179,12	9 190,69	9 202,26	9 213,83	9 225,41	9 236,98	9 248,55	9 260,12	9 271,69
810	9 283,26	9 294,84	9 306,41	9 317,98	9 329,55	9 341,12	9 352,69	9 364,27	9 375,84	9 387,41
820	9 398,98	9 410,55	9 422,13	9 433,70	9 445,27	9 456,84	9 468,41	9 479,98	9 491,56	9 503,13
830	9 514,70	9 526,27	9 537,84	9 549,42	9 560,99	9 572,56	9 584,13	9 595,70	9 607,27	9 618,85
840	9 630,42	9 641,99	9 653,56	9 665,13	9 676,71	9 688,28	9 699,85	9 711,42	9 722,99	9 734,56
850	9 746,14	9 757,71	9 769,28	9 780,85	9 792,42	9 804,00	9 815,57	9 827,14	9 838,71	9 850,28
860	9 861,85	9 873,43	9 885,00	9 896,57	9 908,14	9 919,71	9 931,28	9 942,86	9 954,43	9 966,00
870	9 977,57	9 989,14								



PRIVILEGIADO

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CP N° 152631

ANEXO N°8: CONFIABILIDAD POR UN ESPECIALISTA EN SOFTWARE ETABS

V.16

ANEXO 8.1: CONFIABILIDAD DE RESULTADOS POR UN ESPECIALISTA DE SOFTWARE ETABS



INFORMACIÓN CON FINES ACADÉMICOS

Lima, 25 de junio del 2019

PARA: A quien corresponda

ATENCIÓN: Ing. Augusto Quiroga Cáceres, gerente de la empresa PROYECT CONST SRL. con RUC N°: 20379405852 (Especialista en estructuras, asesor en software ETABS).

Por medio de la presente, se hace constar que el Tesista: *ROJAS RODRÍGUEZ ROBER*, identificado con DNI: 74637314 con TÍTULO: *Comportamiento estructural de un edificio de 5 pisos por cambio de uso con aplicación de disipadores viscosos, Los Olivos, 2019*. Aplicó correctamente el uso del software ETABS, verificando los análisis y diseño de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones (Norma E-020, E-030, E-060) y la Norma Americana (ASCE 7-10).

Atentamente,

PROYECT - CONST S.R.L.

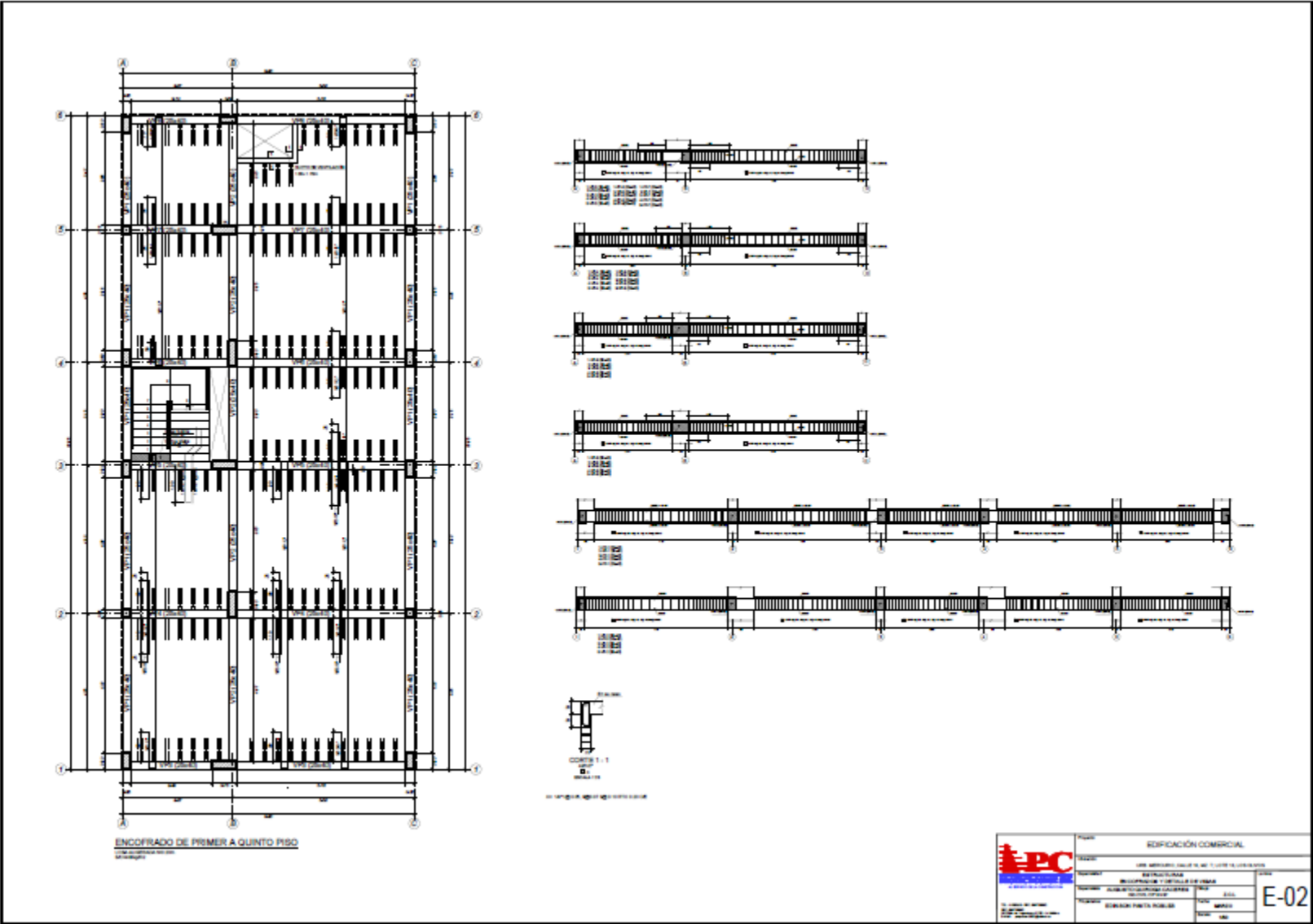
Augusto Quiroga Cáceres
GERENTE

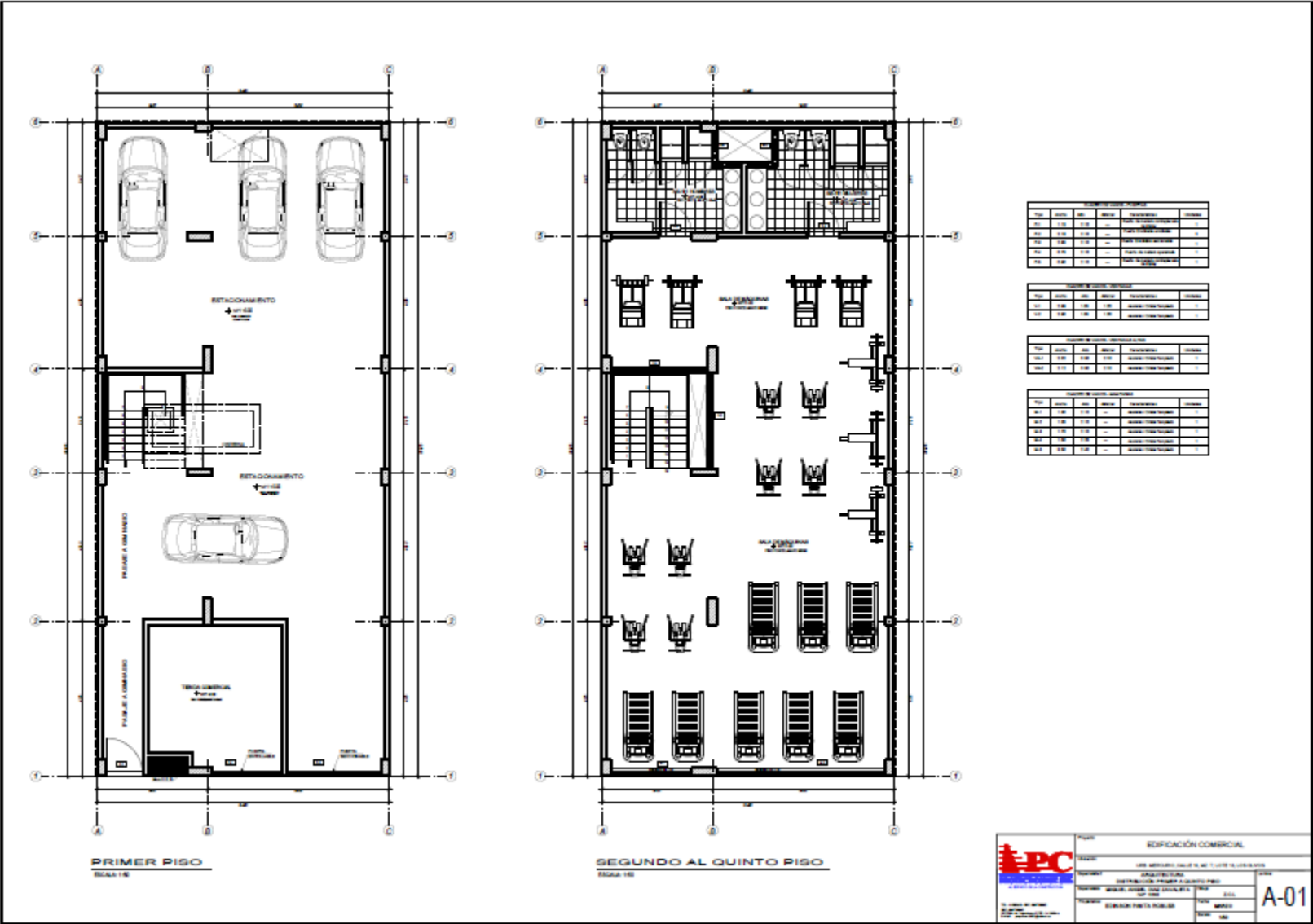

 AUGUSTO QUIROGA CÁCERES
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 91497

Urb. "La Merced" Mz. J Lt. 57 Ate - Vitarte
proyecon1002@yahoo.es

Telefax: 349-4411 RPC: 98470062
Nextel: 810*9147

ANEXO N°9: PLANOS





ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1.1
1.2
1.3
1.4
1.5

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
2.1
2.2
2.3

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
3.1
3.2
3.3

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
4.1
4.2
4.3
4.4

	EDIFICACIÓN COMERCIAL		A-01
	UNO, AV. ...		
	...		
	...		
...	
...	



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE
La Escuela de Ingeniería Civil

A LA VERSIÓN FINAL (FORMA) DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Rojas Rodríguez Robert

INFORME TITULADO:

COMPARTIMIENTO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 5 PISOS
POR CAMBIO DE USO CON APLICACIÓN DE DISIPADORES VISCOSES
LOS OLIVOS, 2019

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

Ingeniero (a) Civil

SUSTENTADO EN FECHA:

20/07/2019

NOTA O MENCIÓN

13 (TRECE)



 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	---	---

Yo, Dr. Ing. Gerardo Enrique Cancho Zúñiga
 docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de
 la Universidad César Vallejo, Lima Norte (precisar filial o sede), revisor(a) de la tesis
 titulada


“ Comportamiento estructural de un edificio de 5 pisos por
cambio de uso con aplicación de disipadores viscosos,
Los Olivos, 2019 ”

del (de la) estudiante Rober Rojas Rodríguez

constato que la investigación tiene un índice de similitud de .30.. % verificable
 en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó 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.

Lugar y fecha. Lima, 13 de Diciembre del 2019

.....

 Firma

Nombres y apellidos del (de la) docente:
Dr. Ing. Gerardo Enrique Cancho Zúñiga

DNI: 072 34 769

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



**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE
TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL
UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

Yo Rober Rojas Rodríguez

Identificado con DNI N.º 74637314..... egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo (X) .
No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado

" Comportamiento estructural de un edificio de 8 pisos por cambio de uso con aplicación de disipadores viscosos, Los Olivos, 2019"

en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derechos de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

FIRMA

DNI: 74637314.....

FECHA: 20 de Julio..... de 2019..

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

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Comportamiento estructural de un edificio de 5 pisos por cambio de uso con aplicación de disipadores viscosos, Los Olivos, 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Rojas Rodríguez, Rober (ORCID: 0000-0003-1753-1791)

ASESOR:

Dr. Ing. Cancho Zúñiga, Gerardo Enrique (ORCID: 0000-0002-0684-5114)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

Lima - Perú



Resumen de coincidencias

30 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (beta)

Coincidencias

- | | | |
|---|----------------------------|-----|
| 1 | repositorio.upao.edu.pe | 9 % |
| 2 | Entregado a Universidad... | 5 % |
| 3 | repositorio.ucv.edu.pe | 3 % |
| 4 | Entregado a Universidad... | 3 % |
| 5 | Entregado a Universidad... | 2 % |
| 6 | docplayer.es | 1 % |
| 7 | Entregado a Universidad... | 1 % |
| 8 | Entregado a Universidad... | 1 % |
| 9 | repositorio.unp.edu.pe | 1 % |