



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Evaluación del desempeño sísmico de un edificio multifamiliar
implementando aisladores basales, Lima 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Rodríguez Sánchez, José Luis (ORCID: 0000-0002-9544-2754)

ASESOR:

Dr. Benítes Zúñiga José Luis (ORCID: 0000-0003-4459-494X)

LINEA DE INVESTIGACION:

Diseño Sísmico y Estructural

Lima – Perú

2021

Dedicatoria

Dedico el presente trabajo de tesis en primer lugar a mis padres Margarita e Hipólito los cuales me brindaron educación, comprensión y apoyo incondicional para poder construir de manera satisfactoria mi vida profesional, así como a mis mejores amigos que me apoyaron en todo momento y sé que puedo contar con ellos para todo. A mis abuelas María e Isabel quienes me apoyan siempre y quiero mucho, también a mis abuelos Alcibiades y Andrés que desde el cielo me guían para poder cumplir con todas mis metas.

Agradecimiento

Agradezco en primer lugar a Dios por darme vida y salud, así como a mis padres Margarita e Hipólito por brindarme su apoyo siempre, al asesor por brindarnos sus conocimientos para poder realizar satisfactoriamente el trabajo de investigación.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	20
3.1 Tipo y diseño de investigación	20
3.2 Variables y Operacionalización	21
3.3 Población, muestra y muestreo.....	21
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	22
3.5 Procedimiento	23
3.6. Método de análisis de datos.....	27
3.7 Aspectos éticos	27
IV. RESULTADOS	28
V. DISCUSIÓN.....	42
VI. CONCLUSIONES	46
VII. RECOMENDACIONES.....	47
REFERENCIAS.....	48
ANEXOS	53

Índice de tablas

Tabla 1: Límites para la deriva de entrepiso.....	14
Tabla 2: Promedio estimado de la resistencia del concreto.....	24
Tabla 3: Propiedades físicas de los aisladores elastoméricos HDRB.....	26
Tabla 4: Propiedades mecánicas de los aisladores elastoméricos HDRB.....	26
Tabla 5: Máximas derivas de entrepiso para el sismo dinámico en la dirección X e Y en cada piso de la edificación sin aislamiento sísmico.....	31
Tabla 6: Máximas derivas de entrepiso para el sismo dinámico en la dirección X e Y en cada piso de la edificación con aislamiento sísmico.....	32
Tabla 7: Periodos en cada modo de vibración de la edificación con y sin aislamiento sísmico.....	33
Tabla 8: Máximas derivas de entrepiso para el sismo dinámico en la dirección X e Y en cada piso de la edificación con aislamiento sísmico.....	35
Tabla 9: Máximas aceleraciones para el sismo dinámico en la dirección X e Y en cada piso de la edificación sin aislamiento sísmico	36
Tabla 10: Máximas aceleraciones por piso en la dirección X del terremoto en Lima-Callao de 1966 para la edificación con y sin aislamiento sísmico.....	38
Tabla 11: Máximas aceleraciones por piso en la dirección Y del terremoto en Lima-Callao de 1966 para la edificación con y sin aislamiento sísmico.....	38
Tabla 12: Máximas aceleraciones por piso en la dirección X del terremoto en Lima de 1974 para la edificación con y sin aislamiento sísmico.....	39
Tabla 13: Máximas aceleraciones por piso en la dirección Y del terremoto en Lima de 1974 para la edificación con y sin aislamiento sísmico.....	39
Tabla 14: Máximas aceleraciones por piso en la dirección X del terremoto en Pisco del 2007 para la edificación con y sin aislamiento sísmico.....	40
Tabla 15: Máximas aceleraciones por piso en la dirección Y del terremoto en Pisco del 2007 para la edificación con y sin aislamiento sísmico.....	41

Índice de figuras

Figura 1. Deriva de entrepiso.....	15
Figura 2. Aislador elastomérico de bajo amortiguamiento (LDRB).....	18
Figura 3. Aislador elastomérico de caucho con núcleo de plomo (LRB).....	19
Figura 4. Aislador elastomérico de alto amortiguamiento (HDRB).....	19
Figura 5. Zona de prueba del elemento de concreto	24
Figura 6. Curva de correlación del esclerómetro	24
Figura 7. Modelamiento de la Edificación fija en el suelo	25
Figura 8. Modelamiento de la edificación aislada	27
Figura 9. Mapa político del Perú.....	28
Figura 10. Mapa político del departamento de Lima	28
Figura 11. Mapa de la provincia de Lima	29
Figura 12. Mapa del distrito de Comas.....	29
Figura 13. Máximas derivas de entre piso para el sismo dinámico en la dirección X de la edificación sin aislamiento sísmico	30
Figura 14. Máximas derivas de entre piso para el sismo dinámico en la dirección Y de la edificación sin aislamiento sísmico	30
Figura 15. Máximas derivas de entre piso para el sismo dinámico en la dirección X de la edificación con aislamiento sísmico	31
Figura 16. Máximas derivas de entre piso para el sismo dinámico en la dirección Y de la edificación con aislamiento sísmico	31
Figura 17. Periodos de vibración para la edificación sin aislamiento sísmico	33
Figura 18. Periodos de vibración para la edificación con aislamiento sísmico	33
Figura 19. Aceleración por piso de la estructura para el sismo dinámico en la dirección X de la edificación sin aislamiento sísmico	34
Figura 20. Aceleración por piso de la estructura para el sismo dinámico en la dirección Y de la edificación sin aislamiento sísmico	34
Figura 21. Aceleración por piso de la estructura para el sismo dinámico en la dirección X de la edificación con aislamiento sísmico	35
Figura 22. Aceleración por piso de la estructura para el sismo dinámico en la dirección Y de la edificación con aislamiento sísmico	35
Figura 23. Terremoto en Lima-Callao 1966.....	37

Figura 24. Aceleraciones para el análisis dinámico tiempo-historia de 1966 en la dirección X	37
Figura 25. Aceleraciones para el análisis dinámico tiempo-historia de 1966 en la dirección Y	37
Figura 26. Terremoto en Lima 1974.....	38
Figura 27. Aceleraciones para el análisis dinámico tiempo-historia de 1974 en la dirección X	39
Figura 28. Aceleraciones para el análisis dinámico tiempo-historia de 1974 en la dirección Y	39
Figura 29. Aceleraciones para el análisis dinámico tiempo-historia del 2007 en la dirección X	40
Figura 30. Aceleraciones para el análisis dinámico tiempo-historia del 2007 en la dirección Y	40

Resumen

El presente informe de investigación tuvo como objetivo evaluar el desempeño sísmico de una edificación multifamiliar implementando aisladores sísmicos basales. El tipo de investigación fue aplicada, de enfoque cuantitativo, tuvo un diseño experimental y de carácter cuasi-experimental, así mismo la población fueron los edificios de seis pisos existentes hasta ahora en la urbanización San Agustín del distrito de Comas los cuales son nueve y para la muestra se tomó una vivienda multifamiliar de seis pisos, de igual modo el muestreo de la investigación fue no probabilístico por conveniencia.

En los resultados se obtuvieron reducciones considerables en las derivas de la estructura aislada de hasta un 80% con respecto a la estructura convencional. Esto también ocurrió en las aceleraciones que disminuyeron hasta 86% en la dirección Y y 90% en la dirección X. Así mismo, se dio un aumento en el periodo de vibración que determina la flexibilidad de la edificación. Concluyendo que la implementación de los aisladores basales presenta grandes beneficios estructurales, brindando mayor calidad y seguridad a la edificación.

Palabras clave: Aisladores, deriva, periodo, aceleraciones

Abstract

The objective of this research report was to evaluate the seismic performance of a multi-family building by implementing basal seismic isolators. The type of research was applied, with a quantitative approach, had an experimental design and a quasi-experimental nature, likewise the population was the six-story buildings existing until now in the San Agustín urbanization of the Comas district, which are nine and for The sample was taken from a six-story multi-family dwelling, in the same way the research sampling was non-probabilistic for convenience.

The results obtained considerable reductions in the drifts of the isolated structure of up to 80% with respect to the conventional structure. This also occurred in the accelerations that decreased to 86% in the Y direction and 90% in the X direction. Likewise, there was an increase in the period of vibration that determines the flexibility of the building. Concluding that the implementation of basal insulators has great structural benefits, providing greater quality and safety to the building.

Keywords: Insulators, drift, period, accelerations

I. INTRODUCCIÓN

Las catástrofes que producen los sismos de gran magnitud o terremotos han afectado durante muchos años al desarrollo de los diseños estructurales de las edificaciones, siendo estos desastres naturales uno de los más grandes problemas para la ingeniería civil en el mundo. Por tanto, el hombre durante muchos años ha buscado una manera de solucionar este problema, creando normas de construcción específicas en cada país que ayudan a controlar la calidad y demanda sísmica esperada en las edificaciones. Sin embargo, los sismos de gran magnitud muchas veces ocurren de forma imprevista, haciendo que las construcciones a pesar de estar regidas a normas determinadas no pueden soportar vibraciones considerables y terminan colapsando ocasionando daños mortales y económicos. Planteando como alternativa de solución la implementación de sistemas que sean capaces de separar a la estructura de los movimientos telúricos de la tierra. El Perú es un país de alta sismicidad debido a que forma parte del Cinturón de Fuego del Pacífico, este está situado en una región sudamericana donde el planeta libera más del 85% de energía alojada en su interior causado por los procesos de convección del manto.¹

Al ser un país altamente sísmico requiere estructuras que soporten estos esfuerzos principalmente en edificaciones esenciales o de categoría A, en donde el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) especifica que su función no debe interrumpirse una vez ocurrido un sismo. Así es como en el Perú se aplica esta tecnología diseñando el primer edificio antisísmico en el año 2012 en la Universidad Nacional de Ingeniería e implementándolo posteriormente en diversas edificaciones del país.²

Actualmente la ciudad de Lima cuenta con más de 40 años sin terremotos. Sin embargo, estos son fenómenos que pueden ocurrir de manera aleatoria por lo cual es necesario prevenirlos, teniendo en cuenta que en diversos distritos de la capital el riesgo sísmico es mayor debido al tipo de suelo que poseen. Debido a esto para

¹ (TAVERA, 2020)

² (MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021)

que las edificaciones de gran envergadura no sufran un colapso o daños directos a la estructura a causa de estos fenómenos naturales es necesaria la implementación de sistemas antisísmicos. Cabe destacar que en la actualidad debido a los problemas ya mencionados existen edificaciones como universidades u hospitales que han implementado esta tecnología tales como la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas ubicada en Chorrillos, la Universidad de Ingeniería y Tecnología ubicada en el distrito de Barranco, el edificio multifamiliar Atlantik Ocean Tower ubicado en San Miguel, entre otros.

Debido a ello se plantea el siguiente problema de investigación: ¿Cómo afecta al desempeño sísmico de una edificación multifamiliar la implementación de aisladores sísmicos basales, Lima 2021? De esta manera plantean los siguientes problemas específicos. a) ¿Cómo determinar las derivas de entre piso de la estructura de un edificio multifamiliar con la implementación de aisladores basales, Lima 2021? b) ¿De qué manera determinar los periodos de vibración de un edificio multifamiliar con la implementación de aisladores basales, Lima 2021? c) ¿Cuáles son las aceleraciones de un edificio multifamiliar con la implementación de aisladores basales, Lima 2021?

La presente investigación se justificó teóricamente debido a la alta sismicidad que se presenta en diversas partes del Perú y el mundo, y que afectan severamente el desempeño de las estructuras. Implementando así la tecnología de los aisladores elastoméricos basales para lograr separar a la edificación de estos fenómenos sísmicos. La presente investigación se justificó metodológicamente ya que a través de análisis presentes en la norma E-030 de diseño sismorresistente junto con la norma E-031 de aislamiento sísmico y modelamiento estructural de una edificación multifamiliar en el programa ETABS se busca analizar la vulnerabilidad sísmica que presenta. La presente investigación se justificó de manera práctica ya que al analizar el desempeño sísmico de la edificación con y sin aisladores sísmicos se logrará evaluar si se presentan beneficios estructurales y si se deben implementar en este tipo de edificaciones. La presente investigación se justificó de manera social debido a que el diseño antisísmico establecido por la norma E-030 junto al uso de dispositivos de disipación sísmica como son los aisladores basales que permiten

mejorar el desempeño estructural de una edificación y evitan colapsos, reduciendo así los índices de desastre ocasionados por los sismos y brindan una mayor calidad de vida a las personas que habitan dichas edificaciones.

Conforme a la información proporcionada, se plantea el siguiente objetivo general: Evaluar el desempeño sísmico de una edificación multifamiliar implementando aisladores sísmicos basales, Lima 2021. Así mismo, se plantean los siguientes objetivos específicos. a) Determinar las derivas de entrepiso de la estructura de un edificio multifamiliar con la implementación de aisladores basales, Lima 2021. b) Determinar los periodos de vibración de un edificio multifamiliar con la implementación de aisladores basales, Lima 2021. c) Determinar las aceleraciones de un edificio multifamiliar con la implementación de aisladores basales, Lima 2021.

De acuerdo a lo mencionado se plantea la siguiente hipótesis general: El desempeño sísmico de una edificación multifamiliar mejorará implementando aisladores sísmicos basales, Lima 2021. Así mismo, se plantean los siguientes objetivos específicos. a) Las derivas de entrepiso de la estructura de un edificio multifamiliar disminuirán con la implementación de aisladores basales, Lima 2021. b) Los periodos de vibración de un edificio multifamiliar aumentarán con la implementación de aisladores basales, Lima 2021. c) Las aceleraciones de un edificio multifamiliar disminuirán con la implementación de aisladores basales, Lima 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Janampa (2018) tuvo como objetivo evaluar el comportamiento dinámico de edificios aislados y los procesos elásticos e inelásticos para su análisis y diseño, desarrollando de esta forma un ejemplo de aplicación. Su metodología consistió en estudiar de qué manera se desempeñan dinámicamente los edificios aislados y evaluar el comportamiento de los dispositivos de aislamiento, en donde se brindó un mayor énfasis a los aisladores HDR de acuerdo a la exigencia de diseño presentes en los códigos internacionales y locales, para proponer su diseño del edificio a estudiar con la implementación de aisladores. Como resultados se encontró aumento en el periodo con respecto a la edificación fija, así mismo se reducen las derivas o desplazamientos del entre piso de la edificación con aislamiento sísmico con respecto a la convencional la cual tiene un valor de 0.0029 representado en su tabla 7.13 y que estaría dentro de lo establecido en la norma E 0.31 de Aislamiento sísmico, de este modo también se calcularon las aceleraciones, las cuales redujeron de forma notable con la implementación de los aisladores sísmicos. Concluyendo así que, de acuerdo a lo establecido en los resultados alcanzados por las evaluaciones de la estructura frente a sismos de subducción, el uso de aisladores de alto amortiguamiento aumentó la rigidez efectiva y amortiguamiento efectivo en un 4% y 46% respectivamente del modelo equivalente inicial.³

Leyton (2017) tuvo como objetivo identificar la viabilidad técnica – económica del aislamiento sísmico de un edificio de concreto armado en específico. Teniendo como metodología el uso de un proyecto construido para rediseñarlo con aisladores y de este modo, cotizarlo. Se tuvo como resultado que se aumentó 6.1% en el costo directo al implementar aisladores, entonces se asume que el presupuesto de obra se verá afectado también de acuerdo este porcentaje. Concluyendo que la propuesta de sistema de aislamiento con aisladores sísmicos es ideal para proyectos de gran envergadura como hospitales, aeropuertos, bibliotecas, entre otros, considerando los requerimientos técnico y costos.⁴

³ (JANAMPA, 2018)

⁴ (LEYTON, 2017)

Larco (2015) planteó como objetivo realizar un análisis sísmico a estructuras que cuenten con aisladores elastoméricos presentes en la superestructura y la subestructura, así mismo el diseño completo de estos elementos. Su metodología consistió en reunir información de distintas fuentes bibliográficas que se relacionan con el tema, el procesamiento de esta información, el diseño del sistema de aisladores sísmicos y todos sus elementos y la redacción del proyecto. De acuerdo a los resultados se observó que los desplazamientos en la estructura sin aislar son el doble a los de la estructura aislada, tanto con sismo de diseño y sismo máximo considerado. Teniendo como conclusión que la deriva de piso analizada sin aisladores sísmicos sobrepasa de manera mínima el límite máximo permitido por la norma ecuatoriana de construcción 2014 de 2%, lo que indica que se deberían aumentar las dimensiones de los elementos estructurales o incorporar aisladores sísmicos en el diseño, ya que sin la implementación de estos se espera daño en la estructura.⁵

Pérez y Vásquez (2016) tuvieron a manera de objetivo diseñar para un edificio de oficinas de 10 pisos de pórticos inflexibles de concreto reforzado situado en la localidad de Managua, un sistema de aislación sísmica. Para la metodología primero determinaron el tipo de aislación a utilizar y el número de aisladores a colocar en la base, luego definieron la carga W del sistema, obtuvieron el periodo natural de la estructura de base fija y determinaron los parámetros de sismicidad. En los resultados se observó que la conducta de la estructura ya apartada de los efectos sísmicos con aisladores LRB se comporta de manera normal, también se alargó el periodo lejos de la meseta de aceleraciones del espectro. Teniendo como conclusión que de los aisladores diseñados (LRB y FPS) los LRB fueron seleccionados como aislación sísmica definitiva ya que presenta mejores reducciones de fuerzas cortantes (92%) y aceleraciones (92%).⁶

Macías y Suárez (2015) tuvieron como objetivo realizar un diseño sismo-resistente con aisladores de base elastoméricos un edificio de 6 pisos. La metodología que se usó en este estudio fue de tipo analítica, deductiva e inductiva, descriptiva,

⁵ (LARCO, 2015)

⁶ (PÉREZ, y otros, 2016)

comparativa y evaluativa de una edificación de departamentos de seis pisos estudiado con y sin aisladores basales. Para los resultados se contrastaron los diseños modelados, tomando como base el modelo de la estructura tradicional para todos los casos. Concluyendo que, de los análisis de la edificación habitual y aislada, la estructura con aislación mixta compuesta presentó beneficios, debido a que se logró reducir los esfuerzos resultantes de los elementos estructurales.⁷

Calle (2019) tuvo como objetivo analizar las diferencias existentes entre el comportamiento de una estructura sujeta al suelo y esta misma edificación, pero con la implementación de un sistema de aislamiento sísmico, así como también dar a conocer las ventajas y beneficios de este sistema de aislamiento sísmico en los edificios, para promover su uso en edificaciones de gran envergadura. En su metodología primero se realizó un estudio teórico sobre la aislación sísmica desde sus orígenes hasta la actualidad, en segundo lugar, buscó definiciones, bases, y lo más relevante sobre el concepto académico y práctico de la aislación sísmica, en tercer lugar, se brindó la descripción arquitectónica y estructural de una edificación en específico, en cuarto lugar, luego de conocer mejor las características arquitectónicas y estructurales del edificio se buscó encontrar el mejor tipo de aislador sísmico para la estructura hablando con profundidad acerca de los tipos de aisladores existentes, y como quinto paso se comparó el comportamiento estructural de ambos edificios de acuerdo a los criterios establecidos anteriormente. En los resultados se presentó que el edificio aislado presentó un aumento en los periodos de vibración respecto a la estructura en base fija. Concluyendo que el buen uso de un sistema de protección sísmica, ayuda a minimizar gran parte de los daños que una estructura de base fija pueda presentar ante un sismo de gran magnitud.⁸

Bravo (2016) se planteó como objetivo determinar hasta que altura y esbeltez de edificaciones estructuradas en base a pórticos de acero es factible implementar aislamiento basal, logrando beneficios en los desplazamientos, aceleraciones absolutas y corte basal. Como metodología para cumplir con lo establecido en los

⁷ (MACÍAS, y otros, 2015)

⁸ (CALLE, 2019)

objetivos se trabajó con tres tipos de edificios de distinta altura y trabajando con dos periodos de aislación para la implementación de aislamiento sísmico de la estructura de estos. Para los resultados se presentaron el análisis modal espectral, tiempo historia y análisis de los esfuerzos internos del marco de acero, también se evaluó el diseño de los aisladores basales. Teniendo como conclusión que diseñar aisladores elastoméricos para edificios muy altos se vuelve demasiado dificultoso desde el punto de vista constructivo. Sin embargo, logra cumplir con las funciones establecidas.⁹

Silva (2019) teve como objetivo avaliar o comportamento sísmico de sistemas isolados em edifícios de concreto armado em comparação com estruturas projetadas com base fixa. Como metodologia, foi inicialmente apresentada uma breve descrição dos conceitos fundamentais da análise dinâmica com um e vários graus de liberdade, em seguida os parâmetros são avaliados para determinar as cargas sísmicas e os requisitos que a estrutura deve atender. Da mesma forma, foram apresentados todos os métodos de análise sísmica disponíveis, dando maior ênfase ao utilizado nesta pesquisa. Em seguida, alguns sistemas básicos de isolamento foram apresentados e suas vantagens e desvantagens foram discutidas. Os resultados demonstraram a superioridade do desempenho das estruturas isoladas, que conseguiram reduzir as acelerações absorvidas, produzindo menos tensões na estrutura, bem como a variação dos deslocamentos relativos, sem comprometer o cumprimento dos demais critérios. Concluindo que a comparação desses modelos estruturais permitiu compreender as diferenças, dificuldades e melhorias de um método em relação ao outro.¹⁰

Han (2017) proposed as an objective to evaluate the performance of different types of basal isolation systems for the seismic protection of reinforced concrete buildings. Its methodology was to first review the literature and general description of the existing base isolation systems available, then select from prototype building, as a third place, carry out a structural modeling of the prototype building, inelastic dynamic analysis, then carry out this analysis of the selected building with three

⁹ (BRAVO, 2016)

¹⁰ (SILVA, 2019)

different types of basal insulation system, to finally compare the performance of the building with and without the three types of insulation considered. Resulting in the level of improvement achieved in the seismic response for each system, showing that the rubber isolators together with the friction pendulum insulators produce better drift control, reducing the horizontal displacements of the base and without harming the floor accelerations. Concluding that the insulation systems applied to the building subjected to the 2013 Lushan earthquake with a magnitude of 6.6 showed excellent behavior of the superstructure, with some damage to the insulators and greater lateral movements than expected in the insulation level of the building base.¹¹

Özdemir (2016) raised the main objective of evaluating the efficiency of seismic isolation for constructions with different structural systems, that is, dual systems and frame systems at the moment, these buildings also have different number of floors. As a methodology to evaluate the variations in the drift relationship between floors and the floor accelerations in the different structural systems, the analysis procedures of the linear elastic response spectrum were followed. Taking as results of the analyzes carried out for both types of structural systems, through the application of the seismic isolation design method, the efficiency of reducing the drift between floors and the decrease in the acceleration of floors as they increase. Concluding that linear elastic analysis procedures can underestimate both the response to drift between floors and the acceleration of the floor.¹²

Aguilar, Mejia, Navia y Morales (2017) tuvieron como objetivo analizar sistemas de construcción o bloques estructurales con aisladores sísmicos en la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE. Fue un estudio de tipo aplicada y experimental. La muestra para este estudio es la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, los instrumentos para la recolección de datos fueron los análisis con junta y sin junta de construcción empleados en los bloques. Los principales resultados al evaluar los bloques estructurales 1 y 2 con junta de construcción en relación al periodo de vibración de cada bloque fueron de 3.62 s en el bloque 1 y 3.58 s en el bloque 2.

¹¹ (HAN, 2017)

¹² (ÖZMEDIR, 2016)

Así mismo para el sismo DBE establecido en el análisis se observó que el sistema de aislación en el bloque 1 se desplaza 32.58 cm. y en el bloque 2 31.72 cm. Luego en la evaluación sin junta de construcción se observó que el periodo fundamental es de 4.57 s., y el sistema de aislación presenta un desplazamiento de 35.11 cm. En donde se concluyó que de acuerdo a la manera en la que está construida la edificación se deberá tener precauciones en la construcción de gradas y del ascensor para que estos elementos se desplacen adecuadamente con el sistema de aislación y para evitar tomar alguna medida de prevención especial en la construcción del ascensor se debieron construir los bloques sin junta de construcción y colocar los aisladores de tal manera que la estructura del elevador se encuentre sobre la losa de aislación.¹³

Aguilar, Guaygua, Caiza, Morales y Marcial (2015) tuvieron como objetivo realizar un diseño que presenta aisladores sísmicos en algunos bloques estructurales de la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, para comparar los resultados obtenidos en el bloque estructural 1 sin aisladores correspondiente al diseño original. El artículo fue un estudio e tipo aplicada y experimental. La población serían los bloques estructurales y la muestra el bloque estructural 1. Se tuvieron como principales resultados que hay un aumento significativo de los desplazamientos laterales y las derivas de entre piso en las estructuras sin aisladores con respecto a la estructura aislada. Se concluyó que existe una mejora considerable en el comportamiento sísmico de una estructura en la cual han sido implementados los aisladores sísmicos. En donde si bien es cierto se incrementa el costo en la edificación, el hecho de reducir las derivas de piso garantiza un mayor desempeño del proyecto y por lo tanto se mejora la seguridad en la construcción.¹⁴

En la presente investigación están presentes las siguientes teorías:

Para tener un concepto adecuado de los sismos el Manual de Sismos indica que los sismos son movimientos que se originan por la liberación de energía en un punto de ruptura al interior de la Tierra. En el momento que se produce un sismo se libera

¹³ (Sistemas constructivos en estructuras con aisladores sísmicos, 2017)

¹⁴ (Implementación de aisladores sísmicos en bloque estructural 1 del nuevo centro de investigaciones científicas de la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, 2015)

energía en forma de ondas que se van propagando al interior de la Tierra, viajando hacia diversas direcciones antes de su llegada a la superficie. Estos presentan parámetros tales como hipocentro, que es el lugar dentro de la Tierra en donde inicia la ruptura; hora de origen, se refiere a la hora en la que da inicio la ruptura; epicentro, es el punto en la superficie terrestre que representa la proyección vertical del hipocentro y la magnitud, que representa a la energía liberada en el hipocentro. Así mismo, estos fenómenos tienen un gran impacto socioeconómico y ambiental alrededor del mundo y Perú no es la excepción ya que nuestro país se encuentra dentro del Cinturón de fuego del Pacífico, considerándose un país de alta sismicidad.¹⁵

En la teoría de la ingeniería sismorresistente y el desempeño sísmico en edificaciones el principal problema es la peligrosidad sísmica que ocasionan los terremotos en el terreno de la zona de edificación. Así mismo, al momento del diseño y evaluación de los materiales se debe analizar el comportamiento de las estructuras ante estos fenómenos sísmicos, preparándolas para su llegada y proporcionando seguridad a las personas que residen en estas edificaciones.

Por ello, se indica que cuando se evalúa la conducta de las edificaciones frente a un fenómeno sísmico, en la cual se ha tomado en cuenta las normativas de diseño sismorresistente, la construcción ha sido revisada adecuadamente y el sismo de diseño establecido como la amenaza sísmica real del sector, se puede garantizar que los daños que presente la estructura serán mucho menores que en las de una edificación en la cual no se ha cumplido con la exigencia mínima indispensable para la ejecución de la obra de construcción.¹⁶

Para ello el Perú cuenta con la Norma E-030 de Diseño sismorresistente la cual está encargada de brindar las especificaciones necesarias para diseñar o reforzar estructuras evitando este tipo de dificultades. La norma E-030 presenta procedimientos de análisis sísmicos que evalúan las solicitaciones sísmicas de los elementos de una edificación. En el análisis se considera que, para estructuras

¹⁵ (CENEPRED, 2017)

¹⁶ (BLANCO, 2012)

regulares, la energía sísmica actúa de forma independiente en dos direcciones ortogonales predominantes. Sin embargo, en estructuras irregulares el movimiento sísmico acontece en el sentido que resulte más perjudicial para el diseño. Así mismo, se puede considerar que la acción sísmica vertical actúa en los elementos al mismo tiempo que la fuerza sísmica horizontal y en el sentido más adverso para el análisis.¹⁷

De este modo, la norma E-030 indica también la estimación de peso de las edificaciones según su categoría. En los inmuebles de las clases A y B, se emplea el 50% de la carga viva; en construcciones de clase C, el 25% de este mismo tipo de carga; en depósitos, el 80% de todo lo que puede almacenar; en azoteas y techos el 25% de la carga viva y en estructuras de taques, silos o similares se toma como carga el 100% de su capacidad.¹⁸

Para el análisis sísmico la norma considera los siguientes procedimientos:

El análisis estático o de fuerzas estáticas equivalentes es un procedimiento que interpreta las solicitaciones sísmicas de acuerdo a un grupo de fuerzas actuando en el centro de masa presentes en cada piso del inmueble. Las edificaciones regulares o irregulares que estén ubicadas en la zona sísmica 1 pueden ser evaluadas por este método de análisis. No obstante, para los demás sectores sísmicos este método puede ser utilizado en estructuras denominadas regulares y que no cuenten con una altura mayor a 30m, y para los sistemas estructurales de muros portantes de concreto armado y albañilería armada o confinada que no superen los 15 m de altura, incluyendo estructuras irregulares.¹⁹

El análisis dinámico modal espectral es un conjunto de evaluaciones dinámicas que permite diseñar la estructura de acuerdo a lo especificado en la norma, como son los modos de vibración que se determinan a través de un método de evaluación que examine de manera apropiada la rigidez y distribución de las masas. Cabe resaltar que en cada dirección se consideran los modos de vibración en donde la

¹⁷ (E.030: Diseño Sismorresistente, 2019)

¹⁸ (E.030: Diseño Sismorresistente, 2019)

¹⁹ (E.030: Diseño Sismorresistente, 2019)

suma de sus masas efectivas sea como mínimo el 90% de la masa general, tomándose en consideración al menos los tres primeros modos más importantes en la dirección de análisis. También se considera la aceleración espectral que para las direcciones horizontales evaluadas se usa un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones, el cual se define por la siguiente formula:

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

Y para el análisis en la dirección vertical se pueden usar espectros equivalentes a los 2/3 del espectro utilizado en las direcciones horizontales, considerando los valores de C o factor de amplificación sísmica de acuerdo a lo especificado en el artículo 14 de la norma E-030 de diseño sismorresistente, exceptuando zonas con periodos muy cortos con $T < 0,2T_p$ en donde se considera:

$$C = 1 + 7,5 \left(\frac{T}{T_p} \right)$$

Se tienen en cuenta también los criterios de combinación en donde se puede obtener la respuesta máxima elástica esperada (r) para las fuerzas internas en los elementos que componen la estructura y para los parámetros generales del edificio como la fuerza cortante en la base, fuerza cortante de entrepiso, desplazamientos totales y determinados de entrepiso y momentos de volteo. Esta respuesta máxima está determinada por el efecto total de los modos de vibración empleados (r1) y se establece mediante la combinación cuadrática completa de los valores para cada modo.²⁰

$$r = \sqrt{\sum \sum r_i p_{ij} r_j}$$

r, Respuestas modales

Los coeficientes de correlación se establecen de la siguiente manera:

$$p_{ij} = \frac{8\beta^2(1+\lambda)\lambda^{3/2}}{(1-\lambda^2)^2 + 4\beta^2\lambda(1+\lambda)^2} \quad \lambda = \frac{\omega_j}{\omega_i}$$

²⁰ (E.030: Diseño Sismorresistente, 2019)

β , fracción del amortiguamiento crítico, se puede suponer 0,005 para todos los modos.

ω_i, ω_j son frecuencias angulares de los modos i, j .

Así mismo, de forma alternativa la respuesta máxima se puede representar mediante:

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

Para el análisis de fuerza cortante mínima en cada una de las direcciones, esta evaluación en el primer entrepiso de la edificación no debe ser menos al 80% para las estructuras regulares, ni menos que el 90% para irregulares. Y finalmente la excentricidad accidental es perpendicular a la dirección del sismo a 0,05 veces la dimensión del edificio en el sentido perpendicular a la dirección de análisis. Considerando en cada caso el signo más contraproducente.²¹

El análisis tiempo historia es un tipo de análisis adicional a los ya mencionados análisis estático o de fuerzas estáticas equivalentes o análisis dinámico modal espectral mediante el cual a través de un modelo matemático de la estructura considerando la fuerza y el desplazamiento de los elementos, determina como actuará frente a un grupo de aceleraciones del terreno. Para este tipo de análisis es recomendable el uso de tres grupos de registros de aceleraciones del terreno como mínimo. Los grupos consisten en un par de elementos de aceleración horizontal, escogidas de eventos individuales. Así mismo, los datos de las aceleraciones deben ser consistentes con el máximo sismo considerado y se pueden simular registros en caso no se cuente con el número total requerido. De igual modo, se procede a construir un espectro de pseudo aceleraciones por cada par de elementos horizontales de vibración del suelo, en donde se toma la raíz cuadrada de la sumatoria al cuadrado (SRSS) de los valores espectrales que resultaron para cada componente de manera individual, utilizando un 5% de amortiguamiento. En el análisis también se indica que los componentes deben estar

²¹ (E.030: Diseño Sismorresistente, 2019)

escalados por un mismo factor, de tal modo que dentro de los periodos $0.2T$ y $1.5T$ (en donde T es el periodo fundamental) el promedio de los valores espectrales calculados para el conjunto de registros no sea menor que la ordenada respectiva del espectro de diseño.²²

Cabe resaltar que para los registros simulados los valores de C se considerarán de acuerdo al artículo 14 de la norma E.030

$$T < T_p \quad C = 2.5$$

$$T < T < T_p \quad C = 2,5 * \left(\frac{T}{T_p}\right)$$

$$T > T_L \quad C = 2,5 * \left(\frac{T_p * T_L}{T^2}\right)$$

Los de periodos muy cortos serán calculados mediante la siguiente formula:

$$T < 0,2T_p \quad C = 1 + 7,5 * \left(\frac{T}{T_p}\right)$$

Para los resultados del análisis si se han utilizado al menos siete conjuntos de registros de la vibración del suelo, las deformaciones en los elementos, las derivas de entrepiso y las fuerzas de diseño se calcula de acuerdo al promedio de los resultados máximos extraídos de los diferentes análisis. También se debe tener en cuenta que las derivas no deben exceder de 1.25 veces de los valores presentados en la siguiente tabla.²³

Tabla 1. Límites para la deriva de entrepiso

Material Predominante	$(\Delta i/h_{ei})$
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

Fuente: Norma E.030 Diseño Sismorresistente.

²² (E.030: Diseño Sismorresistente, 2019)

²³ (E.030: Diseño Sismorresistente, 2019)

Se entiende como derivas o al desplazamiento referente al entrepiso al valor de los movimientos laterales de un nivel de la edificación con respecto al continuo inferior. Estos desplazamientos representan un peligro para la seguridad en la edificación debido a que pueden generar daños considerables para los elementos no estructurales. No obstante, si las derivas son muy altas pueden generar riesgo de colapso parcial o completo de la edificación.²⁴

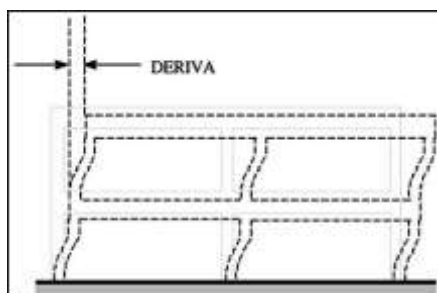


Figura 1: Deriva de entrepiso

Se conoce como periodo fundamental de vibración de una edificación al tiempo que un sistema toma para hacer una oscilación completa. Así mismo la reacción dinámica que presenta una edificación al momento de un sismo se basa en la relación entre el periodo de las ondas sísmicas y el periodo de vibración específico de la edificación. Además, es necesario conocer el valor del periodo para evaluar cuál será su respuesta ante los movimientos vibratorios que se puedan presentar en la zona.²⁵

La aceleración de piso es un cálculo relevante en la evaluación sísmica de las edificaciones debido a que permite determinar impactos inerciales del sismo que origina desplazamiento, volteo y caída de los elementos no estructurales ante la llegada de un fenómeno sísmico.²⁶

El principio de sistema de aislamiento sísmico se establece debido a la necesidad de los ingenieros civiles de elaborar nuevas tecnologías capaces de reducir la

²⁴ (Organización Panamericana de la Salud, 2004)

²⁵ (Revista de Arquitectura e Ingeniería, 2014)

²⁶ (Aceleraciones de piso para diseño de elementos no estructurales y estructurales que no hacen parte del sistema de resistencia sísmica en edificios, 2018)

energía sísmica que se transmite como movimiento vibratorio desde el terreno de fundación hasta el resto de la estructura y que sea factible desde el punto de vista económico. También cabe resaltar que para edificaciones de gran importancia se requiere un mayor incremento en la demanda sísmica de diseño con el fin que los daños estructurales no repercutan a la suspensión temporal del servicio que brindan este tipo de edificaciones. Por tal motivo en Perú se desarrolló la norma E-031 de aislamiento sísmico que manifiesta los criterios mínimos para el diseño y levantamiento de edificaciones con cualquier tipo de sistema de aislamiento sísmico.²⁷

Los aisladores elastoméricos son dispositivos que consisten en separar horizontalmente a la estructura de una edificación del suelo. Estos instrumentos son un conjunto de componentes estructurales que incluyen a todos los aisladores, sus enlaces y a los demás componentes estructurales que se encargan de transmitir fuerza entre el dispositivo de aislación, la superestructura y la subestructura. Estos dispositivos están compuestos por un conjunto de láminas planas de elastómeros que son vulcanizadas a capas de acero, pueden presentarse de forma circular o cuadrada. Así mismo, deben contar con flexibilidad lateral de tal manera que se pueda permitir el desplazamiento horizontal y rígidos en el vertical para amortiguar las sollicitaciones sísmicas. Cabe resaltar que esta rigidez es comparable a la de una columna de concreto armado. Las clases más importantes de aisladores son los de caucho de bajo amortiguamiento (LDRB, Low – Dampung Ruber Bearing), los aisladores de núcleo de plomo (LRB, Lead – plug Rubber Bearing), los aisladores de alto amortiguamiento (HDRB, High – Damping Rubber Bearing). Estos dispositivos de aislamiento sísmico permiten a la edificación mantenerse operativa luego de un fenómeno sísmico. De esta manera se reducen también las aceleraciones permitiendo que no se ocasionen daños en los elementos no estructurales al igual que en elementos u objetos dentro de la edificación.²⁸

²⁷ (GENATIOS, y otros, 2016)

²⁸ (CORPORACIÓN de Desarrollo Tecnológico – Cámara Chilena de la Construcción, 2011)

Las propiedades mecánicas de los aisladores basales están regidas por el caucho que las compone ya que este actúa como resorte. Cabe resaltar que el caucho que presentan estos dispositivos es reforzado con cuñas de acero lo cual le brinda rigidez vertical, de este modo estas características permiten también que el dispositivo se mueva de manera lateral a pesar de llevar carga axial significativa, es decir, pudiendo soportar estructuras de gran masa y volumen sin mucha dificultad. Es preciso destacar que las propiedades varían según el diseño y la aplicación que se les otorgará a los aisladores basales.²⁹

La disipación de energía es una acción que se logra gracias a la participación de dispositivos de aislamiento especiales en una estructura, con el fin de reducir deformaciones y esfuerzos en ella. En donde se puede inferir que estos dispositivos cambian la propiedad dinámica de amortiguamiento en las estructuras de las edificaciones de tal modo que absorben las vibraciones provocadas por los movimientos de la tierra. Esta disipación de energía se realiza mediante el comportamiento plástico de metales dúctiles, la fricción seca entre superficies en contacto bajo presión, la extrusión del plomo, etc.³⁰

Dentro de los tipos de aisladores elastoméricos están presentes los de goma de bajo amortiguamiento (LDRB) o también llamados de caucho natural. Estos son los más simples dentro del grupo de los elastoméricos. En un inicio fueron usados sin refuerzos ni paca de conexión; no obstante, luego se le reforzó con láminas de acero con capas de caucho para aumentar su rigidez vertical. Estos son fabricados intercalando capas de caucho y acero en un molde aplicando presión a una temperatura de 140°C por un tiempo aproximado de seis horas. En este periodo las capas de caucho se vulcanizan permitiendo al dispositivo adquirir su propiedad elástica. Así mismo, se colocan dos placas gruesas de acero encima de la mezcla de capas de acero y caucho con el fin de soportar la columna de la superestructura y debajo para conectarse con la subestructura. El amortiguamiento en este tipo de aisladores está entre el 5% y 10% por lo cual es necesario muchas veces el acompañamiento de sistemas de amortiguadores adicionales. Este tipo de

²⁹ (Aislamiento sísmico para edificaciones y puentes, 2007 pág. 7)

³⁰ (SIGWEB, 2015)

aisladores cuentan con la facilidad de no ser tan complicados para su fabricación, sin embargo, su bajo amortiguamiento los obliga a requerir el acompañamiento de otro tipo de disipación de energía para su uso.³¹



Figura 2. Aislador elastomérico de bajo amortiguamiento (LDRB)

Fuente: Cámara Chilena de la Construcción

Así mismo, en este grupo están presentes los aisladores LRB o de caucho con núcleo de plomo son dispositivos elastoméricos similares a los LDRB con la diferencia de que cuentan con un núcleo de plomo situado en el centro del aislador, con el fin de proporcionar al dispositivo mayor amortiguamiento que va del 25% al 30%. Al momento de un movimiento sísmico el aislador se altera lateralmente permitiendo que de esta manera el núcleo de plomo fluya, disipando energía en forma de calor. Una vez culminado el fenómeno sísmico la goma que conforma al aislador retorna a su posición original, de tal forma que el dispositivo vuelve a estar listo para un nuevo acontecimiento sísmico. Este tipo de aisladores presentan diversos beneficios tales como su capacidad de amortiguamiento y estabilidad.³²

³¹ (KORSWAGEN, y otros, 2012 pág. 7)

³² (Corporación de Desarrollo Tecnológico - Cámara Chilena de la Construcción, 2014)



Figura 3. Aislador elastomérico con núcleo de plomo (LRB)

Fuente: Cámara Chilena de la Construcción

En este grupo de aisladores elastoméricos se presentan también los de alto amortiguamiento (HDRB) o de neopreno zunchado diseñado junto con láminas delgadas de acero dentro de un bloque cúbico de cilindro de neopreno. Una de sus principales propiedades es su rigidez vertical conservando su flexibilidad lateral. Se diferencian con los LDRB debido a su compuesto de caucho especial dado por la complementación de carbono extra fino, aceite negro, o resinas lo cual permite aumentar considerablemente la capacidad de amortiguamiento del dispositivo que varían entre 10% y 20%. Para su diseño el espesor de las láminas de caucho varía entre 8 mm y 20 mm, y el grosor de las láminas de acero puede cambiar de entre 2 mm y los 4 mm. Este tipo de dispositivos ha ido cambiando y mejorando a lo largo de los años y pueden aplicarse en diversos tipos de estructuras debido a su diseño que no presenta demasiada complejidad y la protección antisísmica que posee minimizando la transferencia de energía de la Tierra hacia la superestructura, su efectividad ha sido probada en una gran cantidad de terremotos.³³

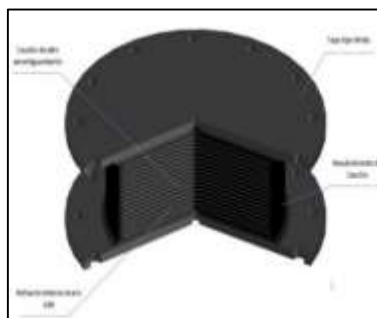


Figura 4. Aislador elastomérico de alto amortiguamiento (HDRB)

Fuente: Cauchos Vikingo

³³ (RICO, y otros, 2012)

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación: De acuerdo a los tipos de investigación, la presente investigación es de carácter aplicada.³⁴

De este modo se entiende así ya que emplea los conocimientos obtenidos en la práctica, con el fin de brindar beneficios a los grupos que participan en esos procesos y en la comunidad en general, asimismo permite obtener nuevos conocimientos que ayudarán a mejorar el tema a investigar.³⁵

Enfoque de investigación: El presente proyecto de investigación es de enfoque cuantitativo en donde se señala que este tipo de enfoque busca seleccionar y estudiar información o datos adquiridos de diversas fuentes, en donde se implicará el uso de instrumentos informáticos, estadísticos, y matemáticos que permitirán obtener los resultados de la investigación.³⁶

Diseño de investigación: La presente investigación presenta un diseño experimental que se define así debido a que se busca manipular las variables de investigación y de esta manera evaluar el efecto que provoca.³⁷

La investigación actual es de carácter cuasi-experimental en donde se dice que este diseño trabaja con un grupo experimental, así mismo, maneja o manipula premeditadamente por lo menos una variable independiente con el fin de verificar su impacto y relación con una o diversas variables dependientes, es decir que se ensaya una de las variables independientes para ver de qué manera afecta a la variable dependiente.³⁸

Nivel de investigación: La presente investigación es de nivel explicativo ya que consiste en encontrar las causas de los acontecimientos a partir de la relación causa-efecto. De esta forma, este nivel de estudio puede abordar el significado de

³⁴ (CONCYTEC, 2018)

³⁵ (VARGAS, 2009)

³⁶ (NEILL, y otros, 2018)

³⁷ (RAMOS, 2021)

³⁸ (HERNÁNDEZ, y otros, 2014)

las causas como de los efectos, a partir de la comprobación de la hipótesis. En donde sus hallazgos y conclusiones componen el mayor nivel de conocimientos.³⁹

3.2 Variables y Operacionalización

Variable: Las variables en la investigación es todo lo que se puede medir, los datos obtenidos, o la información que se alcanza con el fin de resolver el problema de investigación, generalmente se encuentran plasmadas en los objetivos.⁴⁰

En la presente investigación se presentan las siguientes variables de investigación siendo los Aisladores basales la variable independiente y Desempeño sísmico la dependiente.

Operacionalización de la variable: Se refiere a la forma mediante la cual se medirá la variable a partir de la definición conceptual. Aquí se busca conseguir toda la información posible acerca de la variable a estudiar, de tal manera que se capte su sentido y se adapte al contexto. Para ello, se deberá revisar el marco teórico. Cabe resaltar que la operacionalización de las variables está relacionada a los modelos de técnicas o metodologías utilizadas para la recolección de datos y deben estar acorde a los objetivos de la investigación.⁴¹

Variable independiente : Aisladores basales (cuantitativa)

Variable dependiente : Desempeño Sísmico (cuantitativa)

3.3 Población, muestra y muestreo

Población: Se dice que una población es un grupo determinado y accesible, mediante el cual se podrá realizar la selección de la muestra, teniendo que cumplir secuencia determinada de criterios.⁴²

En donde la población para la presente investigación está constituida por las edificaciones de seis niveles construidas hasta la fecha en la urbanización San Agustín ubicada en el distrito de Comas, provincia y departamento de Lima, las

³⁹ (ARIAS, 2012)

⁴⁰ (El protocolo de investigación IV: las variables de estudio, 2016)

⁴¹ (ESPINOZA, 2019)

⁴² (El protocolo de investigación III: La población de estudio, 2016)

cuales son nueve. En donde se tienen como edificios periódicos los que disponen de 6 pisos

Muestra: La muestra se define como una parte o porción del total de la población en la cual se realizará la investigación. Es decir, es la parte que representa a la población.⁴³

Para el presente proyecto de investigación la muestra está compuesta por un edificio multifamiliar el cual está ubicado en el distrito de Comas dentro de la ciudad de Lima, la edificación presenta seis plantas y cuenta con un área de 143.71 m².

Muestreo: En donde se dice que este tipo de muestreo consiste en elegir hechos accesibles que permitan ser incorporados. Es decir, se elige de forma conveniente y de manera factible al tema del investigador.⁴⁴

El presente proyecto de investigación presenta un muestreo no probabilístico por conveniencia.

Unidad de Análisis: La unidad de análisis es el valor más representativo de lo que será un determinado objeto en una investigación y hace referencia a cuál es el objeto de interés en la investigación.⁴⁵

En la presente investigación la unidad de análisis es la edificación en la cual se realizarán los análisis sísmicos respectivos ubicada en la Calle Pumacahua N° 187 en el distrito de Comas en la provincia y departamento de Lima.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica: Se define a esta técnica como el método en el cual el investigador busca unirse con la realidad formando la representación más clara y precisa posible sobre el problema a estudiar. Así mismo, la técnica de observación se basa en relacionarse directamente con el asunto a investigar, también se dice que esta técnica debe pasar inadvertida o es probable que los investigadores modifiquen su conducta normal hacia el problema.⁴⁶

⁴³ (POBLACIÓN MUESTRA Y MUESTREO, 2004)

⁴⁴ (Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio, 2017)

⁴⁵ (MORENO, 2021)

⁴⁶ (DEL CID, y otros, 2011)

Para la actual investigación se presentará como técnica la observación.

Instrumento: Se debe entender como instrumento a cualquier dispositivo, recurso o formato, ya sea digital o en papel, que se utilice para conseguir, examinar o reunir información.⁴⁷

De este modo se tiene como instrumento de proceso de datos el software ETABS el cual será utilizado para el modelamiento y análisis de la edificación a estudiar.

Validez: Se entiende como validez a que los grupos de estados racionales de la investigación presentan variaciones de calidad de un diseño establecido que se puede medir mediante determinadas pruebas lógicas.⁴⁸

Para la validez del proyecto se utilizaron fichas de recolección de datos del instrumento, las cuales fueron aprobadas por tres ingenieros civiles que determinaron su porcentaje de validez.

Confiabilidad: Se conoce como confiabilidad al grado de seguridad o determinación mediante el cual se autoriza la aceptación de los resultados obtenidos por el investigador de acuerdo a los medios utilizados para la ejecución del estudio.⁴⁹

Se determinó la confiabilidad del presente proyecto mediante un informe de resultados que fue evaluado por un profesional de la especialidad que brindó su aprobación.

3.5 Procedimiento

En primer lugar, se visitó el lugar de estudio donde se solicitará al dueño de la vivienda multifamiliar el uso de los planos arquitectónicos y estructurales de la edificación para los respectivos análisis. Para llevar a cabo el proyecto de investigación se procedió a realizar una evaluación de la calidad de concreto, así como de una estimación de la resistencia a la compresión del concreto “in situ” de la edificación mediante el ensayo de laboratorio denominado ensayo de número de

⁴⁷ (ARIAS, 2012)

⁴⁸ (YIN, 2009)

⁴⁹ (BRIONES, 2000)

rebotes del concreto. Realizando una evaluación a los elementos de concreto, presentes en la edificación tal y como lo indica la norma ASTM C 805. En donde se realizan un mínimo de 10 rebotes para al menos 6 puntos en la edificación.



Figura 5. Zona de prueba del elemento de concreto.

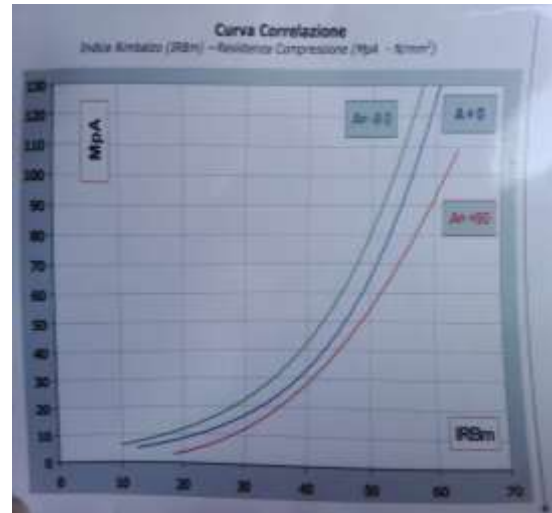


Figura 6. Curva de correlación del esclerómetro

Estimación de la resistencia del concreto

Una vez realizada la prueba en las zonas de estudio se proceden a evaluar los datos de forma estadística mediante los índices de rebote, el promedio y los ábacos del instrumento.

Tabla 2. Promedio estimado de la resistencia del concreto

Elemento	f'c (kg/cm ²) estimado	f'c (kg/cm ²) promedio
E-1	229.5	232.9
E-2	220.32	
E-3	225.42	
E-4	234.6	
E-5	250.92	
E-6	236.64	

Fuente: Elaboración propia

Se presentó un $f'c$ estimado de 232.9 kg/cm² el cual se utilizará para el modelamiento de la edificación en el software ETABS.

Luego se procederá a diseñar cada elemento estructural de la edificación, presente en el plano de estructuras, en el software ETABS para que de esta manera se pueda realizar el modelado del inmueble original o en base fija como se presenta



Figura 7. Modelamiento de la Edificación fija en el suelo.

Para el modelamiento de la edificación aislada se utilizaron aisladores elastoméricos de tipo HDRB o de caucho de alto amortiguamiento los cuales luego de calcular su diámetro, desplazamiento máximo y demás criterios a partir de los requerimientos de la edificación fija en el suelo de acuerdo a la norma E 0.31 de Aislamiento Sísmico fueron diseñados mediante el catálogo TENSA de aisladores sísmicos y presentaron las siguientes propiedades físicas.

Tabla 3. Propiedades físicas de los aisladores elastoméricos HDRB

Propiedades físicas		Dispositivo tipo A	Dispositivo tipo B
TDRI - HDRB	UNIDAD		
CATALOGO TENSA		TDRI-450-NM-150	TDRI-450-NM-150
Diámetro	mm	450	450
Altura total incluyendo chapas	mm	267	231
Tamaño de Chapas	mm	500X500	500X500
Espesor total de goma	mm	150	150
Factor de forma S	---	18.3	18.3
Rigidez Vertical Kv	Kn/mm	693	693
Rigidez Horizontal Efectiva Keff	Kn/mm	0.85	0.85
Desplazamiento diseño (EN 1998)	mm	250	250
Carga de Diseño Horizontal	mm	200	200
Carga Estático Vertical Máxima	Kn	3800	3800
Carga Sísmica Vertical Máxima	Kn	1200	1200

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Propiedades mecánicas de los aisladores elastoméricos HDRB

Propiedades mecánicas		Dispositivo tipo A	Dispositivo tipo B
TDRI - HDRB	UNIDAD		
Rigidez Compuesta del sistema	Kn/mm	12.75	12.75
Energía disipada	Kn.m	38.71234016	38.71234016
Fuerza característica Q	Kn	35.9471214	35.9471214
Primera aproximación de valores de K2	Kn/m	716.4823122	716.4823122
Primera aproximación de valores de rigidez inicial K1	Kn/m	7164.823122	7164.823122
Desplazamiento de fluencia (Iterativo)	m	0.005574631	0.005574631
Fuerza característica Q (conociendo el desplazamiento de fluencia)	Kn	36.70717064	36.70717064
Rigidez post fluencia	Kn/mm	0.713659276	0.713659276
Rigidez inicial del dispositivo K1	Kn/mm	7.301163846	7.301163846
Fuerza de fluencia FY	Kn	40.70129524	40.70129524
Ratio de rigidez		0.098132617	0.098132617
Periodo real del sistema	segundos	1.649902034	1.649902034
Frecuencia real del sistema	rad/seg	3.808217201	3.808217201
Amortiguamiento efectivo de cada aislador	Kn.seg/mm	0.04	0.04

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente se procedió a modelar la edificación agregando los aisladores elastoméricos con sus respectivas propiedades físicas y mecánicas. Así mismo, se procede a añadir los elementos necesarios para la colocación de estos instrumentos como son los capiteles y pedestales donde reposaran los dispositivos de aislación sísmica.



Figura 8. Modelamiento de la edificación aislada.

Después se realizarán los análisis sísmicos establecidos en la norma E 0.30 para el cálculo de las derivas de entrepiso en donde se utilizará el análisis dinámico modal espectral. Así mismo, con el mismo análisis se procederá a calcular el periodo fundamental de vibración de la estructura y los periodos para cada modo de vibración y las aceleraciones en ambos tipos de estructuras.

3.6. Método de análisis de datos

El método de análisis de datos utilizado en la investigación será mediante el software ETABS aplicada en la edificación de base fija convencional, así como en la edificación diseñada con la implementación de aisladores basales, siendo verificados por las normas peruanas E 0.30 de diseño sismorresistente y E 0.31 de aislamiento sísmico que especifican de qué manera deben realizarse estos diseños.

3.7 Aspectos éticos

En la presente investigación se realizaron coordinaciones previas en donde se solicitó en primer lugar los derechos para la utilización del área de estudio. Así mismo se propone a redactar la investigación respetando las capacidades éticas y derechos de autor brindando las referencias de la información recolectada de tesis, libros, revistas y normas utilizadas. De este modo, se brindará la información clara, necesaria y precisa de los problemas propuestos, mediante la utilización del software de modelamiento estructural establecido, todo de acuerdo a la norma ISO 690.

IV. RESULTADOS

Descripción de la zona de estudio

Nombre de la tesis

Evaluación del desempeño sísmico de un edificio multifamiliar implementando aisladores basales, Lima 2021.

Ubicación política

La presente investigación se realizó en una vivienda multifamiliar ubicada en el distrito de Comas, provincia de Lima en el departamento de Lima.



Figura 9. Mapa político del Perú.



Figura 10. Mapa político del departamento de Lima.

Ubicación del proyecto



Figura 11. Mapa de la provincia de Lima.

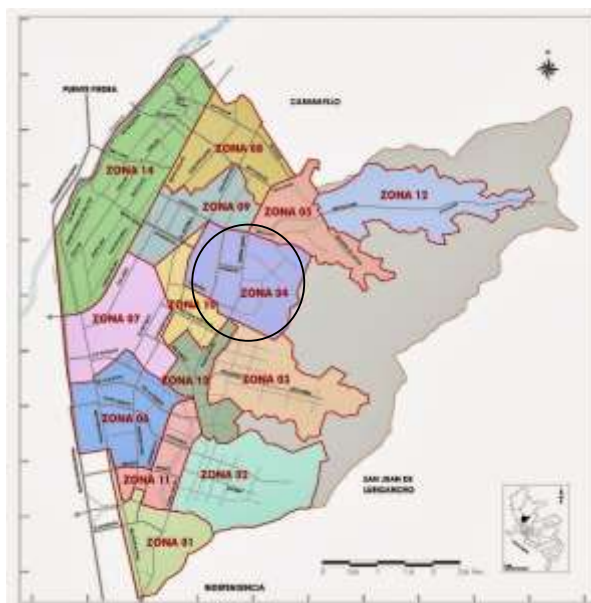


Figura 12. Mapa del distrito de Comas.

Limites

- Norte : Con el distrito de Puente Piedra y Carabayllo.
- Sur : Con el distrito de Independencia.
- Este : Con el distrito de San Juan de Lurigancho.
- Oeste : Con el distrito de Los Olivos.

Ubicación geográfica

El distrito de Comas está representado por las siguientes coordenadas geográficas: Latitud Sur $11^{\circ}56'00''$ y presenta una Longitud Oeste de $77^{\circ}04'00''$, teniendo un área de 48.72 km² aproximadamente con una altitud establecida entre los 150 m.s.n.m. hasta los 811 m.s.n.m. De acuerdo a la INEI hasta el 2017 contaba con una población de 520,450 habitantes.

Clima

El clima general que posee el distrito de Comas es subtropical árido, cálido en verano y templado en invierno. Presenta un ambiente caluroso, húmedo, pero sin lluvias regulares, así mismo no presenta un exceso de calor en el día ni de frío en la noche. Con una temperatura que varía entre los 14.2 °C hasta los 24.5 °C, teniendo como temperatura promedio 22.1 °C durante el año.

Objetivo Específico 1: Determinar las derivas de entrepiso de la estructura de un edificio multifamiliar implementando aisladores basales, Lima 2021.

Análisis dinámico de la edificación fija en el suelo

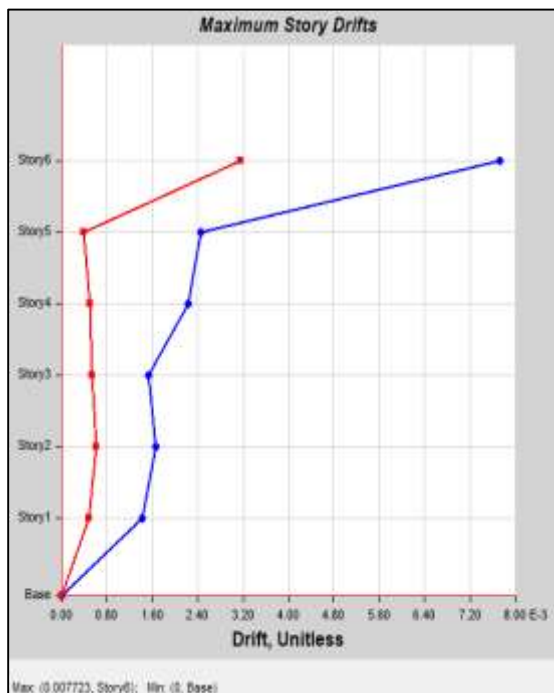


Figura 13. Máximas derivas de entrepiso para el sismo dinámico en la dirección X de la edificación sin aislamiento sísmico.

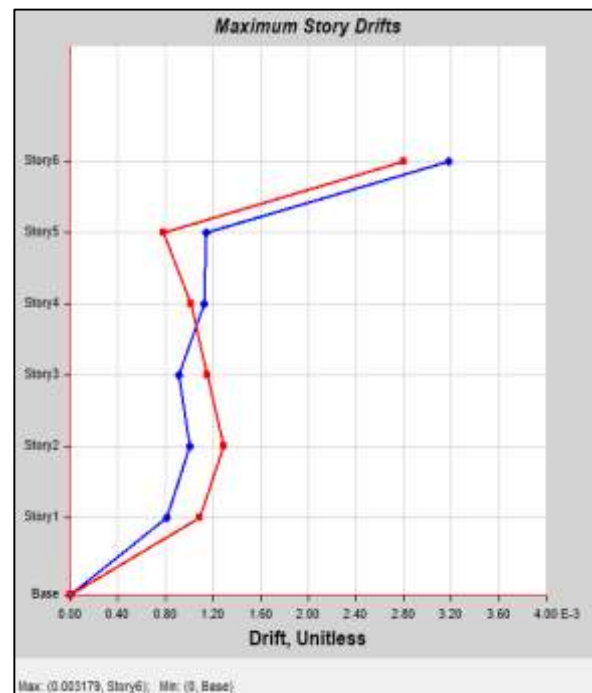


Figura 14. Máximas derivas de entrepiso para el sismo dinámico en la dirección Y de la edificación sin aislamiento sísmico.

Tabla 5. Máximas derivas de entrepiso para el sismo dinámico en la dirección X e Y en cada piso de la edificación sin aislamiento sísmico.

Story	Elevation (m)	Location	SxD (X-Dir)	SxD (Y-Dir)	SyD (X-Dir)	SyD (Y-Dir)
Story6	15.8	Top	0.007723	0.00315	0.003179	0.002804
Story5	13.2	Top	0.002448	0.000383	0.001145	0.000779
Story4	10.6	Top	0.002225	0.0005	0.001128	0.001016
Story3	8	Top	0.001524	0.000535	0.00091	0.001156
Story2	5.4	Top	0.001667	0.000606	0.001003	0.001288
Story1	2.8	Top	0.001415	0.000482	0.000807	0.00109
Base	0	Top	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Análisis dinámico de la edificación con aislamiento sísmico

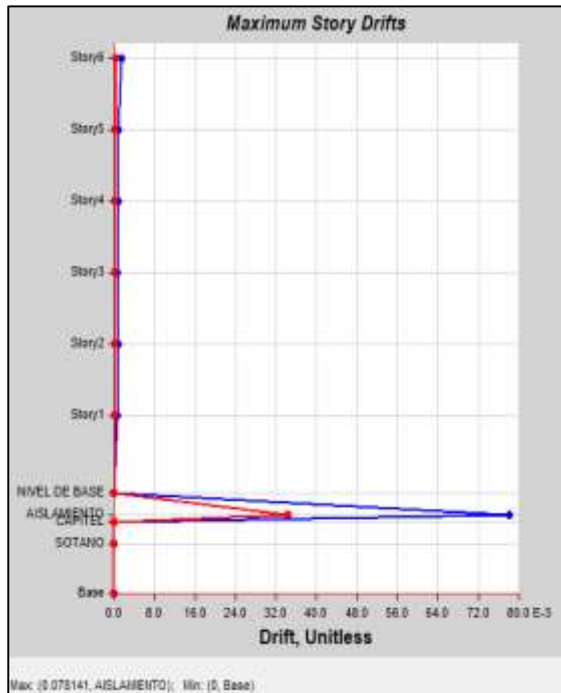


Figura 15. Máximas derivas de entrepiso para el sismo dinámico en la dirección X de la edificación con aislamiento sísmico.

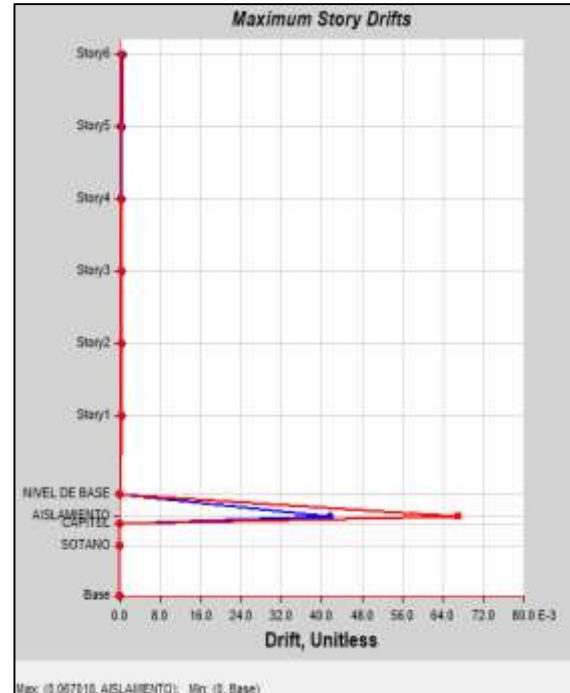


Figura 16. Máximas derivas de entrepiso para el sismo dinámico en la dirección Y de la edificación con aislamiento sísmico.

Tabla 6. Máximas derivas de entrepiso para el sismo dinámico en la dirección X e Y en cada piso de la edificación con aislamiento sísmico.

Story	Elevation (m)	Location	SxD (X-Dir)	SxD (Y-Dir)	SyD (X-Dir)	SyD (Y-Dir)
Story6	19.467	Top	0.001539	0.000414	0.000675	0.000487
Story5	16.867	Top	0.000938	0.00016	0.000397	0.000219
Story4	14.267	Top	0.0009	0.000212	0.00041	0.000312
Story3	11.667	Top	0.000666	0.000236	0.000342	0.000383
Story2	9.067	Top	0.000763	0.000285	0.000401	0.000462
Story1	6.467	Top	0.0007	0.000237	0.000357	0.000416
NIVEL DE BASE	3.667	Top	7.60E-05	3.60E-05	3.70E-05	6.50E-05
AISLAMIENTO	2.867	Top	0.078141	0.034376	0.041483	0.067018
CAPITEL	2.6	Top	3.60E-05	1.40E-05	1.90E-05	2.90E-05
SOTANO	1.8	Top	2.70E-05	1.10E-05	1.40E-05	2.10E-05
Base	0	Top	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Como primer criterio a comparar en las estructuras, son las derivas de entre piso, estas se calculan a partir de la suma de los desplazamientos laterales entre dos niveles continuos en una edificación. Para los cálculos se realizó un análisis dinámico modal espectral con un sismo dinámico en la dirección X e Y respectivamente para la edificación con y sin aislamiento sísmico. Los resultados de las derivas pueden observarse gráficamente en las figuras 13 y 14 para la estructura convencional y 15 y 16 para la estructura aislada. En la tabla 5 se puede observar que en la edificación convencional o empotrada en el suelo se alcanzó una deriva máxima para el sismo dinámico en la dirección X del análisis de 0.007723 en el sexto piso excediendo así lo establecido en la norma E 0.30 de Diseño Sismorresistente en donde indica que la máxima distorsión de entrepiso o máxima deriva no debe exceder de 0.007 (tabla 1). Así mismo, como se observa en las figuras 15 y 16, la edificación con aislamiento sísmico presentó un incremento de las derivas en la zona de aislamiento, esto se da debido a la absorción de energía provocada por el sistema lo cual determina el comportamiento elástico de la edificación. De igual forma, en la tabla 6 se puede visualizar que se obtuvo como máxima deriva en la superestructura 0.001539 en la dirección X del análisis donde se redujo alrededor de un 80% con respecto a la estructura convencional.

Objetivo Específico 2: Determinar los periodos de vibración de un edificio multifamiliar con la implementación de aisladores basales, Lima 2021.

Análisis dinámico de la edificación fija en el suelo y con aislamiento sísmico

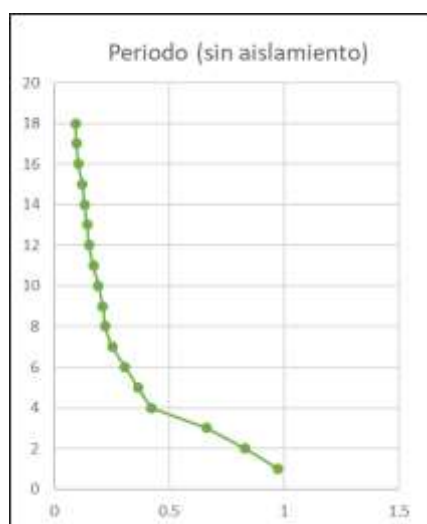


Figura 17. Periodos de vibración para la edificación sin aislamiento sísmico.

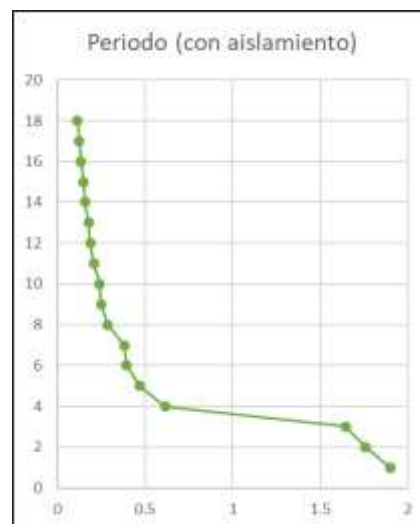


Figura 18. Periodos de vibración para la edificación con aislamiento sísmico.

Tabla 7. Periodos en cada modo de vibración de la edificación con y sin aislamiento sísmico.

Case	Mode	Period (sin aislamiento) sec	Period (con aislamiento) sec
Modal	1	0.972	1.895
Modal	2	0.831	1.755
Modal	3	0.664	1.642
Modal	4	0.422	0.614
Modal	5	0.363	0.47
Modal	6	0.308	0.393
Modal	7	0.252	0.381
Modal	8	0.221	0.288
Modal	9	0.21	0.249
Modal	10	0.192	0.242
Modal	11	0.17	0.209
Modal	12	0.15	0.187
Modal	13	0.142	0.179
Modal	14	0.132	0.158
Modal	15	0.122	0.149
Modal	16	0.104	0.134
Modal	17	0.096	0.125
Modal	18	0.092	0.115

Fuente: Elaboración propia.

Como segundo criterio a comparar en las estructuras, se tienen los periodos de vibración. En primer lugar, se establecen los modos de vibración para la evaluación sísmica en donde la norma E 0.30 de Diseño Sismorresistente indica que para el análisis dinámico modal espectral se deberán tomar como mínimo tres modos de vibración por piso de la edificación. Se evidencia en la tabla 7 que para la edificación sin aislamiento sísmico se presenta un periodo de 0.972 segundos, que incrementa a 1.895 en la edificación aislada, demostrando así mayor flexibilidad de la estructura en el sistema aislado.

Objetivo Específico 3: Determinar las aceleraciones de un edificio multifamiliar con la implementación de aisladores basales, Lima 2021.

Análisis dinámico modal espectral de la edificación fija en el suelo

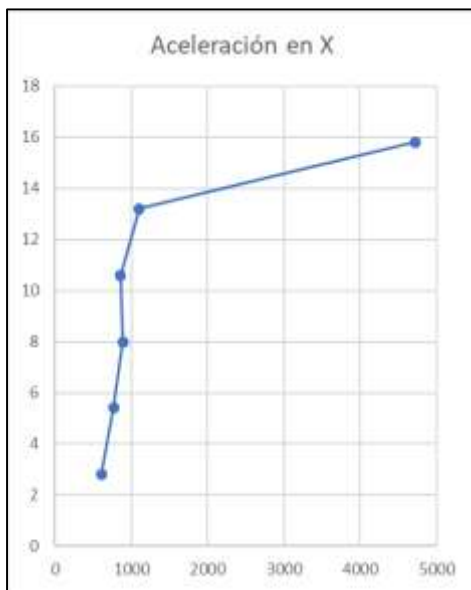


Figura 19. Aceleración por piso de la estructura para el sismo dinámico en la dirección X de la edificación sin aislamiento sísmico

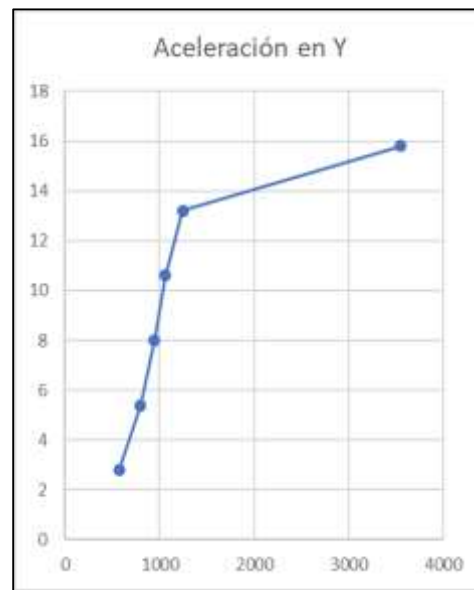


Figura 20. Aceleración por piso de la estructura para el sismo dinámico en la dirección Y de la edificación sin aislamiento sísmico

Tabla 8. Máximas aceleraciones para el sismo dinámico en la dirección X e Y en cada piso de la edificación sin aislamiento sísmico.

Story	Case Type	Step Type	Output Case	UX mm/sec ²	Output Case	UY mm/sec ²
Story6	LinRespSpec	Max	SxD	4726.45	SyD	3548.2
Story5	LinRespSpec	Max	SxD	1105.62	SyD	1245.22
Story4	LinRespSpec	Max	SxD	860.86	SyD	1062.83
Story3	LinRespSpec	Max	SxD	886.44	SyD	943.57
Story2	LinRespSpec	Max	SxD	766.53	SyD	799.63
Story1	LinRespSpec	Max	SxD	609.13	SyD	572.27
Base	LinRespSpec	Max	SxD	0	SyD	0

Fuente: Elaboración propia.

Análisis dinámico modal espectral de la edificación con aislamiento sísmico

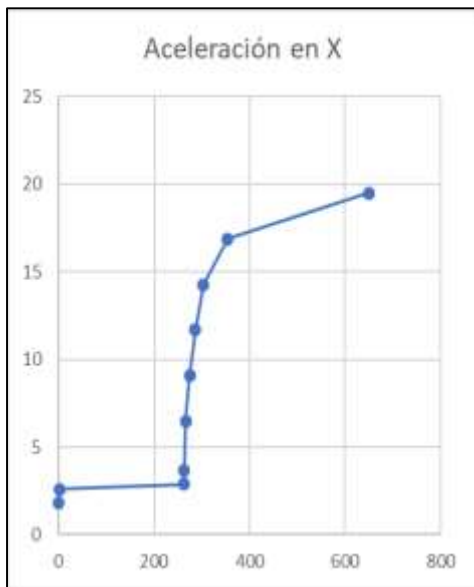


Figura 21. Aceleración por piso de la estructura para el sismo dinámico en la dirección X de la edificación con aislamiento sísmico

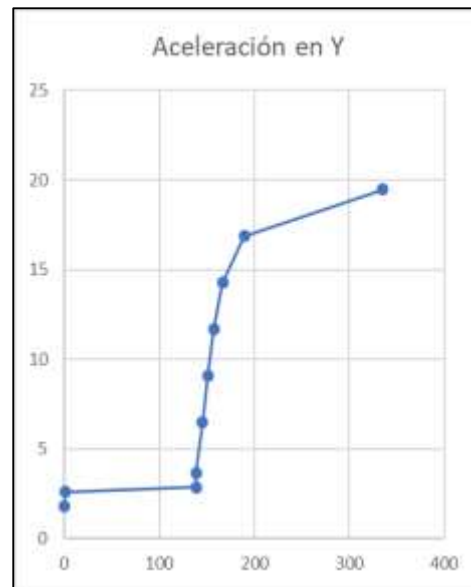


Figura 22. Aceleración por piso de la estructura para el sismo dinámico en la dirección Y de la edificación con aislamiento sísmico

Tabla 9. Máximas aceleraciones para el sismo dinámico en la dirección X e Y en cada piso de la edificación con aislamiento sísmico.

Story	Case Type	Step Type	Output Case	UX mm/sec ²	Output Case	UY mm/sec ²
Story6	LinRespSpec	Max	SxD	648.99	SyD	335.24
Story5	LinRespSpec	Max	SxD	353.8	SyD	189.68
Story4	LinRespSpec	Max	SxD	303.03	SyD	166.69
Story3	LinRespSpec	Max	SxD	286.47	SyD	157.22
Story2	LinRespSpec	Max	SxD	274.83	SyD	151.06
Story1	LinRespSpec	Max	SxD	266.19	SyD	145.59
NIVEL DE BASE	LinRespSpec	Max	SxD	262.61	SyD	138.47
AISLAMIENTO	LinRespSpec	Max	SxD	262.76	SyD	138.51
CAPITEL	LinRespSpec	Max	SxD	0.92	SyD	0.48
SOTANO	LinRespSpec	Max	SxD	0.6	SyD	0.31
Base	LinRespSpec	Max	SxD	0	SyD	0

Fuente: Elaboración propia.

El tercer criterio es determinar las aceleraciones por cada nivel de la edificación. Para ello se puede observar de manera gráfica las aceleraciones por piso en las figuras 19 y 20 y contemplar los valores en la tabla 8 donde se indica la máxima aceleración en la dirección X del análisis dinámico modal espectral la cual es 4726.45 mm/s² y 3548.20 mm/s² en la dirección Y. Así mismo, para la edificación con aislamiento sísmico se visualizan los valores de aceleración por piso en las figuras 21 y 22. De este modo se observa de manera detallada los valores de las aceleraciones en la tabla 9 las cuales son 648.99 mm/s² para el sismo dinámico modal espectral en la dirección X y 335.24 mm/s² en la dirección Y llegando así a obtenerse una reducción de hasta el 86% en la dirección X y 90% en la dirección Y del análisis.

Análisis dinámico tiempo-historia

Se procedió a realizar el análisis tiempo-historia para evaluar las máximas aceleraciones en la estructura de acuerdo a determinados registros sísmicos, todos los registros fueron extraídos de la base de datos acelerográficos del CISMID.

Terremoto en Lima-Callao - 1966

Se tomó el terremoto ocurrido el 17 de octubre de 1966 de magnitud 8.1 de acuerdo al CISMID que ocasionó severos daños y colapsos en las edificaciones, así como cientos de muertes.



Figura 23. Terremoto en Lima-Callao 1966

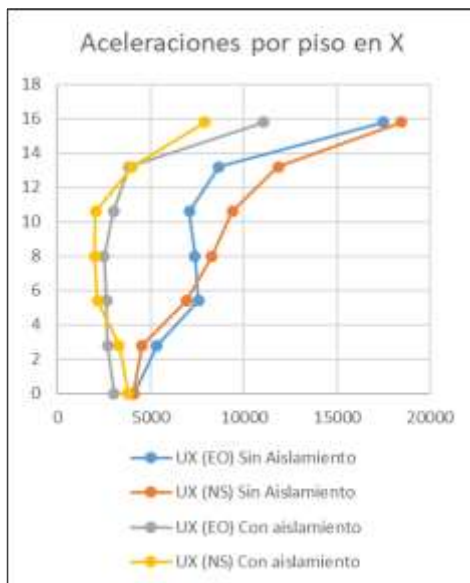


Figura 24. Aceleraciones para el análisis dinámico tiempo-historia de 1966 en la dirección X

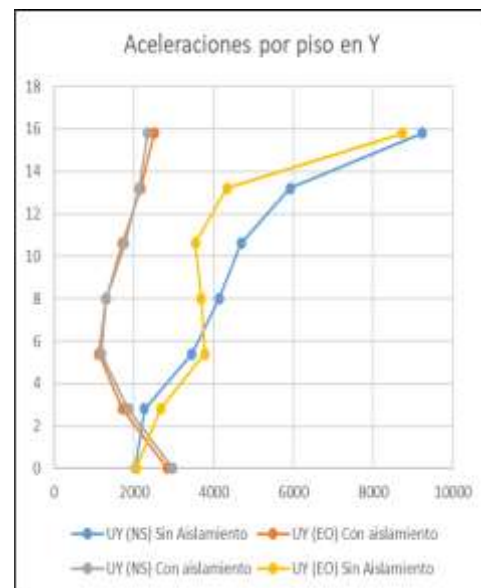


Figura 25. Aceleraciones para el análisis dinámico tiempo-historia de 1966 en la dirección Y

Tabla 10. Máximas aceleraciones por piso en la dirección X del terremoto en Lima-Callao de 1966 para la edificación con y sin aislamiento sísmico.

Story	UX (EO) Sin Aisl. mm/sec ²	UX (NS) Sin Aisl. mm/sec ²	UX (EO) Con Aisl. mm/sec ²	UX (EO) Con Aisl. mm/sec ²
Story6	17493.69	18459.17	11072.33	7906.21
Story5	8667.7	11842.2	3835.25	3994.91
Story4	7083.08	9387.19	3025.11	2061.11
Story3	7377.48	8277.04	2501.23	1988.92
Story2	7557.55	6913.1	2649.32	2169.35
Story1	5356.54	4531.54	2691.02	3300.93
Base	4126.22	4083.45	3055.76	3802.95

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11. Máximas aceleraciones por piso en la dirección Y del terremoto en Lima-Callao de 1966 para la edificación con y sin aislamiento sísmico.

Story	UY (EO) Sin Aisl. mm/sec ²	UY (NS) Sin Aisl. mm/sec ²	UY (EO) Con Aisl. mm/sec ²	UY (NS) Con Aisl. mm/sec ²
Story6	8746.85	9229.58	2514.32	2349.1
Story5	4333.85	5921.1	2182.26	2132.11
Story4	3541.54	4693.6	1716.68	1773.54
Story3	3688.74	4138.52	1306.99	1294.15
Story2	3778.77	3456.55	1117.34	1184.7
Story1	2678.27	2265.77	1714.83	1862.9
Base	2063.11	2041.73	2844.25	2982.25

Fuente: Elaboración propia.

Terremoto en Lima - 1974

Se tomaron los datos de aceleración del sismo ocurrido el 03 de octubre de 1974 de 6.6 magnitud de ondas de cuerpo (mb) de acuerdo al CISMID.



Figura 26. Terremoto en Lima 1974

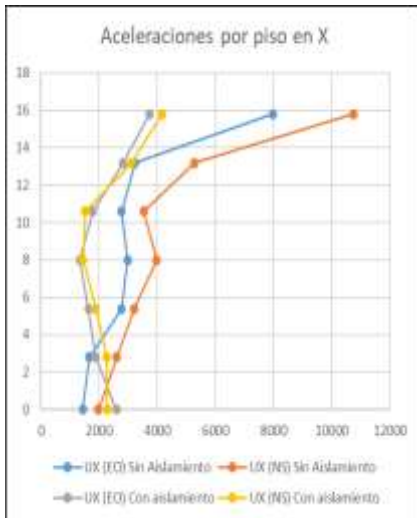


Figura 27. Aceleraciones para el análisis dinámico tiempo-historia de 1974 en la dirección X

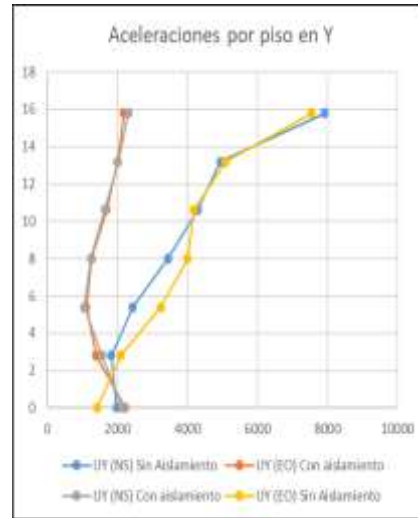


Figura 28. Aceleraciones para el análisis dinámico tiempo-historia de 1974 en la dirección Y

Tabla 12. Máximas aceleraciones por piso en la dirección X del terremoto en Lima de 1974 para la edificación con y sin aislamiento sísmico.

Story	UX (EO) Sin Aisl. mm/sec ²	UX (NS) Sin Aisl. mm/sec ²	UX (EO) Con Aisl. mm/sec ²	UX (EO) Con Aisl. mm/sec ²
Story6	7985.3	10760.63	3742.09	4177.42
Story5	3229.67	5278.68	2815.52	3106.68
Story4	2778.82	3531.56	1784.77	1518.6
Story3	2983.03	3985.66	1340.57	1449.45
Story2	2770.67	3211.38	1625.97	1874.35
Story1	1658.77	2599.86	1878.06	2266.27
Base	1430.42	1979.27	2587.14	2278.15

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13. Máximas aceleraciones por piso en la dirección Y del terremoto en Lima de 1974 para la edificación con y sin aislamiento sísmico.

Story	UY (EO) Sin Aisl. mm/sec ²	UY (NS) Sin Aisl. mm/sec ²	UY (EO) Con Aisl. mm/sec ²	UY (NS) Con Aisl. mm/sec ²
Story6	7551.62	7927.21	2192.84	2319.08
Story5	5094.9	4955.59	2009.88	2028.26
Story4	4189.91	4302.1	1691.86	1648.27
Story3	4014.54	3442.69	1269.1	1243.67
Story2	3252.24	2444.49	1114.54	1062.5
Story1	2095.54	1831.43	1391.38	1567.54
Base	1430.42	1979.27	2226.25	2162.95

Fuente: Elaboración propia.

Terremoto de Pisco - 2007

Se tomó el registro de aceleraciones del terremoto ocurrido en Pisco el 15 de agosto del 2007 de 8.0 mb de acuerdo al CISMID.

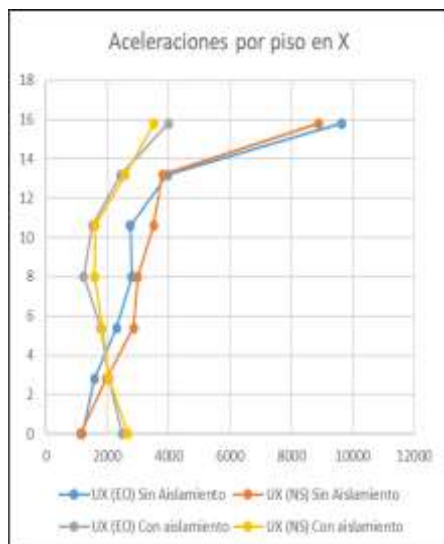


Figura 29. Aceleraciones para el análisis dinámico tiempo-historia del 2007 en la dirección X

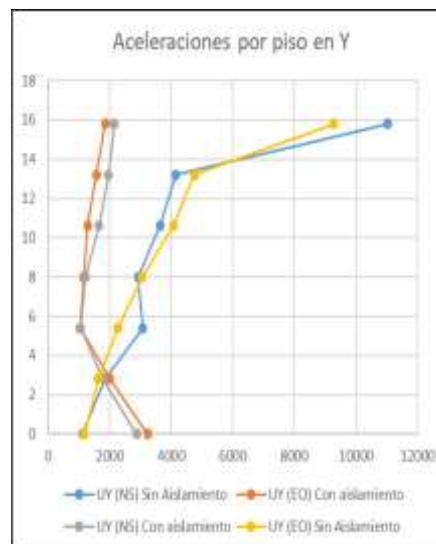


Figura 30. Aceleraciones para el análisis dinámico tiempo-historia del 2007 en la dirección Y

Tabla 14. Máximas aceleraciones por piso en la dirección X del terremoto en Pisco del 2007 para la edificación con y sin aislamiento sísmico.

Story	UX (EO) Sin Aisl. mm/sec ²	UX (NS) Sin Aisl. mm/sec ²	UX (EO) Con Aisl. mm/sec ²	UX (EO) Con Aisl. mm/sec ²
Story6	9637.76	8900.65	3988.38	3523.63
Story5	3972.07	3803.9	2437.66	2580.47
Story4	2745.15	3514.37	1509.91	1606.25
Story3	2798.73	2991.47	1228.75	1586.61
Story2	2303.45	2861.05	1785.38	1828.85
Story1	1574.92	1966.3	2065.5	2052.86
Base	1174.64	1116.06	2487.12	2675.31

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15. *Máximas aceleraciones por piso en la dirección Y del terremoto en Pisco del 2007 para la edificación con y sin aislamiento sísmico.*

Story	UY (EO) Sin Aisl. mm/sec ²	UY (NS) Sin Aisl. mm/sec ²	UY (EO) Con Aisl. mm/sec ²	UY (NS) Con Aisl. mm/sec ²
Story6	9280.86	11026.31	1853.33	2148.45
Story5	4755.6	4144.36	1564.77	1961.63
Story4	4063.25	3636.79	1279.31	1646.01
Story3	3053.18	2928.03	1147.49	1215.24
Story2	2265.34	3073.65	1031.2	1053.66
Story1	1623.4	1855.93	2008.86	1783.95
Base	1174.64	1116.06	3230.21	2873.11

Fuente: Elaboración propia.

Para una mejor evaluación del desempeño de la edificación aislada con los dispositivos HDRB se procedió a realizar el análisis dinámico no lineal tiempo-historia. Es posible visualizar en la tabla 10 que se presentan aceleraciones extremadamente grandes en los últimos pisos de la edificación, que disminuyen con la implementación de los aisladores basales. Sin embargo, los dispositivos de aislamiento utilizados para el modelamiento no presentan un gran porcentaje de amortiguamiento por lo que, a pesar de reducir considerablemente las aceleraciones, se puede observar que estas presentan valores bastante grandes y podrían ocasionar daños especialmente en los últimos niveles de la estructura.

V. DISCUSIÓN

Objetivo específico 1: Se tiene en el primer objetivo el cálculo de los desplazamientos laterales relativos entre pisos, obtenidas mediante el análisis sísmico establecido. En un principio se obtuvieron derivas bastante altas en la edificación convencional, donde se puede observar mediante la tabla 5 que el pico más alto de deriva estaría establecido en el último piso del sismo dinámico en la dirección X del análisis, en la cual es posible contemplar que este valor sobrepasa el límite establecido por la norma E 0.30 por lo que se busca mediante los dispositivos elastoméricos basales de aislación sísmica reducir estos desplazamientos. Así mismo, se logra visualizar en la tabla 6 que para la edificación aislada se redujeron notablemente las derivas, teniendo como desplazamiento relativo máximo un valor de 0.001539 en la superestructura, estando este valor dentro de lo requerido por la norma E 0.31 de Aislamiento Sísmico en donde se indica que la máxima deriva para las edificaciones aisladas con respecto a lavase debe ser de 0.0035. Sin embargo, la deriva máxima alcanzada de acuerdo a la tabla 6 y a la figura 15 es 0.078141 que se encuentra en la zona de aislamiento, donde se encuentran modelados los dispositivos de aislamiento sísmico. Se demuestra entonces que los dispositivos presentan gran flexibilidad horizontal y rigidez vertical para contrarrestar lo máximo posible los movimientos vibratorios de la zona. Esto indica que dicha implementación lograría cumplir con el objetivo de reducir las derivas y mejorar la calidad y la eficacia de las estructuras ante un fenómeno sísmico. Así mismo, concuerdo con lo corroborado por Aguilar [*et al.*] (2015) que en su investigación la cual busca reforzar zonas específicas de la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE con el uso de aisladores de aislamiento sísmico, obtuvo como resultado en el bloque estructural de la edificación que efectivamente se logran reducir las derivas o desplazamientos referente al entrepiso de manera considerable y aunque el costo de la implementación es bastante elevado y debe contar con el espacio necesario para que la estructura aislada no colisione con una edificación cercana. Igualmente, estoy de acuerdo con lo fundamentado por Bravo (2018) que en los resultados para su investigación de una estructura de acero con respecto al análisis dinámico modal espectral denota que las derivas de entre piso en una estructura en base fija no siempre suele cumplir con el límite establecido

por la norma chilena NCh433 de Diseño Sísmico de Edificios. Sin embargo, el uso de los aisladores elastoméricos basales permite disminuir estos desplazamientos de entrepiso y permiten a la edificación cumplir con lo establecido en sus normas de diseño NCh433 y NCh2745 de Diseño de edificios con aislación sísmica. Se considera que de acuerdo a la investigación y a los resultados obtenidos por los investigadores Aguilar [et al.] (2015) y Bravo (2018) que los dispositivos de aislamiento sísmico reducen las derivas de entrepiso de la edificación en la que han sido aplicadas.

Objetivo Específico 2: Se presenta como segundo objetivo específico el cálculo de los periodos de vibración referentes a los modos de la estructura. Estos periodos van en relación de la masa y la rigidez de la edificación por lo cual un periodo muy alto en una edificación convencional indica que no presenta gran rigidez. En la edificación multifamiliar evaluada se presenta como periodo fundamental de vibración de acuerdo a la tabla 7 el valor de 0.972 segundos, lo cual en principio se puede estimar que es un poco alto en relación a lo que se podría considerar, ya que se puede calcular un valor aproximado del periodo fundamental de acuerdo a la norma E 0.30 que sería dividiendo el número de pisos de la edificación entre 10. Sin embargo, para la edificación con aislamiento sísmico el periodo debe ser mayor, ya que esto indica la flexibilidad del sistema y junto con la proporción de amortiguamiento logra reducir las deformaciones estructurales de la edificación obteniéndose así un periodo fundamental de 1.895 segundos, encontrándose así dentro de las consideraciones de la norma E 0.31 de Aislamiento Sísmico en donde se indica que el periodo para una edificación aislada no debe exceder de 5 segundos. Del mismo modo, coincido con lo demostrado por Janampa (2018) que, en su investigación realizada a un edificio hospitalaria, tuvo como resultado que al implementar los aisladores elastoméricos basales HDRB presentaba un nuevo sistema flexible lo que permitía un aumento en el periodo en relación al original. También indica que, en consecuencia, de este incremento, la superestructura reduce casi todas sus deformaciones en los últimos pisos ya que los desplazamientos se concentran generalmente en la interfaz de aislamiento.

Por consiguiente, concuerdo con lo constatado por Leyton (2017) que sostiene en sus resultados que mediante el análisis modal realizado para la estructura en base fija se presentó un periodo de vibración menor de 1.0 segundo, por lo que indica que la edificación no es flexible y la implementación del aislamiento sísmico debería ser eficaz. Así mismo, para el análisis de la edificación con aisladores elastoméricos basales se obtuvo un periodo fundamental de vibración de 3.30, lo cual refleja la flexibilidad del sistema y reduce los efectos de torsión en los modos del sistema. Es factible argumentar de acuerdo a la investigación y a los resultados de Janampa (2018) y Leyton (2017) que la implementación de dispositivos de aislación sísmica amplía el periodo de vibración debido a que le brindan mayor flexibilidad a la estructura.

Objetivo Específico 3: Se determinaron los resultados de aceleraciones por piso a partir del análisis establecido. Estos valores vienen relacionados con la fuerza que provoca deformaciones a la edificación al momento de un fenómeno sísmico. Es por ello que tener un valor alto de esta magnitud provocaría que la estructura sufra daños severos. Para la edificación sin aislamiento sísmico se indica de acuerdo a la tabla 8 que la aceleración máxima ocurre en el sismo dinámico en la dirección X del análisis la cual tiene un valor de 4726.45 mm/s^2 y en la dirección Y el pico máximo de aceleración es 3548.20 mm/s^2 . Posteriormente para la edificación diseñada con los dispositivos de aislamiento basal se logra observar mediante la tabla 9 una significativa reducción en las aceleraciones de la superestructura, las cuales se redujeron alrededor de un 90%, esto se debe ya que al momento de un fenómeno sísmico estas aceleraciones se dispersan a través del dispositivo de aislación sísmica gracias a su alta flexibilidad lateral y nivel de amortiguamiento, lo cual permite que la fuerza sísmica no tenga un impacto severo en las estructuras. De este modo, concuerdo con lo establecido por Pérez y Vásquez (2016) que sostienen en sus resultados que el comportamiento de las aceleraciones para el análisis sísmico establecido en su investigación en la dirección X es irregular en ciertos entrepisos, y se alteran de manera abrupta. Lo que ocasionaría que los elementos verticales que brindan amortiguación a la estructura se vean severamente afectados en debido a la pérdida de rigidez. Sin embargo, afirman que la implementación de aisladores sísmicos en la estructura,

reducen las aceleraciones y de esta manera evita que los elementos verticales que forman parte del marco estructural pierdan rigidez. En la comparación del desempeño estructural de las edificaciones se determinó que se redujeron hasta un 92%. De igual modo, coincido con los resultados de Calle (2019) que en su investigación presenta una aceleración máxima en su edificación de 120.66 cm/s^2 que para el caso de la edificación con aislamiento sísmico se redujo considerablemente, llegando a obtener un valor de 32.00 cm/s^2 por lo que a pesar de haberse incrementado los desplazamientos de los pisos en relación al terreno, se pudieron reducir las aceleraciones, logrando así una reducción de las fuerzas sísmicas en cada piso en el momento en que ocurre un fenómeno sísmico. Es posible de determinar de acuerdo a los resultados de la investigación y a los investigadores Pérez y Vásquez (2016) y Calle (2019) que los dispositivos de aislamiento sísmico permiten reducir las aceleraciones por piso en las edificaciones.

VI. CONCLUSIONES

Primera: Finalmente, las incorporaciones de los dispositivos de aislamiento en la base HDRB diseñados para la edificación brindaron mejoras notables a la estructura con respecto a la convencional, en donde se destaca la reducción de derivas, el aumento del periodo y la disminución de aceleraciones. Brindando así mayor estabilidad a la edificación ante un fenómeno sísmico.

Segunda: Se concluye que al realizar el análisis sísmico en la estructura con base fija, se presentaron derivas relativamente altas y fuera del parámetro establecido por la norma E 0.30 que indica una máxima distorsión de 0.007. Sin embargo, la implementación de los dispositivos de aislamiento sísmico HDRB, redujeron la distorsión de entrepiso hasta un 80%, ya que permitirán disipar la energía a medida aumenta la altura de la edificación, mejorando su desempeño y brindando mayor seguridad para evitar un posible colapso de la edificación.

Tercera: Finalmente se observa que para la estructura con aislamiento sísmico los periodos de vibración fueron aproximadamente el doble con respecto a la estructura fija, lo cual indica que la edificación presenta mayor flexibilidad. Esta propiedad junto al amortiguamiento del sistema permitirá reducir los desplazamientos en la edificación producidos por la fuerza sísmica y de esta manera evitar deformaciones en la estructura.

Cuarta: En conclusión, al efectuar el análisis comparativo de las estructuras, se logró observar que la edificación sin aislamiento sísmico presenta un valor alto de aceleraciones que se reduce considerablemente con la implementación de los dispositivos de aislamiento basal. Esto debido a que la superestructura no se verá afectada directamente por las fuerzas provenientes del suelo al momento del fenómeno sísmico, sino que serán absorbidas por los dispositivos. La disminución de las aceleraciones permitirá también reducir de gran manera los desplazamientos laterales de la estructura de manera que se amortigüen los daños y se logró un mejor desempeño sísmico en la edificación.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar los análisis sísmicos establecidos antes de la implementación de dispositivos de aislamiento basal, debido a que su uso generalmente se da en edificaciones de gran magnitud o de zonas altamente sísmicas, ya que presentan un alto costo que varía de acuerdo a la marca y tipo de dispositivo a implementar.

Es recomendable contar con un espacio amplio alrededor de la edificación aislada debido al desplazamiento que realizará mediante los dispositivos. Esta propiedad será determinada mediante el desplazamiento máximo de los aisladores y se deberá contar también con un muro de contención en los contornos del espacio de junta sísmica.

Se recomienda tener en cuenta el tiempo en el que se instalaron los dispositivos de aislamiento ya que se les garantiza como mínimo una vida útil de 50 años. Luego de este periodo estos podrán ser intercambiados por nuevos dispositivos sin detener las actividades que se realicen en la edificación.

REFERENCIAS

- ARIAS, Fidias. El Proyecto de Investigación Introducción a la metodología científica. 6ª ed. Caracas: Editorial Episteme, 2012. 138 pp. ISBN: 9800785299
- ARIAS, Jesús; VILLASIS, Miguel y MIRANDA, María. El protocolo de investigación III: la población de estudio. Revista Alergia México [en línea]. 2016, 63(2), 201-206[fecha de consulta: 08 de junio de 2021]. ISSN: 0002-5151. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=486755023011>
- BARBOSA, Ricardo, ÁLVAREZ, José, CARRILLO, Julián. Aceleraciones de piso para diseño de elementos no estructurales y estructurales que no hacen parte del sistema de resistencia sísmica en edificios. Revista Ingenierías Universidad de Medellín [en línea]. Invierno 2018, n° 33 [Fecha de consulta: 22 de octubre de 2021]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v17n33/1692-3324-rium-17-33-99.pdf>
- BIT [en línea]. Santiago: Corporación de Desarrollo Tecnológico – Cámara Chilena de la Construcción, 2014 [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2021]. Disponible en https://issuu.com/revista_bit/docs/bit-98-septiembre-2014
- BLANCO, Marianela. Criterios fundamentales para el diseño sismorresistente [en línea]. Agosto 2012 [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2021]. Disponible en http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652012000300008
- BRAVO, Juan. Implementación de aislamiento sísmico elastomérico en edificios altos y esbeltos de acero estructural. Tesis (Título de Ingeniería Civil). Concepción: Universidad Católica de La Santísima Concepción, 2016. 145 pp.
- BRIONES, Guillermo. La investigación social y educativa. Bogotá, Colombia, 2000. 219 pp. ISBN: 9589329098
- CALLE, Carlos. Análisis dinámico no lineal, de una estructura de hormigón armado fija en el suelo versus la misma estructura con aislamiento sísmico, frente a un sismo en la ciudad de Azogues, provincia del Cañar. Tesis (Título de Ingeniería Civil). Cuenca: Universidad del Azuay, 2019. 119 pp.

- CENTRO Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres – CENEPRED (Perú). Manual de evaluación de riesgo por sismos. Lima: 2017. 106 pp.
- CONCYTEC. Reglamento de calificación, clasificación y registro de los investigadores del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación tecnológica – Reglamento RENACYT. Lima, 2018. 12 pp.
- CORPORACIÓN de Desarrollo Tecnológico – Cámara Chilena de la Construcción. Protección Sísmica de Estructuras, Sistemas de Aislación Sísmica y Disipación de Energía. Santiago: 2011. 43 pp. ISBN: 978-956-7911-19-6.
- DEL CID, Alma, MÉNDEZ, Rosemary, SANDOVAL, Franco. Investigación, fundamentos y metodología. 2ª ed. México, 2011. 232 pp. ISBN: 9786074427059
- DYNAMIC Isolation Systems. Aislamiento Sísmico para edificaciones y puentes. [en línea]. 2007. [fecha de consulta: 22 de septiembre de 2021], 24 pp. Disponible en: <https://www.cdvperu.com/wp-content/uploads/2018/11/dis-catalogo-espanol-aislador-sismico.pdf>
- ESPINOZA, Eudaldo. Las variables y su operacionalización en la investigación educativa. Segunda parte. Conrado [en línea]. 2019, vol.15, n.69 [fecha de consulta 28 de octubre de 2021], pp.171-180. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442019000400171&lng=es&nrm=iso>. Epub 02-Sep-2019. ISSN 2519-7320.
- GENATIOS, Carlos y LAFUENTE, Marianela. Introducción al uso de aisladores y disipadores en estructuras. Caracas, 2016, 190 pp. ISBN: 978-980-422-056-2
- HAN, Mengyu. Application of base isolation systems to reinforced concrete frame buildings. Thesis (Masters of Applied Science in Civil Engineering). Ottawa: University of Ottawa, 2017. 116 pp.
- HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. 6ª ed. México: McGraw-Hill Education, 2014. 633 pp. ISBN: 978146223960
- HERRERA, Marco. Desempeño sísmico en edificaciones con aisladores elastoméricos y amortiguadores de fluido viscoso. Tesis (Título de Ingeniería Civil). Piura: Universidad de Piura, 2018. 168 pp.

- IMPLEMENTACIÓN de aisladores sísmicos en bloque estructural 1 del nuevo centro de investigaciones científicas de la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE por Roberto Aguilar [et al]. Ecuador: Universidad de Fuerzas Armadas de Ecuador. [en línea]. Agosto 2015: pp. 54-70. [fecha de consulta: 25 de septiembre de 2021] Disponible en: <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/ciencia/article/view/549/460>
- JANAMPA, Brayan. Diseño del sistema de aislamiento sísmico de un Edificio hospitalario usando dispositivos HDR. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2018. 111 pp.
- KORSWAGEN, Paul, ARIAS, Julio y HUARINGA, Pamela. Análisis y diseño de estructuras con aisladores sísmicos en el Perú. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2012. 99 pp.
- LARCO, Valeria. Diseño de aisladores sísmicos elastoméricos incorporados a una estructura real de trece pisos – Bloque B Bosque Real. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Sangolquí: Universidad de las Fuerzas Armadas, 2015. 87 pp.
- LEYTON, Michael. Implementación de aisladores sísmicos en un edificio de viviendas en Lima, Perú. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2017. 97 pp.
- LOPEZ, Pedro Luis. POBLACIÓN MUESTRA Y MUESTREO. Punto Cero [en línea]. 2004, vol.09, n.08 [fecha de consulta: 08 de junio de 2021], pp. 69-74. ISSN: 1815-0276. Disponible en http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012&lng=es&nrm=iso
- MACÍAS, Paulo y SUÁREZ Víctor. Diseño estructural de un edificio de 6 pisos con aisladores de base elastoméricos. Tesis (Título de Ingeniería Civil). La Libertad: Universidad estatal Península de Santa Elena, 2015. 213 pp.
- MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Perú). E.030: Diseño Sismorresistente. Lima: 2019, 80 pp.
- MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Perú). E.031: Aislamiento Sísmico. Lima: 2019, 21 pp.
- MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Perú). Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima: 2021, 661 pp.

- MORENO, Eliseo. Metodología de investigación, pauta para hacer una tesis. [en línea]. Marzo 2021. [Fecha de consulta: 28 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://tesis-investigacion-cientifica.blogspot.com/2013/08/que-es-la-poblacion.html>
- NEILL, David, CORTEZ, Liliana. Procesos y fundamentos de la investigación científica. Machala: Editorial UTMACH, 2018. 87 pp. ISBN: 9789942240934
- ORGANIZACIÓN Panamericana de la Salud. Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud. 2ª ed. Washington, D.C, 2004. 153 pp. ISBN: 9275323046
- OTZEN, Tamara y MANTEROLA, Carlos. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. Int. J. Morphol. [en línea]. 2017, vol.35, n.1 [fecha de consulta: 08 de junio de 2021], pp.227-232. ISSN: 0717-9502. Disponible en http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022017000100037&lng=es&nrm=iso
- ÖZDEMİR, Seda. Investigation of seismic isolation efficiency for building structures. Thesis (Master of Science in Earthquake Studies). Ankara: Middle East Technical University, 2016. 118 pp.
- PÉREZ, Naxalia y VÁSQUEZ, María. Diseño de aisladores sísmico de base para un edificio de oficinas de 10 niveles con sistema estructural de pórticos rígidos de concreto reforzado. Tesis (Título de Ingeniería Civil). Managua: Universidad Centroamericana, 2016. 122 pp.
- RAMOS, Carlos. Diseño de investigación experimental [en línea]. Ecuador: Universidad Indoamericana, 2021. [fecha de consulta: 05 de junio de 2021]. ISSN: 1390-9592. Disponible en <http://cienciamerica.uti.edu.ec/openjournal/index.php/uti/article/view/356/698>
- REVISTA de Arquitectura e Ingeniería [en línea]. Matanzas: Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería de Matanzas. Agosto 2015, n° 2. [Fecha de consulta: 22 de octubre de 2021]. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/1939/193932724001.pdf>
- RICO, Leocadio y CHIO, Gustavo. Uso de aisladores de base en puentes de concreto simplemente apoyados [en línea]. Agosto 2012 [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2021]. Disponible en

[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-921X2012000400009#:~:text=3.2%20Aisladores%20elastom%C3%A9ricos%20de%20alto%20amortiguamiento%20\(HDRB\)&text=Los%20aisladores%20de%20alto%20amortiguamiento,valores%20m%C3%A1s%20altos%20de%20amortiguamiento.](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-921X2012000400009#:~:text=3.2%20Aisladores%20elastom%C3%A9ricos%20de%20alto%20amortiguamiento%20(HDRB)&text=Los%20aisladores%20de%20alto%20amortiguamiento,valores%20m%C3%A1s%20altos%20de%20amortiguamiento.)

SIGWEB. Disipación de energía. [en línea]. Agosto 2015 [Fecha de consulta: 27 de septiembre de 2021]. Disponible en <http://www.sigweb.cl/wp-content/uploads/biblioteca/DisipacionEnergia.pdf>

SILVA, Rafael. Análise comparativa do comportamento sísmico de edifícios com sistema de isolamento de base. Dissertação (Mestrado em Engenharia Estrutural e Geotécnica). São Paulo: Universidade de São Paulo, 2019. 141 pp.

SISTEMAS constructivos en estructuras con aisladores sísmicos por Roberto Aguilar [et al.]. Ecuador: Universidad de Fuerzas Armadas ESPE [en línea]. Julio 2017, Vol 19, 4: 477-491. [fecha de consulta: 25 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://revistas.uclave.org/index.php/agora/article/view/263/142>

TAVERA, Hernando. Terremotos vs, Sismos, Frases y reflexiones para recordar. Lima, 2020. 55 pp. ISBN: 9786120053560

TÉCNICAS e instrumentos de recolección de datos María [et al.]. Colombia: Universidad de La Guajira, 2019. 85 pp. ISBN: 9789566037040

VARGAS, Zoila. La investigación aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica. Revista educación [en línea]. San Pedro: Universidad de Costa Rica, 2009 [fecha de consulta: 05 de junio de 2021]. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf> ISSN: 0379-7082

VILLASIS, Miguel, MIRANDA, María. El protocolo de investigación IV: las variables de estudio. Revista Alergia México [en línea]. Ciudad de México: Colegio Mexicano de Inmunología Clínica y Alergia A.C, 2016 [fecha de consulta: 15 de octubre de 2021]. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755025003.pdf>

YIN, Robert. Case Study Research, desing and mhetods. Fouth edition. California: SAGE, 2009. 40 pp.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

Título: Evaluación del desempeño sísmico de un edificio multifamiliar implementando aisladores basales, Lima 2021					
Autor: Rodríguez Sánchez José Luis					
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Independiente (X) Aisladores basales	El sistema de aislación basal según Herrera (2018) tiene como objetivo separar horizontalmente la estructura de una edificación del suelo. Esto se da mediante dispositivos que presentan gran flexibilidad en la dirección horizontal y al mismo tiempo una rigidez considerable en la vertical, lo cual permite que la base se desplace horizontalmente ante las sollicitaciones sísmicas. Este sistema de aislación sísmica está conformado por los aisladores y elementos estructurales que permiten la conexión entre estos dispositivos y la superestructura.	La variable independiente de aisladores basales es de carácter cuantitativo. Así mismo, estos serán evaluados a través de sus características, su clase y eficiencia en el acto sísmico debido a su nivel de amortiguamiento, así como sus beneficios.	Propiedades	- Rigidez vertical	Razón
				- Rigidez horizontal	
			Disipación de energía	- Amortiguamiento	Nominal
			Tipos de aisladores	- LDRB (Low Damping Rubber Bearings)	
- HDRB (High Damping Rubber Bearing)					
Variable Dependiente (Y) Desempeño sísmico	De acuerdo a la Norma Técnica peruana E.030 indica que estos son análisis necesarios para conocer el comportamiento de una estructura ante las vibraciones de la tierra.	La variable dependiente denominada desempeño sísmico es de índole cuantitativa. Será evaluada de acuerdo a las normas E.030 y E.031 para la aplicación de los análisis establecidos y determinar el comportamiento estructural de la edificación.	- Derivas de entrepiso	Razón	
			- Periodos de vibración		seg
			- Aceleraciones		mm/seg ²

Anexo 2. Matriz de consistencia

ANEXO 1: Matriz de consistencia							
Título: Evaluación del desempeño sísmico de un edificio multifamiliar implementando aisladores basales, Lima 2021							
Autor: Rodríguez Sánchez José Luis							
Problema	Objetivos	Hipótesis	VARIABLES	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Metodología
Problema General:	Objetivo general:	Hipótesis general:	INDEPENDIENTE AISLADORES BASALES	Propiedades mecánicas	- Rigidez vertical - Rigidez horizontal	Norma E 0.31	Tipo de investigación: Aplicada
¿Cómo afecta al desempeño sísmico de una edificación multifamiliar la implementación de aisladores sísmicos basales, Lima 2021?	Evaluar el desempeño sísmico de una edificación multifamiliar implementando aisladores sísmicos basales, Lima 2021.	El desempeño sísmico de una edificación multifamiliar mejorará implementando aisladores sísmicos basales, Lima 2021.		Disipación de energía	Amortiguamiento		Enfoque de investigación: Cuantitativo
				Tipos de aisladores	- LDRB (Low Damping Rubber Bearings) - LRB (Lead Rubber Bearing) - HDRB (High Damping Rubber Bearing)		El diseño de la investigación: Cuasi-experimental
							El nivel de la investigación: Explicativo
Problemas Específicos:	Objetivos específicos:	Hipótesis específicas:	DEPENDIENTE DESEMPEÑO SISMICO	Derivas de entrepiso		Software ETABS	Población: 9 edificios de 6 pisos en la Urb San Agustín, Comas
¿Cuáles son las aceleraciones de la estructura de un edificio multifamiliar con la implementación de aisladores basales, Lima 2021?	Determinar las derivas de entrepiso de un edificio multifamiliar con la implementación de aisladores basales, Lima 2021	Las derivas de entrepiso de un edificio multifamiliar disminuirán con la implementación de aisladores basales, Lima 2021		Periodos de vibración	seg		Muestra: Vivienda multifamiliar de seis pisos
¿De qué manera determinar los periodos de vibración de un edificio multifamiliar con la implementación de aisladores basales, Lima 2021?	Determinar los periodos de vibración de un edificio multifamiliar con la implementación de aisladores basales, Lima 2021	Los periodos de vibración de un edificio multifamiliar aumentarán con la implementación de aisladores basales, Lima 2021		Aceleraciones	mm/seg ²		Muestreo: No probabilístico por conveniencia
Cómo determinar las derivas de entrepiso de un edificio multifamiliar con la implementación de aisladores basales, Lima 2021?	Determinar las aceleraciones de la estructura de un edificio multifamiliar con la implementación de aisladores basales, Lima 2021	Las aceleraciones de la estructura de un edificio multifamiliar disminuirán con la implementación de aisladores basales, Lima 2021					

Anexo 3. Instrumento de recolección de datos

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Fig 1 de 3

TESIS: Evaluación del desempeño sísmico de una vivienda multifamiliar implementando piladores basales, Lima 2021
 AUTOR: RODRIGUEZ SANCHEZ JOSE LUIS

FECHA DE ENSAYO: OPERADOR: FECHA DE CALIBRACIÓN:
 UBICACIÓN: N° REPORTE DE CALIDAD: N° SERIE:
 APARATO: EQUIPO DE REFERENCIA:

ELEMENTO	N° TOMA	N° DISPAROS	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO	E. Ensayo	f_c (N/mm ²)	f_c (kg/cm ²)	Valor que difiere de la mediana	Aceptación del ensayo
		10							

ELEMENTO	N° TOMA	N° DISPAROS	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO	E. Ensayo	f_c (N/mm ²)	f_c (kg/cm ²)	Valor que difiere de la mediana	Aceptación del ensayo
		10							

PSD	f_c (kg/cm ²)

Anexo 4. Validez

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
TÍTULO DEL PROYECTO: "Evaluación del desempeño sísmico de un edificio multifamiliar implementando aisladores basales, Lima 2021			
AUTOR: RODRÍGUEZ SÁNCHEZ JOSÉ LUIS			
I. INFORMACIÓN GENERAL			
Distrito:	Comas	Evaluación	
Provincia:	Lima	Validez	Confiabilidad
Departamento:	Lima		
II. DESEMPEÑO ESTRUCTURAL			
Derivas de entrepiso		0.8	0.8
Periodos de vibración			
Aceleraciones			
III. DESEMPEÑO ESTRUCTURAL CON AISLADORES			
Derivas de entrepiso		0.8	0.8
Periodos de vibración			
Aceleraciones			
IV. AISLADORES BASALES			
Rigidez vertical		0.8	0.8
Rigidez horizontal			
Amortiguamiento			
Tipos de Aisladores			

Criterios de validez	
0.33 a menos	Validez nula
0.34 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Válida
0.66 a 0.71	Muy válida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1	Validez perfecta

Criterios de confiabilidad	
Baja confiabilidad	0.01 a 0.60
Moderada confiabilidad	0.61 a 0.75
Alta confiabilidad	0.76 a 0.89
Muy alta confiabilidad	0.90 a 1.00

Observaciones: _____

Apellidos y Nombres del Experto: Jonathan Frank Ricapa Solís

Título Profesional: Ingeniero Civil

N° de Registro CIP: 151738


 JONATHAN FRANK
 RICAPA SOLÍS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 151738

Firma y sello

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

TÍTULO DEL PROYECTO: "Evaluación del desempeño sísmico de un edificio multifamiliar implementando aisladores basales, Lima 2021"

AUTOR: RODRÍGUEZ SÁNCHEZ JOSÉ LUIS

I. INFORMACIÓN GENERAL

I. INFORMACIÓN GENERAL		Evaluación	
Distrito:	Comas	Validez	Confiabilidad
Provincia:	Lima		
Departamento:	Lima		
II. DESEMPEÑO ESTRUCTURAL			
Derivas de entrepiso		0.7	0.8
Periodos de vibración			
Aceleraciones			
III. DESEMPEÑO ESTRUCTURAL CON AISLADORES			
Derivas de entrepiso		0.7	0.8
Periodos de vibración			
Aceleraciones			
IV. AISLADORES BASALES			
Rigidez vertical		0.8	0.8
Rigidez horizontal			
Amortiguamiento			
Tipos de Aisladores			

Criterios de validez	
0.33 a menos	Validez nula
0.34 a 0.39	Validez baja
0.60 a 0.65	Válida
0.66 a 0.71	Muy válida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1	Validez perfecta

Criterios de confiabilidad	
Baja confiabilidad	0.01 a 0.60
Moderada confiabilidad	0.61 a 0.75
Alta confiabilidad	0.76 a 0.89
Muy alta confiabilidad	0.90 a 1.00

Observaciones: _____

Apellidos y Nombres del Experto: Hugo Javier Dávalos Medina

Título Profesional: Ingeniero Civil

N° de Registro CIP: 79729


ING. HUGO JAVIER DÁVALOS MEDINA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 79729

Firma y sello

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

TITULO DEL PROYECTO: "Evaluación del desempeño sísmico de un edificio multifamiliar implementando aisladores basales, Lima 2021

AUTOR: RODRÍGUEZ SÁNCHEZ JOSÉ LUIS

I. INFORMACIÓN GENERAL

		Evaluación	
Distrito:	Comas	Validez	Confiabilidad
Provincia:	Lima		
Departamento:	Lima		
II. DESEMPEÑO ESTRUCTURAL			
Derivas de entrepiso		0.7	0.7
Periodos de vibración			
Aceleraciones			
III. DESEMPEÑO ESTRUCTURAL CON AISLADORES			
Derivas de entrepiso		0.7	0.7
Periodos de vibración			
Aceleraciones			
IV. AISLADORES BASALES			
Rigidez vertical		0.8	0.7
Rigidez horizontal			
Amortiguamiento			
Tipos de Aisladores			

Criterios de validez	
0.33 a menos	Validez nula
0.34 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Válida
0.66 a 0.71	Muy válida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1	Validez perfecta

Criterios de confiabilidad	
Baja confiabilidad	0.01 a 0.60
Moderada confiabilidad	0.61 a 0.75
Alta confiabilidad	0.76 a 0.89
Muy alta confiabilidad	0.90 a 1.00

Observaciones: _____

Apellidos y Nombres del Experto: Euclides Sócrates Yauri Leiva

Título Profesional: Ingeniero Civil

N° de Registro CIP: 51674



Euclides Sócrates Yauri Leiva
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 51674

Firma y sello

Anexo 5. Normativa

Norma E 0.20	Metrado de Cargas
Norma E 0.30	Diseño Sismo Resistente
Norma E 0.31	Aislamiento Sísmico
ASTM C805	Ensayo no destructivo de Esclerometría

Anexo 6. Mapas y planos

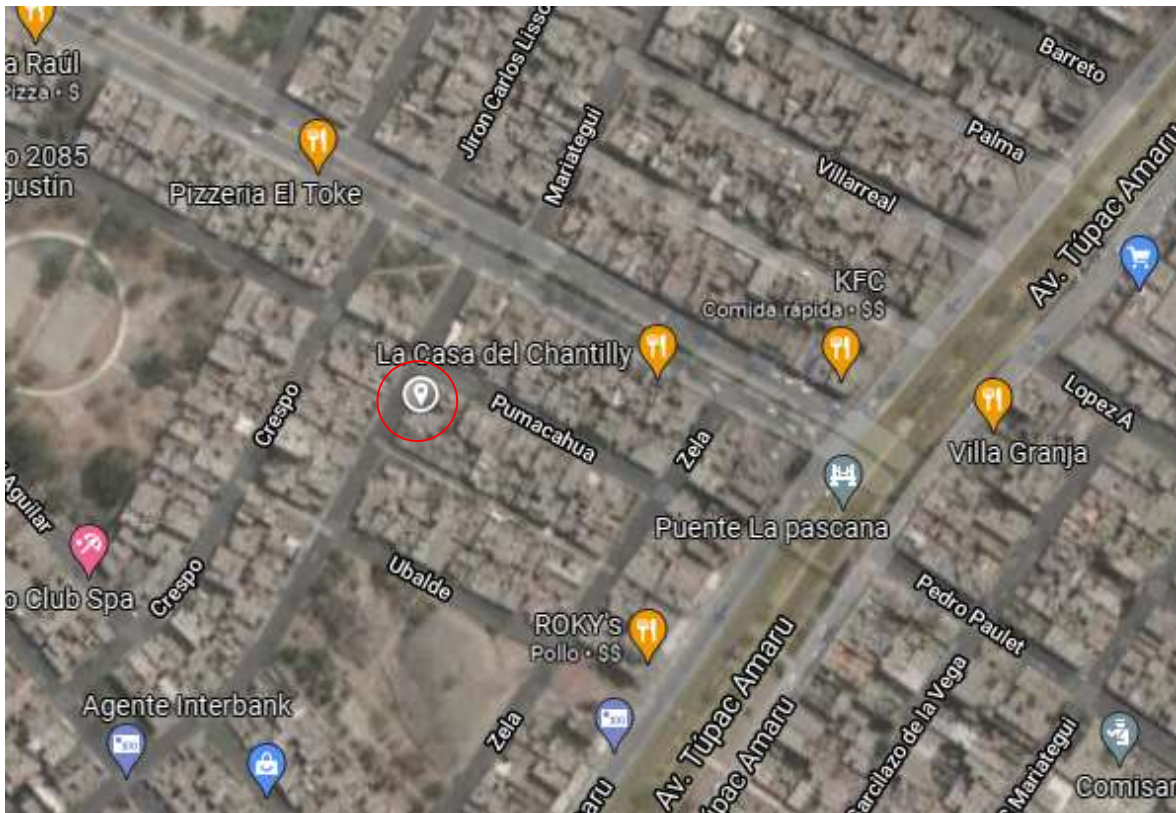


Figura 31. Ubicación de la zona de estudio

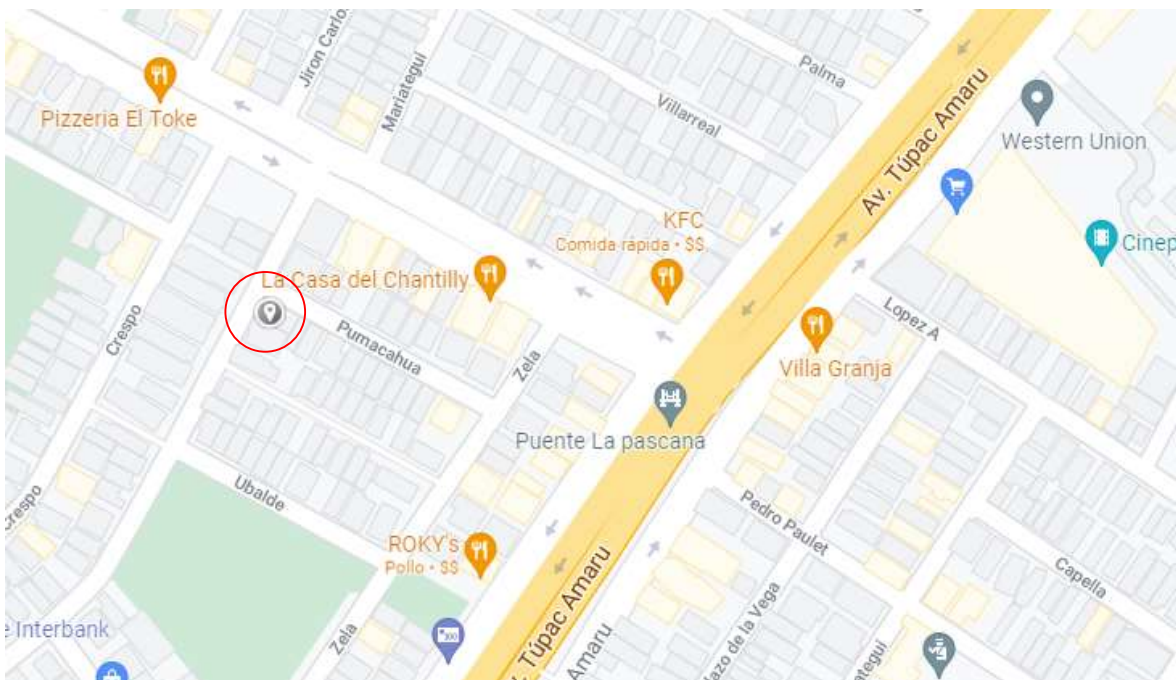


Figura 32. Ubicación en Maps de la zona de estudio

Anexo 7. Panel fotográfico



Figura 33. Limpieza de la zona de ensayo



Figura 34. Esclerómetro

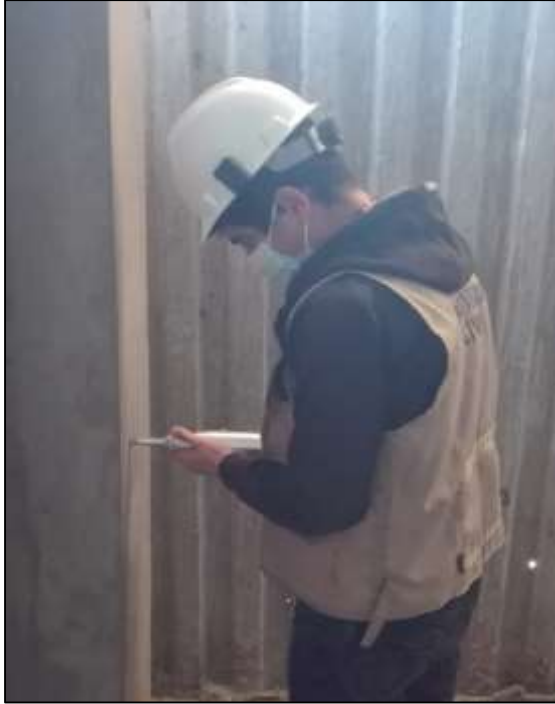


Figura 35. Realización de ensayo de esclerometría



Figura 36. Puntos del ensayo de esclerometría

Anexo 8. Solicitud y autorización del propietario de la vivienda

SOLICITO: Permiso
para realizar trabajo de
investigación.

SEÑOR,

ALAN YURI SANCHEZ MADUEÑO.

PROPIETARIO DE LA EDIFICACIÓN "HOSPEDAJE EROS"

Yo, RODRÍGUEZ SÁNCHEZ JOSÉ LUIS, identificado con DNI N.º 73935010 con domicilio en Calle Pumacahua N° 187 del distrito de Comas de la provincia de Lima del departamento de Lima. Ante Ud. respetuosamente me presento y expongo:

Que estar a finales de culminar la carrera profesional de ingeniería civil en la Universidad Cesar Vallejo, solicito a usted permiso para realizar trabajo de investigación en su edificación sobre "Evaluación del desempeño sísmico de un edificio multifamiliar implementando aisladores basales, Lima 2021" para poder optar con el título de ingeniero civil.

POR LO EXPUESTO:

Ruego a usted acceder a mi solicitud.
Lima, 28 de octubre del 2021



RODRÍGUEZ SÁNCHEZ JOSÉ LUIS
DNI N° 73935010

Lima, 11 de noviembre del 2021

CARTA DE AUTORIZACION

Joven estudiante:

Yo, ALAN YURI SÁNCHEZ MADUEÑO, con DNI N° 09552806, propietario de la edificación con dirección ubicada en la Calle Pumacahua N° 187 en el distrito de Comas, provincia y departamento de Lima; autorizo a RODRIGUEZ SÁNCHEZ JOSÉ LUIS, con DNI N° 73935010, estudiante de último ciclo de la carrera profesional de ingeniería civil, perteneciente a la Universidad Cesar Vallejo de la sede Lima - Norte, a realizar los estudios correspondientes con el fin de desarrollar su proyecto de investigación denominado "Evaluación del desempeño sísmico de un edificio multifamiliar implementando aisladores basales, Lima 2021".

Atentamente.



ALAN YURI SANCHEZ MADUEÑO
DNI N° 09552806

Anexo 9. Hoja de cálculos

RESULTADOS DE LOS ANALISIS EN ETABS

Propiedades del concreto

The screenshot shows the 'Material Property Data' dialog box for concrete. The 'General Data' section includes: Material Name: 'Concrete (C-33) (kg/m³)', Material Type: 'Concrete', Mechanical System Type: 'Concrete', Material Display Color: (grey swatch), and Material Name: (empty). The 'Material Weight and Price' section has: Specify Weight Density, Specify Unit Density, Weight per Unit Volume: 2400 kg/m³, and Mass per Unit Volume: 24000 kg/m³. The 'Mechanical Property Data' section includes: Modulus of Elasticity: E (200000 MPa), Poisson's Ratio: ν (0.2), Coefficient of Thermal Expansion: α (1.000000 1/C), and Shear Modulus: G (80000 MPa). The 'Design Property Data' section has a button: 'Modify/Show Material Property Design Data...'. The 'Advanced Material Property Data' section has buttons: 'Advanced Material Data...', 'Material Density Properties...', and 'View Expansion Properties...'. At the bottom, 'Material of Reference for Concrete Definition' has Project Default (Based on Concrete Sub-Design Codes) and User Specified.

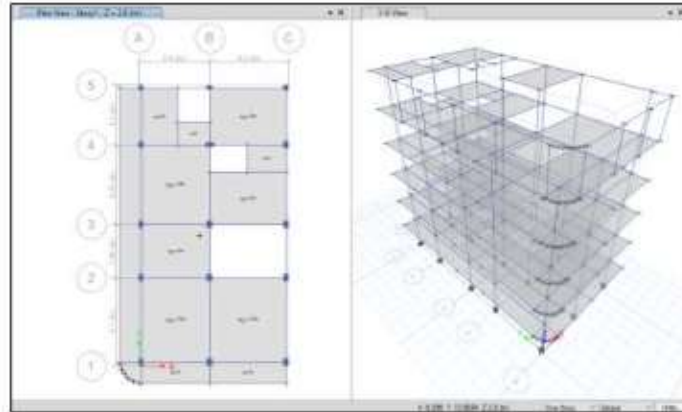
Propiedades del acero

The screenshot shows the 'Material Property Data' dialog box for steel. The 'General Data' section includes: Material Name: 'Steel (S235)', Material Type: 'Steel', Mechanical System Type: 'Steel', Material Display Color: (blue swatch), and Material Name: (empty). The 'Material Weight and Price' section has: Specify Weight Density, Specify Unit Density, Weight per Unit Volume: 7850 kg/m³, and Mass per Unit Volume: 78500 kg/m³. The 'Mechanical Property Data' section includes: Modulus of Elasticity: E (200000 MPa), Coefficient of Thermal Expansion: α (1.000000 1/C), and Shear Modulus: G (80000 MPa). The 'Design Property Data' section has a button: 'Modify/Show Material Property Design Data...'. The 'Advanced Material Property Data' section has buttons: 'Advanced Material Data...', 'Material Density Properties...', and 'View Expansion Properties...'. At the bottom, 'Material of Reference for Steel Definition' has Project Default (Based on Steel Sub-Design Codes) and User Specified.

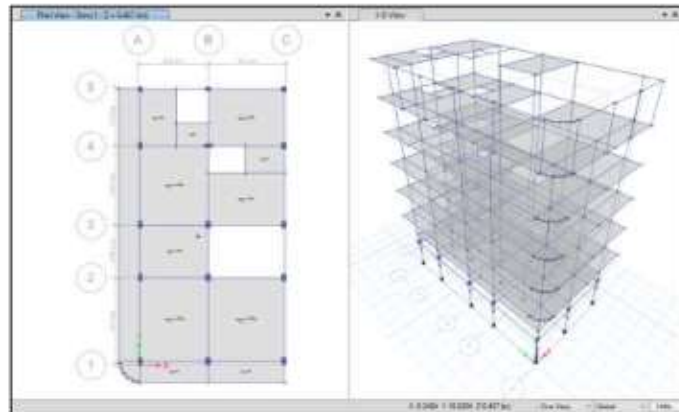
Johan H. Y.
JOHAN JAMES
HINOSTROZA YUCRA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 226979

Firma y sello

Modelamiento de la edificación con base fija



Modelamiento de la edificación aislada



Johan H. Y.

JOHAN JAMES
HINOSTROZA YUCRA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 226979

Firma y sello

DISEÑO DE AISLADORES HDRB

NIVELES DE SISMO

Para diseñar la estructura encima del sistema de aisladores se considera el SISMO DE DISEÑO (DBE) o sismo de 10% de probabilidad de ser excedido en 50 años.

Z = 0.45 (Factor de zonificación)
ZDBE = 0.45 g

Para dimensionar los aisladores se considera el SISMO MAXIMO (MCE) o sismo que tiene el 2% de probabilidad de ser excedido en 50 años.

Zasce = 1.5*ZDBE
Zasce = 0.675

CONSIDERACIONES INICIALES

Se asume inicialmente que el periodo efectivo de la estructura aislada en el máximo desplazamiento es igual a

TM = 5 seg o menor, o 3 veces el periodo elástico de la estructura con base fija
TM = 2.916 seg

Se considera un amortiguamiento efectivo inicial para el máximo desplazamiento igual a


Bm = 15%
Factor Bm = 1.35

CÁLCULO DEL DESPLAZAMIENTO MÁXIMO LATERAL

$$D_M = \frac{S_{aM} T_M^2}{4\pi^2 B_M}$$

SaM = Aceleración máxima espectral = 1.5ZUCSg
SaM = 16.549 1.6875

DM = 0.26923116 m
DM = 269.231156 mm


JOHAN JAMES
HINOSTROZA YUCRA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 226979

Firma y sello

RIGIDEZ DEL DISPOSITIVO

TM = 2.916 seg
P_{max 1} = 0.1261 ton P_{max 2} = 0.09173 ton
DM = 0.26923116 m
DM = 269.231156 mm
y = 1.5
M de corte G = 0.8

K_{h 1} = P_{u max}*(2pi/TM)^2
K_{h1} = 0.58546345 K_{h2} = 0.42588867

ALTURA DEL DISPOSITIVO

H_d = DM/y
y = 1.5 asumido
H_d = 0.17948744

Area del dispositivo

A = K_h*H/G

A₁ = 0.13135417 A₂ = 0.09555208

Diametro del aislador

d₁ = 0.40895638 m d₂ = 0.34879893 m
d₁ = 0.45 m d₂ = 0.35 m



JOHAN JAMES
HINOSTROZA YUCRA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 226979

Firma y sello

PROPIEDADES MECANICAS

RIGIDEZ COMPUESTA DEL SISTEMA

$$K_H = (n)K_k^A + (n)K_k^B$$

Kh =	12.75	Kn/mm
Kha =	0.85	Kn/mm
Khb =	0.85	Kn/mm
Khc =	0	Kn/mm
#Tipo A =	12	Unidades
#Tipo B =	3	Unidades
#Tipo Lrb =	0	Unidades

ENERGIA DISIPADA (E.ciclo)

$$W_D = 2\pi * K_{eff} * D_M^2 * \beta$$

TIPO A

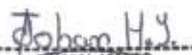
WD =	38.7123402	Kn.m	
Keff =	0.85	Kn/m	850 Kn/m
DM =	0.26923116	m	
B =	0.1		

TIPO B

WD =	38.7123402	Kn.m	
Keff =	0.85	Kn/m	850 Kn/m
DM =	0.26923116	m	
B =	0.1		

FUERZA CARACTERISTICA Q, PARA DETERMINAR EL DESPLAZAMIENTO E FLUENCIA

$$Q_A = \frac{W_D}{4 * (D_M - D_y)}$$


JOHAN JAMES
HINOSTROZA YUCRA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 228979

Firma y sello

TIPO A

Q = 35.9471214 Kn
 WD = 38.7123402 Kn.m
 DM = 0.26923116 m
 DY = 0 m

Aun no hay un desplazamiento de fluencia

TIPO B

Q = 35.9471214 Kn
 WD = 38.7123402 Kn.m
 DM = 0.26923116 m
 DY = 0 m

Aun no hay un desplazamiento de fluencia

PRIMERA APROXIMACIÓN DE VALORES DE K2

$$K_2^A = K_{eff}^A - \frac{Q_A}{D_M}$$

TIPO A

K2 = 716.482312 Kn/m
 Keff.a 0.85 Kn/mm
 Q = 35.9471214 Kn
 DM = 0.26923116 m

850 Kn/m

TIPO B

K2 = 716.482312 Kn/m
 Keff.b 0.85 Kn/mm
 Q = 35.9471214 Kn
 DM = 0.26923116 m

850 Kn/m

PRIMERA APROXIMACIÓN DE VALORES DE RIGIDEZ INICIAL K1_ ASUMIENDO QUE K2 ES 10 VECES K1

$$K_1^A = 10K_2^A$$

TIPO A

K1 = 7164.82312 Kn/m


 JOHAN JAMES
 HINOSTROZA YUCRA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 226979

Firma y sello

K2 = 716.482312 Kn/m

$$K_1^B = 10K_2^B$$

TIPO B

K1 = 7164.82312 Kn/m

K2 = 716.482312 Kn/m

DESPLAZAMIENTO DE FLUENCIA (ITERATIVO)

$$D_y^A = \frac{Q_A}{(K_1^A - K_2^A)}$$

TIPO A

DY = 0.00557463 m

QA = 35.9471214 Kn

K1.a = 7164.82312 Kn/m

K2.a = 716.482312 Kn/m

TIPO B

DY = 0.00557463 m

QB = 35.9471214 Kn

K1.b = 7164.82312 Kn/m

K2.b = 716.482312 Kn/m

FUERZA CARACTERISTICA Q, CONOCIENDO EL DESPLAZAMIENTO DE FLUENCIA

$$Q_A = \frac{W_D}{4 * (D_X - D_y)}$$

TIPO A

QA = 36.7071706 Kn

WD = 38.7123402 Kn


JOHAN JAMES
HINOSTROZA YUCRA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 226979

Firma y sello

DM = 0.26923116 m
DY = 0.00557463 m

TIPO B

QB = 36.7071706 Kn
WD = 38.7123402 Kn
DM = 0.26923116 m
DY = 0.00557463 m

RIGIDEZ POST FLUENCIA

$$K_2^A = K_{\text{eff}}^A - \frac{Q_A}{D_M}$$

TIPO A

K2 = 713.659 Kn/m 0.714 Kn/mm
Keff = 0.850 Kn/mm 850 Kn/m
QA = 36.707 Kn
DM = 0.269 m

TIPO B

K2 = 713.659 Kn/m 0.714 Kn/mm
Keff = 0.850 Kn/mm 850 Kn/m
QB = 36.707 Kn
DM = 0.269 m

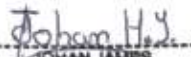
RIGIDEZ INICIAL DEL DISPOSITIVO K1

$$K_1^A = \frac{Q_A}{D_y^A} + K_2^A$$

TIPO A

K1 = 7301.16385 Kn/m
QA = 36.7071706 Kn/m

7.301 Kn/mm



JOHAN JAMES
HINGOSTROZA YUCRA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 226979

Firma y sello

DY = 0.00557463 m
K2 = 716.482312 Kn/m Kd

TIPO B

K1 = 7301.16385 Kn/m 7.301 Kn/mm
QB = 36.7071706 Kn/m
DY = 0.00557463 m
K2 = 716.482312 Kn/m Kd

FUERZA DE FLUENCIA FY

$$F_y^A = Q_A + (K_2^A \cdot D_y^A)$$

TIPO A

FY = 40.7012952 Kn
QA = 36.7071706 Kn
K2 = 716.482312 Kn/m
DY = 0.00557463 m

TIPO B

FY = 40.7012952 Kn
QB = 36.7071706 Kn
K2 = 716.482312 Kn/m
DY = 0.00557463 m

RATIO DE RIGIDEZ (RELACION DE RIGIDEZ POST FLUENCIA/RIGIDEZ INICIAL)

$$\frac{K_2^A}{K_1^A}$$

TIPO A

RATIO A = 0.098
K2 = 716.482312 Kn/m



JOHAN JAMES
HINOSTROZA YUCRA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 228979

Firma y sello

K1 = 7301.16385 Kn/m

TIPO B

RATIO B = 0.098

K2 = 716.482312 Kn/m

K1 = 7301.16385 Kn/m

PERIODO REAL DEL SISTEMA

$$T_M = 2\pi \sqrt{\frac{P}{K_M * g}}$$

TM = 1.65 segundos

P = 8624.53664 Kn

KM = 12.75 Kn/mm

g = 9810 mm/s²

FRECUENCIA ANGULAR DEL SISTEMA


$$\omega = \frac{2\pi}{T_{real}}$$

W = 3.81 rad/seg

TM = 1.65 seg

AMORTIGUAMIENTO EFECTIVO DE CADA AISLADOR

$$C = \frac{W_D^A}{\pi * D_M^2 * \omega}$$



JOHAN JAMES
HINOJOSA YUCRA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 226979

Firma y sello

TIPO A

C = 44.6403109 Kn.seg/m 0.04 Kn.seg/mm
 WD = 38.7123402 Kn.m
 DM = 0.26923116 m
 W = 3.81 rad/seg

TIPO B

C = 44.6403109 Kn.seg/m 0.04 Kn.seg/mm
 WD = 38.7123402 Kn.m
 DM = 0.26923116 m
 W = 3.81 rad/seg

Propiedades mecánicas	UNIDAD	Dispositivo tipo A	Dispositivo tipo B
TDR1 - HDRB			
Rigidez Compuesta del sistema	Kn/mm	12.75	12.75
Energía disipada	Kn.m	38.71234016	38.71234016
Fuerza característica Q	Kn	35.9471214	35.9471214
Primera aproximación de valores de K2	Kn/m	716.4823122	716.4823122
Primera aproximación de valores de rigidez inicial K1	Kn/m	7164.823122	7164.823122
Desplazamiento de fluencia (Iterativo)	m	0.005574631	0.005574631
Fuerza característica Q (conociendo el desplazamiento de fluencia)	Kn	36.70717004	36.70717004
Rigidez post fluencia	Kn/mm	0.71369276	0.71369276
Rigidez inicial del dispositivo K1	Kn/mm	7.301163846	7.301163846
Fuerza de fluencia FY	Kn	40.70129524	40.70129524
Ratio de rigidez		0.098132617	0.098132617
Periodo real del sistema	segundos	1.649902034	1.649902034
Frecuencia real del sistema	rad/seg	3.808217201	3.808217201
Amortiguamiento efectivo de cada aislador	Kn.seg/mm	0.04	0.04

Johan H. y
 JOHAN JAMES
 HINOSTROZA YUCRA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 226979

Firma y sello

EDIFICACIÓN SIN AISLAMIENTO SÍSMICO

Desplazamientos en la dirección X del análisis dinámico modal espectral

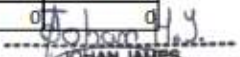
TABLE: Story Response				
Story	Elevation m	Location	X-Dir m	Y-Dir m
Story6	15.8	Top	0.032682	0.011302
Story5	13.2	Top	0.023396	0.006576
Story4	10.6	Top	0.017607	0.00566
Story3	8	Top	0.012316	0.004415
Story2	5.4	Top	0.008465	0.003043
Story1	2.8	Top	0.004154	0.001474
Base	0	Top	0	0

Desplazamientos en la dirección Y del análisis dinámico modal espectral

TABLE: Story Response				
Story	Elevation m	Location	X-Dir m	Y-Dir m
Story6	15.8	Top	0.014526	0.016844
Story5	13.2	Top	0.01281	0.013888
Story4	10.6	Top	0.010152	0.011946
Story3	8	Top	0.0074	0.009368
Story2	5.4	Top	0.005081	0.006392
Story1	2.8	Top	0.002482	0.003051
Base	0	Top	0	0

Derivas de entre piso para el sismo dinámico en la dirección X del análisis dinámico modal espectral

TABLE: Story Response				
Story	Elevation m	Location	X-Dir	Y-Dir
Story6	15.8	Top	0.007723	0.00315
Story5	13.2	Top	0.002448	0.000383
Story4	10.6	Top	0.002225	0.0005
Story3	8	Top	0.001524	0.000535
Story2	5.4	Top	0.001667	0.000606
Story1	2.8	Top	0.001415	0.000482
Base	0	Top	0	0


JOHAN JAMES
HINOJOSA YUCRA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 226979


Firma y sello

Derivas de entre piso para el sismo dinámico en la dirección Y del análisis dinámico modal espectral

TABLE: Story Response				
Story	Elevation m	Location	X-Dir	Y-Dir
Story6	15.8	Top	0.003179	0.002804
Story5	13.2	Top	0.001145	0.000779
Story4	10.6	Top	0.001128	0.001016
Story3	8	Top	0.00091	0.001156
Story2	5.4	Top	0.001003	0.001288
Story1	2.8	Top	0.000807	0.00109
Base	0	Top	0	0

Periodos de vibración y masa participativa

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Modal	1	0.972	0.7183	0.0009	0	0.7183	0.0009	0	0.0001	0.2593	0.0136	0.0001	0.2593	0.0136
Modal	2	0.831	0.0147	0.0533	0	0.713	0.0541	0	0.0064	0.0134	0.742	0.0065	0.7377	0.7046
Modal	3	0.804	0	0.7893	0	0.713	0.8433	0	0.2204	0.0005	0.0219	0.1639	0.2792	0.0169
Modal	4	0.422	0.1039	0.0005	0	0.8368	0.8438	0	0.0007	0.2003	0.0002	0.1647	0.4795	0.0168
Modal	5	0.363	0.0927	0.0003	0	0.5298	0.8441	0	0.0012	0.2387	0.0002	0.1629	0.7182	0.0181
Modal	6	0.308	0.0001	0.0002	0	0.5298	0.8483	0	0.0195	0.0001	0.1294	0.1854	0.7183	0.9342
Modal	7	0.252	0.0008	0.0218	0	0.5304	0.8675	0	0.1305	0.0016	0.0021	0.2163	0.7209	0.9365
Modal	8	0.221	0.0001	0.028	0	0.5302	0.928	0	0.3782	1.78E-05	1.42E-02	0.8949	0.7209	0.9365
Modal	9	0.21	0.005	0.0138	0	0.5392	0.9437	0	0.1223	0.0002	0.0041	0.8172	0.7471	0.9401
Modal	10	0.192	0.0086	0.0029	0	0.5601	0.9467	0	0.0132	0.0001	0.0022	0.6364	0.8439	0.9421
Modal	11	0.17	2.13E-05	0.0017	0	0.5601	0.9463	0	0.003	0.0002	0.0276	0.8354	0.8444	0.9398
Modal	12	0.15	0.0011	0.0006	0	0.5671	0.9489	0	0.0018	0.0002	8.97E-06	0.8412	0.8499	0.9398
Modal	13	0.142	0.0182	0.001	0	0.5833	0.95	0	0.0014	0.0634	0.0023	0.8437	0.9333	0.9356
Modal	14	0.132	0.0014	0.023	0	0.5947	0.9749	0	0.0002	0.0001	0.0019	0.904	0.9403	0.9372
Modal	15	0.122	0.0049	0.002	0	0.5999	0.9769	0	0.0001	0.0251	0.0131	0.9108	0.9354	0.9369
Modal	16	0.104	0.0002	2.03E-05	0	0.5947	0.9769	0	1.22E-05	0.0176	0.0031	0.9108	0.9361	0.9369
Modal	17	0.098	0.0004	0.0132	0	0.5931	0.99	0	0.0202	0.0012	0.0002	0.9011	0.9344	0.9361
Modal	18	0.091	0.0001	0.0003	0	0.5922	0.9903	0	0.0014	0.0002	4.22E-05	0.9025	0.9342	0.9361


JOHAN JAMES
HINOSTROZA YUCRA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 226979


Firma y sello

Máximas aceleraciones para el sismo dinámico en la dirección X del análisis dinámico modal espectral

Story	Output Case	Case Type	Step Type	UX m/sec ²	UY m/sec ²	UZ m/sec ²	RX rad/sec ²	RY rad/sec ²	RZ rad/sec ²
Story0	SxD	LinRespSpec	Max	4.7205	2.7591	0.4037	0.802	1.689	1.152
Story5	SxD	LinRespSpec	Max	1.1056	0.5089	0.394	0.751	1.307	0.051
Story4	SxD	LinRespSpec	Max	0.8009	0.4067	0.2977	0.092	0.289	0.039
Story3	SxD	LinRespSpec	Max	0.8804	0.3759	0.1923	0.077	0.113	0.030
Story2	SxD	LinRespSpec	Max	0.7605	0.3407	0.2299	0.082	0.128	0.023
Story1	SxD	LinRespSpec	Max	0.6091	0.2699	0.1838	0.075	0.12	0.027
Base	SxD	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0

Máximas aceleraciones para el sismo dinámico en la dirección Y del análisis dinámico modal espectral

Story	Output Case	Case Type	Step Type	UX m/sec ²	UY m/sec ²	UZ m/sec ²	RX rad/sec ²	RY rad/sec ²	RZ rad/sec ²
Story0	SyD	LinRespSpec	Max	2.5944	3.5482	0.3398	1.073	0.881	1.084
Story5	SyD	LinRespSpec	Max	0.7101	1.2452	0.3404	0.916	0.684	0.063
Story4	SyD	LinRespSpec	Max	0.586	1.0028	0.2337	0.188	0.168	0.052
Story3	SyD	LinRespSpec	Max	0.5326	0.9436	0.2044	0.156	0.069	0.044
Story2	SyD	LinRespSpec	Max	0.4474	0.7990	0.2357	0.161	0.074	0.032
Story1	SyD	LinRespSpec	Max	0.3403	0.5723	0.2419	0.168	0.06	0.020
Base	SyD	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0


 JOHAN JAMES
 HINOJOSA YUCRA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 226979

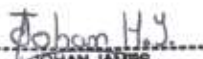
Firma y sello

Máximas aceleraciones para el sismo dinámico en la dirección EO en X del análisis dinámico tiempo historia (1966)

Story	Output Case	Case Type	Step Type	UX m/sec ²	UY m/sec ²	UZ m/sec ²	RX rad/sec ²	RY rad/sec ²	RZ rad/sec ²
Story6	SISMO_1966_EO_XX	NonModHis t	Max	14.0177	4.5093	1.4879	1.431	4.23	1.943
Story5	SISMO_1966_EO_XX	NonModHis t	Max	5	0.8405	1.4874	1.163	1.312	0.135
Story4	SISMO_1966_EO_XX	NonModHis t	Max	2.942	0.5098	1.3129	0.109	1.195	0.093
Story3	SISMO_1966_EO_XX	NonModHis t	Max	3.8808	0.3924	0.4192	0.073	0.335	0.078
Story2	SISMO_1966_EO_XX	NonModHis t	Max	3.379	0.3684	0.3783	0.073	0.359	0.077
Story1	SISMO_1966_EO_XX	NonModHis t	Max	2.2817	0.223	0.5833	0.056	0.553	0.05
Base	SISMO_1966_EO_XX	NonModHis t	Max	2.0631	0	0	0	0	0

Máximas aceleraciones para el sismo dinámico en la dirección EO en Y del análisis dinámico tiempo historia (1966)

Story	Output Case	Case Type	Step Type	UX m/sec ²	UY m/sec ²	UZ m/sec ²	RX rad/sec ²	RY rad/sec ²	RZ rad/sec ²
Story6	SISMO_1966_EO_YY	NonModHis t	Max	4.556	8.7468	0.8811	1.871	2.051	1.425
Story5	SISMO_1966_EO_YY	NonModHis t	Max	1.5933	4.3339	0.8803	1.629	0.312	0.186
Story4	SISMO_1966_EO_YY	NonModHis t	Max	1.4391	3.5415	0.9088	0.669	0.304	0.166
Story3	SISMO_1966_EO_YY	NonModHis t	Max	1.4705	3.6887	0.6368	0.452	0.109	0.137
Story2	SISMO_1966_EO_YY	NonModHis t	Max	1.1807	3.7788	0.4768	0.456	0.107	0.092
Story1	SISMO_1966_EO_YY	NonModHis t	Max	0.6253	2.6783	0.6658	0.706	0.138	0.047
Base	SISMO_1966_EO_YY	NonModHis t	Max	0	2.0631	0	0	0	0


 JOHAN JAMES
 HINOJOSA YUCRA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 226979

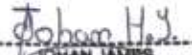
Firma y sello

Máximas aceleraciones para el sismo dinámico en la dirección NS en X del análisis dinámico tiempo historia (1966)

Story	Output Case	Case Type	Step Type	UX m/sec ²	UY m/sec ²	UZ m/sec ²	RX rad/sec ²	RY rad/sec ²	RZ rad/sec ²
Story0	SISMD_1900_NS_XX	NonModHis	Max	14.1585	4.3934	1.4648	1.086	4.426	1.991
Story5	SISMD_1900_NS_XX	NonModHis	Max	4.5734	0.6831	1.4647	0.962	1.3	0.165
Story4	SISMD_1900_NS_XX	NonModHis	Max	2.6519	0.4949	1.4307	0.107	1.319	0.126
Story3	SISMD_1900_NS_XX	NonModHis	Max	4.0948	0.4107	0.3924	0.121	0.335	0.069
Story2	SISMD_1900_NS_XX	NonModHis	Max	3.3996	0.3736	0.4257	0.091	0.404	0.073
Story1	SISMD_1900_NS_XX	NonModHis	Max	2.0405	0.2525	0.4646	0.06	0.436	0.052
Base	SISMD_1900_NS_XX	NonModHis	Max	2.0417	0	0	0	0	0

Máximas aceleraciones para el sismo dinámico en la dirección NS en Y del análisis dinámico tiempo historia (1966)

Story	Output Case	Case Type	Step Type	UX m/sec ²	UY m/sec ²	UZ m/sec ²	RX rad/sec ²	RY rad/sec ²	RZ rad/sec ²
Story0	SISMD_1900_NS_YY	NonModHis	Max	3.3472	9.2296	1.0616	1.824	1.544	1.535
Story5	SISMD_1900_NS_YY	NonModHis	Max	1.6638	5.9211	1.0529	1.614	0.274	0.189
Story4	SISMD_1900_NS_YY	NonModHis	Max	1.448	4.6936	0.8642	0.021	0.26	0.149
Story3	SISMD_1900_NS_YY	NonModHis	Max	1.3666	4.1385	0.9125	0.528	0.096	0.156
Story2	SISMD_1900_NS_YY	NonModHis	Max	1.0269	3.4565	0.784	0.477	0.136	0.086
Story1	SISMD_1900_NS_YY	NonModHis	Max	0.5924	2.2658	0.8281	0.736	0.114	0.048
Base	SISMD_1900_NS_YY	NonModHis	Max	0	2.0417	0	0	0	0


 JOHAN JAMES
 INGENIERO YUCRA
 INGÉNIEIRO CIVIL
 Reg. CIP N° 226979

Firma y sello

Máximas aceleraciones para el sismo dinámico en la dirección EO en X del análisis dinámico tiempo historia (1974)

Story	Output Case	Case Type	Step Type	UX m/sec ²	UY m/sec ²	UZ m/sec ²	RX rad/sec ²	RY rad/sec ²	RZ rad/sec ²
Story0	SISMO 1974_EO_XX	NonModHis t	Max	7.9833	2.953	0.9805	0.903	2.03	1.357
Story5	SISMO 1974_EO_XX	NonModHis t	Max	3.2297	0.5705	0.5797	0.803	0.866	0.113
Story4	SISMO 1974_EO_XX	NonModHis t	Max	2.7788	0.4808	0.9281	0.073	0.832	0.089
Story3	SISMO 1974_EO_XX	NonModHis t	Max	2.983	0.3559	0.3407	0.06	0.303	0.06
Story2	SISMO 1974_EO_XX	NonModHis t	Max	2.7707	0.3226	0.3708	0.078	0.338	0.052
Story1	SISMO 1974_EO_XX	NonModHis t	Max	1.6588	0.1851	0.3776	0.046	0.36	0.034
Base	SISMO 1974_EO_XX	NonModHis t	Max	1.4304	0	0	0	0	0

Máximas aceleraciones para el sismo dinámico en la dirección EO en Y del análisis dinámico tiempo historia (1974)

Story	Output Case	Case Type	Step Type	UX m/sec ²	UY m/sec ²	UZ m/sec ²	RX rad/sec ²	RY rad/sec ²	RZ rad/sec ²
Story0	SISMO 1974_EO_YY	NonModHis t	Max	3.4561	7.5516	0.7838	1.784	1.478	1.525
Story5	SISMO 1974_EO_YY	NonModHis t	Max	1.8348	3.0949	0.7782	1.537	0.235	0.232
Story4	SISMO 1974_EO_YY	NonModHis t	Max	1.3438	4.1899	0.0305	0.566	0.186	0.169
Story3	SISMO 1974_EO_YY	NonModHis t	Max	1.1259	4.0145	0.6094	0.538	0.084	0.14
Story2	SISMO 1974_EO_YY	NonModHis t	Max	0.8335	3.2522	0.5528	0.486	0.093	0.1
Story1	SISMO 1974_EO_YY	NonModHis t	Max	0.4011	2.0955	0.7735	0.093	0.091	0.048
Base	SISMO 1974_EO_YY	NonModHis t	Max	0	1.4304	0	0	0	0



 JOHAN JAMES
 HINOSTROZA YUCRA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 226979

Firma y sello

Máximas aceleraciones para el sismo dinámico en la dirección NS en X del análisis dinámico tiempo historia (1974)

Story	Output Case	Case Type	Step Type	UX m/sec ²	UY m/sec ²	UZ m/sec ²	RX rad/sec ²	RY rad/sec ²	RZ rad/sec ²
Story0	SISMO 1974_NS_XX	NonModHis t	Max	10.7600	5.0179	1.5990	1.522	3.07	2.093
Story5	SISMO 1974_NS_XX	NonModHis t	Max	5.2787	0.7079	1.0038	1.384	1.471	0.158
Story4	SISMO 1974_NS_XX	NonModHis t	Max	3.5310	0.5852	1.5574	0.097	1.421	0.113
Story3	SISMO 1974_NS_XX	NonModHis t	Max	3.9837	0.4386	0.3890	0.059	0.32	0.079
Story2	SISMO 1974_NS_XX	NonModHis t	Max	3.2114	0.4604	0.5248	0.048	0.459	0.061
Story1	SISMO 1974_NS_XX	NonModHis t	Max	2.5999	0.2392	0.6095	0.057	0.561	0.037
Base	SISMO 1974_NS_XX	NonModHis t	Max	1.9793	0	0	0	0	0

Máximas aceleraciones para el sismo dinámico en la dirección NS en Y del análisis dinámico tiempo historia (1974)

Story	Output Case	Case Type	Step Type	UX m/sec ²	UY m/sec ²	UZ m/sec ²	RX rad/sec ²	RY rad/sec ²	RZ rad/sec ²
Story0	SISMO 1974_NS_YY	NonModHis t	Max	4.6206	7.9272	0.8885	2.028	2.022	1.701
Story5	SISMO 1974_NS_YY	NonModHis t	Max	1.9278	4.9556	0.8875	1.722	0.273	0.23
Story4	SISMO 1974_NS_YY	NonModHis t	Max	1.5007	4.3021	0.8049	0.595	0.2	0.179
Story3	SISMO 1974_NS_YY	NonModHis t	Max	1.1499	3.4427	0.7285	0.447	0.085	0.14
Story2	SISMO 1974_NS_YY	NonModHis t	Max	0.7353	2.4443	0.4557	0.416	0.094	0.09
Story1	SISMO 1974_NS_YY	NonModHis t	Max	0.404	1.8314	0.5417	0.583	0.08	0.045
Base	SISMO 1974_NS_YY	NonModHis t	Max	0	1.9793	0	0	0	0


 JOHAN JAMES
 HINOSTROZA YUCRA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 226979

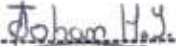
Firma y sello

Máximas aceleraciones para el sismo dinámico en la dirección EO en X del análisis dinámico tiempo historia (2007)

Story	Output Case	Case Type	Step Type	UX m/sec ²	UY m/sec ²	UZ m/sec ²	RX rad/sec ²	RY rad/sec ²	RZ rad/sec ²
Story0	SISMO 2007_EO_XX	NonModHs	Max	9.6378	4.1523	1.2583	1.449	3.619	1.003
Story5	SISMO 2007_EO_XX	NonModHs	Max	3.9721	0.4924	1.2579	1.262	1.10	0.081
Story4	SISMO 2007_EO_XX	NonModHs	Max	2.7431	0.4047	1.0417	0.076	0.991	0.071
Story3	SISMO 2007_EO_XX	NonModHs	Max	2.7987	0.3014	0.3121	0.037	0.286	0.053
Story2	SISMO 2007_EO_XX	NonModHs	Max	2.3034	0.2417	0.3497	0.036	0.344	0.044
Story1	SISMO 2007_EO_XX	NonModHs	Max	1.5749	0.1372	0.4237	0.055	0.41	0.033
Base	SISMO 2007_EO_XX	NonModHs	Max	1.1746	0	0	0	0	0

Máximas aceleraciones para el sismo dinámico en la dirección EO en Y del análisis dinámico tiempo historia (2007)

Story	Output Case	Case Type	Step Type	UX m/sec ²	UY m/sec ²	UZ m/sec ²	RX rad/sec ²	RY rad/sec ²	RZ rad/sec ²
Story0	SISMO 2007_EO_YY	NonModHs	Max	5.1142	9.2809	0.9186	2.099	2.189	2.07
Story5	SISMO 2007_EO_YY	NonModHs	Max	1.7276	4.7556	0.9172	2.321	0.271	0.203
Story4	SISMO 2007_EO_YY	NonModHs	Max	1.3408	4.0633	0.7434	0.563	0.158	0.167
Story3	SISMO 2007_EO_YY	NonModHs	Max	1.012	3.0532	0.4929	0.342	0.067	0.127
Story2	SISMO 2007_EO_YY	NonModHs	Max	0.697	2.2653	0.5064	0.381	0.073	0.085
Story1	SISMO 2007_EO_YY	NonModHs	Max	0.3342	1.6234	0.5042	0.512	0.074	0.041
Base	SISMO 2007_EO_YY	NonModHs	Max	0	1.1746	0	0	0	0


 JOHAN JAMES
 HINOJOSA YUCRA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 226879

Firma y sello

Máximas aceleraciones para el sismo dinámico en la dirección NS en X del análisis dinámico tiempo historia (2007)

Story	Output Case	Case Type	Step Type	UX m/sec ²	UY m/sec ²	UZ m/sec ²	RX rad/sec ²	RY rad/sec ²	RZ rad/sec ²
Story0	SISMO 2007_NS_XX	NonModHs t	Max	8.9007	4.2010	1.1442	1.23	3.049	1.002
Story5	SISMO 2007_NS_XX	NonModHs t	Max	3.8039	0.6037	1.1485	1.111	1.019	0.122
Story4	SISMO 2007_NS_XX	NonModHs t	Max	3.5144	0.454	1.0738	0.078	0.975	0.084
Story3	SISMO 2007_NS_XX	NonModHs t	Max	2.9915	0.4502	0.3998	0.044	0.348	0.068
Story2	SISMO 2007_NS_XX	NonModHs t	Max	2.801	0.3756	0.4841	0.033	0.410	0.052
Story1	SISMO 2007_NS_XX	NonModHs t	Max	1.9003	0.2079	0.4087	0.043	0.391	0.031
Base	SISMO 2007_NS_XX	NonModHs t	Max	1.1101	0	0	0	0	0

Máximas aceleraciones para el sismo dinámico en la dirección NS en Y del análisis dinámico tiempo historia (2007)

Story	Output Case	Case Type	Step Type	UX m/sec ²	UY m/sec ²	UZ m/sec ²	RX rad/sec ²	RY rad/sec ²	RZ rad/sec ²
Story0	SISMO 2007_NS_YY	NonModHs t	Max	3.7403	11.0263	1.0809	2.778	2.443	2.151
Story5	SISMO 2007_NS_YY	NonModHs t	Max	1.5999	4.1444	1.0854	2.382	0.337	0.203
Story4	SISMO 2007_NS_YY	NonModHs t	Max	1.3434	3.6308	1.0094	0.666	0.24	0.158
Story3	SISMO 2007_NS_YY	NonModHs t	Max	1.1093	2.928	0.6374	0.421	0.096	0.143
Story2	SISMO 2007_NS_YY	NonModHs t	Max	0.7134	3.0730	0.4410	0.30	0.091	0.094
Story1	SISMO 2007_NS_YY	NonModHs t	Max	0.3706	1.8559	0.708	0.580	0.096	0.04
Base	SISMO 2007_NS_YY	NonModHs t	Max	0	1.1101	0	0	0	0



 JOHAN JAMES
 INGENIERO YUCRA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 226979

Firma y sello

EDIFICACIÓN CON AISLAMIENTO SÍSMICO

Desplazamientos en la dirección X del análisis dinámico modal espectral

TABLE: Story Response				
Story	Elevation m	Location	X-Dir m	Y-Dir m
Story6	19.467	Top	0.03307	0.013652
Story5	16.867	Top	0.031908	0.013403
Story4	14.267	Top	0.029751	0.013007
Story3	11.667	Top	0.027625	0.012473
Story2	9.067	Top	0.025966	0.01187
Story1	6.467	Top	0.024019	0.011136
NIVEL DE BASE	3.667	Top	0.020992	0.009233
AISLAMIEN TO	2.867	Top	0.020971	0.009226
CAPITEL	2.6	Top	7.50E-05	3.00E-05
SOTANO	1.8	Top	4.90E-05	2.00E-05
Base	0	Top	0	0

Desplazamientos en la dirección Y del análisis dinámico modal espectral

TABLE: Story Response				
Story	Elevation m	Location	X-Dir m	Y-Dir m
Story6	19.467	Top	0.017516	0.023711
Story5	16.867	Top	0.017019	0.023312
Story4	14.267	Top	0.016099	0.022773
Story3	11.667	Top	0.015109	0.021995
Story2	9.067	Top	0.014247	0.021026
Story1	6.467	Top	0.013216	0.019841
NIVEL DE BASE	3.667	Top	0.011141	0.018003
AISLAMIEN TO	2.867	Top	0.011132	0.017988
CAPITEL	2.6	Top	3.90E-05	6.00E-05
SOTANO	1.8	Top	2.60E-05	3.90E-05
Base	0	Top	0	0



JOHAN JAMES
HINOJOSA YUCRA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 226979

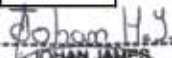
Firma y sello

Derivas de entre piso para el sismo dinámico en la dirección X del análisis dinámico modal espectral

TABLE: Story Response				
Story	Elevation m	Location	X-Dir	Y-Dir
Story6	19.467	Top	0.001539	0.000414
Story5	16.867	Top	0.000938	0.00016
Story4	14.267	Top	0.0009	0.000212
Story3	11.667	Top	0.000666	0.000236
Story2	9.067	Top	0.000763	0.000285
Story1	6.467	Top	0.0007	0.000237
NIVEL DE BASE	3.667	Top	7.60E-05	3.60E-05
AISLAMIENT O	2.867	Top	0.078141	0.034376
CAPITEL	2.6	Top	3.60E-05	1.40E-05
SOTANO	1.8	Top	2.70E-05	1.10E-05
Base	0	Top	0	0

Derivas de entre piso para el sismo dinámico en la dirección X del análisis dinámico modal espectral

TABLE: Story Response				
Story	Elevation m	Location	X-Dir	Y-Dir
Story6	19.467	Top	0.000675	0.000487
Story5	16.867	Top	0.000397	0.000219
Story4	14.267	Top	0.00041	0.000312
Story3	11.667	Top	0.000342	0.000383
Story2	9.067	Top	0.000401	0.000462
Story1	6.467	Top	0.000357	0.000416
NIVEL DE BASE	3.667	Top	3.70E-05	6.50E-05
AISLAMIENT O	2.867	Top	0.041483	0.067018
CAPITEL	2.6	Top	1.90E-05	2.90E-05
SOTANO	1.8	Top	1.40E-05	2.10E-05
Base	0	Top	0	0


 JOHAN JAMES
 HINOJOSA YUCRA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 226979

Firma y sello

Periodos de vibración y masa participativa

Case	Mode	Period [et]	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Modal	1	1.887	0.433	0.0793	0	0.433	0.0793	0	0.0074	0.0488	0.3671	0.0074	0.0488	0.3671
Modal	2	1.747	0.333	0.423	0	0.766	0.503	0	0.0328	0.0412	0.1281	0.0402	0.09	0.4833
Modal	3	1.625	0.0901	0.3802	0	0.8765	0.8935	0	0.0232	0.0125	0.3985	0.0636	0.1025	0.8921
Modal	4	0.813	0.0138	2.04E-05	0	0.8967	0.8935	0	0.0003	0.0009	0.0001	0.0007	0.7138	0.8921
Modal	5	0.47	0.0002	0.0001	0	0.8969	0.8937	0	0.0192	0.0002	0.0099	0.0628	0.7171	0.9025
Modal	6	0.393	0.0004	0.0003	0	0.8972	0.8942	0	0.0768	0.0175	0.0002	0.1254	0.735	0.9007
Modal	7	0.381	0.0001	0.0001	0	0.8973	0.8987	0	0.0462	0.0024	0.0001	0.0078	0.7374	0.9038
Modal	8	0.288	0.0004	1.93E-05	0	0.8988	0.8987	0	0.0002	7.14E-02	5.38E-05	0.0078	0.8088	0.9038
Modal	9	0.249	2.03E-06	3.77E-05	0	0.8988	0.8987	0	0.0013	3.34E-05	0.0002	0.0055	0.8088	0.9021
Modal	10	0.242	2.37E-05	1.12E-05	0	0.8989	0.8987	0	0.0018	0.0012	0.0002	0.0109	0.8101	0.9026
Modal	11	0.208	1.13E-05	2.20E-05	0	0.8989	0.8987	0	0.0004	0.0014	4.22E-05	0.0112	0.8115	0.9027
Modal	12	0.187	2.52E-05	0.0002	0	0.8989	0.8989	0	0.0008	0.0002	5.05E-05	0.0119	0.8125	0.9027
Modal	13	0.175	0.0001	3.38E-05	0	0.899	0.8989	0	0.0002	0.0047	7.81E-05	0.0119	0.8182	0.9027
Modal	14	0.158	9.25E-07	4.36E-05	0	0.899	0.8989	0	0.0008	0.0001	0.0001	0.0126	0.8185	0.9028
Modal	15	0.148	1.13E-06	5.51E-07	0	0.899	0.8989	0	0.0001	2.10E-05	1.06E-05	0.0126	0.8184	0.9033
Modal	16	0.134	2.38E-07	3.41E-07	0	0.899	0.8989	0	1.00E-04	0.0001	3.07E-05	0.0127	0.8185	0.9038
Modal	17	0.125	1.40E-08	2.21E-07	0	0.899	0.899	0	0.0002	9.26E-06	1.81E-05	0.0129	0.8185	0.9028
Modal	18	0.111	4.77E-09	2.18E-08	0	0.899	0.899	0	0.0002	1.47E-05	1.60E-05	0.0183	0.8185	0.9033

Máximas aceleraciones para el sismo dinámico en la dirección X del análisis dinámico modal espectral

Story	Output Case	Case Type	Step Type	UX m/sec ²	UY m/sec ²	UZ m/sec ²	RX rad/sec ²	RY rad/sec ²	RZ rad/sec ²
Story8	5xD	UnRespSpec	Max	0.649	0.3142	0.0603	0.082	0.177	0.114
Story5	5xD	UnRespSpec	Max	0.3538	0.1472	0.0607	0.072	0.14	0.015
Story4	5xD	UnRespSpec	Max	0.303	0.1385	0.0558	0.011	0.047	0.014
Story3	5xD	UnRespSpec	Max	0.2805	0.131	0.0299	0.008	0.017	0.014
Story2	5xD	UnRespSpec	Max	0.2748	0.1262	0.0294	0.007	0.017	0.013
Story1	5xD	UnRespSpec	Max	0.2662	0.1229	0.0267	0.007	0.017	0.012
NIVEL DE BASE	5xD	UnRespSpec	Max	0.2626	0.1165	0.0031	0.001	0.001	0.011
AISLAMIENTO	5xD	UnRespSpec	Max	0.2628	0.1166	0.0031	0.001	0.001	0.011
CAPITEL	5xD	UnRespSpec	Max	0.0009	0.0004	0.0003	0.0001617	0.0003804	2.61E-05
SOTANO	5xD	UnRespSpec	Max	0.0006	0.0002	0.0002	0.0001737	0.0004186	2.20E-05
Base	5xD	UnRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0

Johan H. Y.
JOHAN JAMES
HINOSTROZA YUCRA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 226979

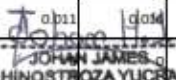
Firma y sello

Máximas aceleraciones para el sismo dinámico en la dirección Y del análisis dinámico modal espectral

Story	Output Case	Case Type	Step Type	UX m/sec ²	UY m/sec ²	UZ m/sec ²	RX rad/sec ²	RY rad/sec ²	RZ rad/sec ²
Story6	SyD	UnRespSpec	Max	0.3352	0.4537	0.036	0.086	0.104	0.083
Story5	SyD	UnRespSpec	Max	0.1897	0.3178	0.0374	0.076	0.08	0.015
Story4	SyD	UnRespSpec	Max	0.1667	0.2961	0.0332	0.02	0.02	0.014
Story3	SyD	UnRespSpec	Max	0.1572	0.2797	0.0305	0.02	0.007	0.013
Story2	SyD	UnRespSpec	Max	0.1511	0.2724	0.0274	0.019	0.007	0.012
Story1	SyD	UnRespSpec	Max	0.1456	0.2715	0.0251	0.017	0.007	0.012
NIVEL DE BASE	SyD	UnRespSpec	Max	0.1385	0.272	0.0041	0.002	0.001	0.011
AISLAMIENTO	SyD	UnRespSpec	Max	0.1385	0.2722	0.004	0.002	0.001	0.011
CAPITEL	SyD	UnRespSpec	Max	0.0005	0.0009	0.0004	0.0003804	0.0002031	2.51E-03
SOTANO	SyD	UnRespSpec	Max	0.0003	0.0006	0.0003	0.0004078	0.0002198	2.12E-03
Base	SyD	UnRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0

Máximas aceleraciones para el sismo dinámico en la dirección EO en X del análisis dinámico tiempo historia (1966)

Story	Output Case	Case Type	Step Type	UX m/sec ²	UY m/sec ²	UZ m/sec ²	RX rad/sec ²	RY rad/sec ²	RZ rad/sec ²
Story6	SISMO_1966_EO_XX	NonModHist	Max	4.4104	0.8051	0.5588	0.178	0.593	0.389
Story5	SISMO_1966_EO_XX	NonModHist	Max	3.6191	0.7557	0.5582	0.086	0.461	0.183
Story4	SISMO_1966_EO_XX	NonModHist	Max	1.9913	0.6984	0.7739	0.105	0.668	0.132
Story3	SISMO_1966_EO_XX	NonModHist	Max	1.3086	0.6593	0.3704	0.123	0.292	0.095
Story2	SISMO_1966_EO_XX	NonModHist	Max	1.8003	0.6832	0.3509	0.131	0.279	0.094
Story1	SISMO_1966_EO_XX	NonModHist	Max	1.7748	1.0026	0.2909	0.204	0.274	0.134
NIVEL DE BASE	SISMO_1966_EO_XX	NonModHist	Max	2.0921	1.516	0.0543	0.029	0.056	0.194
AISLAMIENTO	SISMO_1966_EO_XX	NonModHist	Max	2.1129	1.5373	0.0532	0.029	0.056	0.194
CAPITEL	SISMO_1966_EO_XX	NonModHist	Max	2.0873	0.025	0.0001	0.011	0.015	0.00E-03
SOTANO	SISMO_1966_EO_XX	NonModHist	Max	2.0811	0.0185	0.0047	0.011	0.014	5.00E-03
Base	SISMO_1966_EO_XX	NonModHist	Max	2.0631	0	0	0	0	0


JOHAN JAMES HINOJOSA YUCRA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 226979

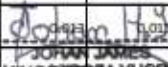
Firma y sello

Máximas aceleraciones para el sismo dinámico en la dirección EO en Y del análisis dinámico tiempo historia (1966)

Story	Output Case	Case Type	Step Type	UX m/sec ²	UY m/sec ²	UZ m/sec ²	RX rad/sec ²	RY rad/sec ²	RZ rad/sec ²
Story0	SISMD_1900_EO_YY	NonModHis	Max	1.3775	2.5143	0.2549	0.166	0.205	0.183
Story5	SISMD_1900_EO_YY	NonModHis	Max	1.1887	2.1823	0.2601	0.166	0.177	0.12
Story4	SISMD_1900_EO_YY	NonModHis	Max	0.7594	1.7167	0.3439	0.215	0.232	0.075
Story3	SISMD_1900_EO_YY	NonModHis	Max	0.0505	1.307	0.4078	0.274	0.058	0.058
Story2	SISMD_1900_EO_YY	NonModHis	Max	0.8264	1.1173	0.4544	0.326	0.122	0.071
Story1	SISMD_1900_EO_YY	NonModHis	Max	1.2228	1.7148	0.5426	0.41	0.217	0.123
NIVEL DE BASE	SISMD_1900_EO_YY	NonModHis	Max	1.8356	2.8443	0.08	0.057	0.034	0.199
AISLAMIENTO	SISMD_1900_EO_YY	NonModHis	Max	1.8705	2.8897	0.0783	0.057	0.034	0.199
CAPITEL	SISMD_1900_EO_YY	NonModHis	Max	0.0219	2.0483	0.0099	0.02	0.008	5.00E-03
SOTANO	SISMD_1900_EO_YY	NonModHis	Max	0.0161	2.0529	0.0077	0.02	0.008	5.00E-03
Base	SISMD_1900_EO_YY	NonModHis	Max	0	2.0631	0	0	0	0

Máximas aceleraciones para el sismo dinámico en la dirección NS en X del análisis dinámico tiempo historia (1966)

Story	Output Case	Case Type	Step Type	UX m/sec ²	UY m/sec ²	UZ m/sec ²	RX rad/sec ²	RY rad/sec ²	RZ rad/sec ²
Story6	SISMD_1900_NS_XX	NonModHis	Max	4.3318	1.1064	0.7352	0.19	0.951	0.403
Story5	SISMD_1900_NS_XX	NonModHis	Max	2.3285	0.9864	0.7345	0.075	0.606	0.147
Story4	SISMD_1900_NS_XX	NonModHis	Max	1.5096	0.7696	0.9348	0.097	0.811	0.128
Story3	SISMD_1900_NS_XX	NonModHis	Max	1.3256	0.6257	0.3499	0.098	0.205	0.106
Story2	SISMD_1900_NS_XX	NonModHis	Max	1.9802	0.6074	0.2462	0.104	0.195	0.103
Story1	SISMD_1900_NS_XX	NonModHis	Max	2.0738	0.9957	0.2488	0.157	0.217	0.122
NIVEL DE BASE	SISMD_1900_NS_XX	NonModHis	Max	2.2792	1.2891	0.0422	0.035	0.043	0.153
AISLAMIENTO	SISMD_1900_NS_XX	NonModHis	Max	2.2854	1.3091	0.0413	0.035	0.043	0.153
CAPITEL	SISMD_1900_NS_XX	NonModHis	Max	2.0502	0.024	0.0056	0.012	0.015	7.00E-03
SOTANO	SISMD_1900_NS_XX	NonModHis	Max	2.0476	0.0183	0.0044	0.013	0.015	6.00E-03
Base	SISMD_1900_NS_XX	NonModHis	Max	2.0417	0	0	0	0	0


JORDAN JAMES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 226979

Firma y sello

Máximas aceleraciones para el sismo dinámico en la dirección NS en Y del análisis dinámico tiempo historia (1966)

Story	Output Case	Case Type	Step Type	UX m/sec ²	UY m/sec ²	UZ m/sec ²	RX rad/sec ²	RY rad/sec ²	RZ rad/sec ²
Story0	SISMO_1900_NS_YY	NonModHis	Max	1.4797	2.3491	0.3241	0.162	0.302	0.211
Story5	SISMO_1900_NS_YY	NonModHis	Max	1.2	2.1321	0.3260	0.165	0.210	0.115
Story4	SISMO_1900_NS_YY	NonModHis	Max	0.8011	1.7735	0.3979	0.217	0.28	0.08
Story3	SISMO_1900_NS_YY	NonModHis	Max	0.0487	1.2941	0.3677	0.273	0.098	0.050
Story2	SISMO_1900_NS_YY	NonModHis	Max	1.0535	1.1847	0.4047	0.324	0.124	0.108
Story1	SISMO_1900_NS_YY	NonModHis	Max	1.5795	1.8629	0.4618	0.404	0.226	0.167
NIVEL DE BASE	SISMO_1900_NS_YY	NonModHis	Max	1.8661	2.9822	0.0825	0.059	0.032	0.221
AISLAMIENTO	SISMO_1900_NS_YY	NonModHis	Max	1.8827	3.0278	0.0808	0.059	0.032	0.221
CAPITEL	SISMO_1900_NS_YY	NonModHis	Max	0.0245	2.07	0.0103	0.02	0.01	5.00E-03
SOTANO	SISMO_1900_NS_YY	NonModHis	Max	0.0182	2.0633	0.008	0.02	0.01	5.00E-03
Base	SISMO_1900_NS_YY	NonModHis	Max	0	2.0417	0	0	0	0

Máximas aceleraciones para el sismo dinámico en la dirección EO en X del análisis dinámico tiempo historia (1974)

Story	Output Case	Case Type	Step Type	UX m/sec ²	UY m/sec ²	UZ m/sec ²	RX rad/sec ²	RY rad/sec ²	RZ rad/sec ²
Story6	SISMO 1974_EO_XX	NonModHist	Max	3.7421	1.4272	0.5914	0.144	0.791	0.311
Story5	SISMO 1974_EO_XX	NonModHist	Max	2.8155	1.3129	0.5909	0.073	0.489	0.158
Story4	SISMO 1974_EO_XX	NonModHist	Max	1.7848	1.0133	0.751	0.073	0.652	0.123
Story3	SISMO 1974_EO_XX	NonModHist	Max	1.3406	0.767	0.2757	0.077	0.214	0.1
Story2	SISMO 1974_EO_XX	NonModHist	Max	1.626	0.7247	0.2493	0.085	0.195	0.099
Story1	SISMO 1974_EO_XX	NonModHist	Max	1.8781	0.9124	0.2583	0.16	0.225	0.133
NIVEL DE BASE	SISMO 1974_EO_XX	NonModHist	Max	2.5871	1.2571	0.046	0.03	0.038	0.201
AISLAMIENTO	SISMO 1974_EO_XX	NonModHist	Max	2.6098	1.2080	0.045	0.03	0.038	0.201
CAPITEL	SISMO 1974_EO_XX	NonModHist	Max	1.4359	0.0252	0.0051	0.007	0.015	6.00E-03
SOTANO	SISMO 1974_EO_XX	NonModHist	Max	1.4345	0.0178	0.0039	0.007	0.015	5.00E-03
Base	SISMO 1974_EO_XX	NonModHist	Max	1.4304	0	0	0	0	0


 JOHAN JAMES
 HINOSTROZA YUCRA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 226979

Firma y sello

Máximas aceleraciones para el sismo dinámico en la dirección EO en Y del análisis dinámico tiempo historia (1974)

Story	Output Case	Case Type	Step Type	UX m/sec ²	UY m/sec ²	UZ m/sec ²	RX rad/sec ²	RY rad/sec ²	RZ rad/sec ²
Story0	SISMO 1974_EO_YY	NonModHist	Max	1.4095	2.1928	0.2269	0.135	0.25	0.173
Story5	SISMO 1974_EO_YY	NonModHist	Max	1.113	2.0099	0.2279	0.141	0.168	0.1
Story4	SISMO 1974_EO_YY	NonModHist	Max	0.7905	1.6919	0.2968	0.196	0.218	0.077
Story3	SISMO 1974_EO_YY	NonModHist	Max	0.7628	1.2891	0.3343	0.243	0.085	0.076
Story2	SISMO 1974_EO_YY	NonModHist	Max	0.9309	1.1145	0.373	0.283	0.100	0.093
Story1	SISMO 1974_EO_YY	NonModHist	Max	1.0223	1.3914	0.4329	0.334	0.167	0.107
NIVEL DE BASE	SISMO 1974_EO_YY	NonModHist	Max	1.4947	2.2262	0.0708	0.052	0.04	0.173
AISLAMIENTO	SISMO 1974_EO_YY	NonModHist	Max	1.508	2.2584	0.0993	0.053	0.041	0.173
CAPITEL	SISMO 1974_EO_YY	NonModHist	Max	0.0192	1.4552	0.0087	0.019	0.008	3.00E-03
SOTANO	SISMO 1974_EO_YY	NonModHist	Max	0.0142	1.4491	0.0087	0.019	0.008	3.00E-03
Base	SISMO 1974_EO_YY	NonModHist	Max	0	1.4304	0	0	0	0

Máximas aceleraciones para el sismo dinámico en la dirección NS en X del análisis dinámico tiempo historia (1974)

Story	Output Case	Case Type	Step Type	UX m/sec ²	UY m/sec ²	UZ m/sec ²	RX rad/sec ²	RY rad/sec ²	RZ rad/sec ²
Story0	SISMO 1974_NS_XX	NonModHist	Max	4.1774	1.0282	0.595	0.157	0.726	0.428
Story5	SISMO 1974_NS_XX	NonModHist	Max	3.1007	0.9698	0.5944	0.056	0.492	0.162
Story4	SISMO 1974_NS_XX	NonModHist	Max	1.5186	0.8234	0.7938	0.066	0.085	0.117
Story3	SISMO 1974_NS_XX	NonModHist	Max	1.4494	0.7433	0.3328	0.077	0.254	0.1
Story2	SISMO 1974_NS_XX	NonModHist	Max	1.8744	0.7349	0.2472	0.106	0.185	0.112
Story1	SISMO 1974_NS_XX	NonModHist	Max	2.2663	0.8004	0.252	0.203	0.235	0.126
NIVEL DE BASE	SISMO 1974_NS_XX	NonModHist	Max	2.2782	1.3418	0.0385	0.036	0.065	0.148
AISLAMIENTO	SISMO 1974_NS_XX	NonModHist	Max	2.3006	1.3608	0.0377	0.036	0.065	0.148
CAPITEL	SISMO 1974_NS_XX	NonModHist	Max	1.9746	0.0275	0.0047	0.009	0.018	7.00E-03
SOTANO	SISMO 1974_NS_XX	NonModHist	Max	1.9761	0.0208	0.0037	0.009	0.018	6.00E-03
Base	SISMO 1974_NS_XX	NonModHist	Max	1.9793	0	0	0	0	0


 JOHAN JAMES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 226979

Firma y sello

Máximas aceleraciones para el sismo dinámico en la dirección NS en Y del análisis dinámico tiempo historia (1974)

Story	Output Case	Case Type	Step Type	UX m/sec ²	UY m/sec ²	UZ m/sec ²	RX rad/sec ²	RY rad/sec ²	RZ rad/sec ²
Story0	SISMO 1974_NS_YY	NonModHist	Max	1.4727	2.3191	0.2559	0.118	0.268	0.181
Story5	SISMO 1974_NS_YY	NonModHist	Max	1.2264	2.0283	0.2002	0.158	0.157	0.104
Story4	SISMO 1974_NS_YY	NonModHist	Max	0.8305	1.0483	0.3306	0.166	0.218	0.076
Story3	SISMO 1974_NS_YY	NonModHist	Max	0.6681	1.2437	0.3812	0.206	0.085	0.077
Story2	SISMO 1974_NS_YY	NonModHist	Max	0.8159	1.0025	0.4263	0.239	0.133	0.078
Story1	SISMO 1974_NS_YY	NonModHist	Max	0.9744	1.5675	0.483	0.301	0.227	0.108
NIVEL DE BASE	SISMO 1974_NS_YY	NonModHist	Max	1.6703	2.163	0.0013	0.042	0.094	0.174
AISLAMIENTO	SISMO 1974_NS_YY	NonModHist	Max	1.6805	2.1874	0.06	0.042	0.094	0.174
CAPITEL	SISMO 1974_NS_YY	NonModHist	Max	0.0182	1.9609	0.0078	0.014	0.007	5.00E-03
SOTANO	SISMO 1974_NS_YY	NonModHist	Max	0.0135	1.9671	0.0061	0.014	0.007	4.00E-03
Base	SISMO 1974_NS_YY	NonModHist	Max	0	1.9793	0	0	0	0

Máximas aceleraciones para el sismo dinámico en la dirección EO en X del análisis dinámico tiempo historia (2007)

Story	Output Case	Case Type	Step Type	UX m/sec ²	UY m/sec ²	UZ m/sec ²	RX rad/sec ²	RY rad/sec ²	RZ rad/sec ²
Story0	SISMO_2007_EO_XX	NonModHist	Max	3.9884	0.8005	0.5855	0.161	0.737	0.356
Story5	SISMO_2007_EO_XX	NonModHist	Max	2.4377	0.8058	0.5889	0.069	0.488	0.147
Story4	SISMO_2007_EO_XX	NonModHist	Max	1.5059	0.7844	0.7861	0.07	0.069	0.13
Story3	SISMO_2007_EO_XX	NonModHist	Max	1.2288	0.754	0.3029	0.085	0.234	0.106
Story2	SISMO_2007_EO_XX	NonModHist	Max	1.7854	0.6873	0.213	0.125	0.167	0.103
Story1	SISMO_2007_EO_XX	NonModHist	Max	2.0655	0.9294	0.311	0.205	0.301	0.107
NIVEL DE BASE	SISMO_2007_EO_XX	NonModHist	Max	2.4871	1.4885	0.0397	0.029	0.049	0.182
AISLAMIENTO	SISMO_2007_EO_XX	NonModHist	Max	2.509	1.5097	0.0389	0.029	0.049	0.182
CAPITEL	SISMO_2007_EO_XX	NonModHist	Max	1.1852	0.0291	0.0047	0.01	0.013	6.00E-03
SOTANO	SISMO_2007_EO_XX	NonModHist	Max	1.1824	0.0221	0.0036	0.01	0.013	5.00E-03
Base	SISMO_2007_EO_XX	NonModHist	Max	1.1746	0	0	0	0	0


 JOHAN JAMES
 HINOSTROZA YUCRA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 226979


Firma y sello

Máximas aceleraciones para el sismo dinámico en la dirección EO en Y del análisis dinámico tiempo historia (2007)

Story	Output Case	Case Type	Step Type	UX m/sec ²	UY m/sec ²	UZ m/sec ²	RX rad/sec ²	RY rad/sec ²	RZ rad/sec ²
Story0	SISMO_2007_EO_YY	NonModHist	Max	1.5242	1.8533	0.2887	0.163	0.324	0.199
Story0	SISMO_2007_EO_YY	NonModHist	Max	1.1033	1.5048	0.288	0.101	0.2	0.098
Story4	SISMO_2007_EO_YY	NonModHist	Max	0.7857	1.2793	0.3500	0.72	0.209	0.077
Story3	SISMO_2007_EO_YY	NonModHist	Max	0.6689	1.1475	0.4077	0.281	0.098	0.067
Story2	SISMO_2007_EO_YY	NonModHist	Max	0.7892	1.0312	0.4615	0.339	0.140	0.071
Story1	SISMO_2007_EO_YY	NonModHist	Max	1.3163	2.0089	0.5541	0.436	0.288	0.143
NIVEL DE BASE	SISMO_2007_EO_YY	NonModHist	Max	2.0115	3.2302	0.0727	0.058	0.035	0.225
AISLAMIENTO	SISMO_2007_EO_YY	NonModHist	Max	2.0343	3.2692	0.0712	0.058	0.035	0.225
CAPITEL	SISMO_2007_EO_YY	NonModHist	Max	0.0284	1.183	0.0086	0.019	0.01	3.00E-03
SOTANO	SISMO_2007_EO_YY	NonModHist	Max	0.0207	1.1769	0.0067	0.019	0.01	3.00E-03
Base	SISMO_2007_EO_YY	NonModHist	Max	0	1.1740	0	0	0	0

Máximas aceleraciones para el sismo dinámico en la dirección NS en X del análisis dinámico tiempo historia (2007)


Story	Output Case	Case Type	Step Type	UX m/sec ²	UY m/sec ²	UZ m/sec ²	RX rad/sec ²	RY rad/sec ²	RZ rad/sec ²
Story0	SISMO_2007_NS_XX	NonModHist	Max	3.5236	1.1025	0.521	0.145	0.046	0.32
Story0	SISMO_2007_NS_XX	NonModHist	Max	2.5805	1.0947	0.5204	0.059	0.431	0.175
Story4	SISMO_2007_NS_XX	NonModHist	Max	1.6063	0.8935	0.678	0.07	0.594	0.133
Story3	SISMO_2007_NS_XX	NonModHist	Max	1.5806	0.7752	0.2859	0.081	0.214	0.103
Story2	SISMO_2007_NS_XX	NonModHist	Max	1.8289	0.7431	0.2985	0.109	0.235	0.106
Story1	SISMO_2007_NS_XX	NonModHist	Max	2.0529	0.8369	0.346	0.197	0.302	0.126
NIVEL DE BASE	SISMO_2007_NS_XX	NonModHist	Max	2.6753	1.2847	0.0307	0.034	0.047	0.189
AISLAMIENTO	SISMO_2007_NS_XX	NonModHist	Max	2.7123	1.3122	0.035	0.034	0.047	0.189
CAPITEL	SISMO_2007_NS_XX	NonModHist	Max	1.3335	0.0242	0.0046	0.01	0.010	7.00E-03
SOTANO	SISMO_2007_NS_XX	NonModHist	Max	1.3319	0.0184	0.0036	0.01	0.010	6.00E-03
Base	SISMO_2007_NS_XX	NonModHist	Max	1.3284	0	0	0	0	0


 JOHAN JAMES
 HINOSTROZA YUCRA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 226979

Firma y sello

Máximas aceleraciones para el sismo dinámico en la dirección NS en Y del análisis dinámico tiempo historia (2007)

Story	Output Case	Case Type	Step Type	UX m/sec ²	UY m/sec ²	UZ m/sec ²	RX rad/sec ²	RY rad/sec ²	RZ rad/sec ²
Story6	SISMO_2007_NS_YY	NonModHist	Max	1.5005	2.1484	0.2531	0.144	0.28	0.195
Story5	SISMO_2007_NS_YY	NonModHist	Max	1.2632	1.9610	0.2077	0.143	0.178	0.118
Story4	SISMO_2007_NS_YY	NonModHist	Max	0.8807	1.646	0.3360	0.195	0.241	0.075
Story3	SISMO_2007_NS_YY	NonModHist	Max	0.6542	1.2152	0.3701	0.249	0.097	0.065
Story2	SISMO_2007_NS_YY	NonModHist	Max	0.8185	1.0537	0.4191	0.3	0.101	0.077
Story1	SISMO_2007_NS_YY	NonModHist	Max	1.2919	1.784	0.5094	0.391	0.206	0.159
NIVEL DE BASE	SISMO_2007_NS_YY	NonModHist	Max	2.0734	2.8731	0.0681	0.051	0.039	0.261
AISLAMIENTO	SISMO_2007_NS_YY	NonModHist	Max	2.097	2.9128	0.0660	0.052	0.039	0.261
CAPITEL	SISMO_2007_NS_YY	NonModHist	Max	0.0298	1.3197	0.0082	0.018	0.011	4.00E-03
SOTANO	SISMO_2007_NS_YY	NonModHist	Max	0.0221	1.3224	0.0064	0.018	0.011	4.00E-03
Base	SISMO_2007_NS_YY	NonModHist	Max	0	1.3284	0	0	0	0


 JOHAN JAMES
 HINOSTROZA YUCRA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 226979

Firma y sello

Anexo 10. Certificado de laboratorio

 <p>TEC&LAB LOGISTICA SOLUCIONES TÉCNICAS EN ENSAYOS DE MATERIALES De: Nestor Pérez Dávila RUC: 10408934813</p>	<ul style="list-style-type: none"> - CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS - SERVICIO DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES - VENTA DE EQUIPOS DE LABORATORIO DE MATERIALES Y EQUIPOS NO DESTRUCTIVOS (NDT) - ELABORACION DE EXPEDIENTES TECNICOS Y PROYECTOS EN GENERAL - ESTUDIO DE SUELOS Y SERVICIOS GENERALES - ARQUITECTURA, DISEÑO DE INTERIORES Y URBANISMO
---	---

INFORME DE RESULTADOS REBOTE CON ESCLEROMETRO

Pág 1 de 3

FECHA DE ENSAYO: 06/10/2023 OPERADOR: A.F. FECHA DE CALIBRACIÓN: 23/10/2020
UBICACIÓN: COMAS - LIMA - PERÚ N° REPORTE DE CALIDAD: RP_2010_011 N° SERIE: 19L03180
APARATO: ESCLEROMETRO MECANICO DRC EQUIPO DE REFERENCIA: TAM100

PISO 1 - COLUMNA 1

ELEMENTO	N° TOMA	N° DISPAROS	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO	E. Ensayo	f'c (N/mm2)	f'c (kg/cm2)	Valor que difiere de la mediana	Aceptación del ensayo	
COLUMNA DE EDIFICACIÓN DEL PISO 1	1	1	38	34.2	Malla cuadrada de 15cm x 10cm y espacio interno de 2.5cm	22.5	229.5	4.0	ACEPTADO	
	2	1	33					-1.0		
	3	1	37					3.0		
	4	1	34					0		
	5	1	33					1.0		
	6	1	32					-2.0		
	7	1	35					1.0		
	8	1	32					-2.0		
	9	1	34					0		
	10	1	32					-2.0		
			10							

PISO 1 - COLUMNA 2

ELEMENTO	N° TOMA	N° DISPAROS	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO	E. Ensayo	f'c (N/mm2)	f'c (kg/cm2)	Valor que difiere de la mediana	Aceptación del ensayo	
COLUMNA DE EDIFICACIÓN DEL PISO 1	1	1	32	33.1	Malla cuadrada de 15cm x 10cm y espacio interno de 2.5cm	21.8	220.52	-0.5	ACEPTADO	
	2	1	33					2.5		
	3	1	36					3.5		
	4	1	32					-0.5		
	5	1	33					0.5		
	6	1	33					0.5		
	7	1	36					3.5		
	8	1	32					-0.5		
	9	1	30					-3.5		
	10	1	32					-0.5		
			10							

PISO 1	f'c (kg/cm2)	224.01
--------	--------------	--------


NESTOR PEREZ DAVILA
 JEFE DE LABORATORIO
 SUELOS-CONCRETO-ASFIATO


ING. HUGO E. GARCIA CALVO
 Reg. CIP N° 179214
 INGENIERO CIVIL

Correos de contacto : nestorperez.davila@gmail.com Dirección : Av. Los Héroes 1132
teclogistica@gmail.com San Juan de Miraflores
 Versión del documento : Versión 3 Teléfonos de contacto : 932543742 / 949774965

	<ul style="list-style-type: none"> - CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS - SERVICIO DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES - VENTA DE EQUIPOS DE LABORATORIO DE MATERIALES Y EQUIPOS NO DESTRUCTIVOS (NDT) - ELABORACION DE EXPEDIENTES TECNICOS Y PROYECTOS EN GENERAL - ESTUDIO DE SUELOS Y SERVICIOS GENERALES - ARQUITECTURA, DISEÑO DE INTERIORES Y URBANISMO
	<p>TEC&LAB LOGISTICA SOLUCIONES TÉCNICAS EN ENSAYOS DE MATERIALES De: Nestor Pérez Dávila RUC: 10408934813</p>

INFORME DE RESULTADOS REBOTE CON ESCLEROMETRO

Pag 2 de 3

FECHA DE ENSAYO: 06/10/2021
 UBICACIÓN: COMAS - LIMA - PERÚ
 APARATO: ESCLEROMETRO MECANICO DRC

OPERADOR: A.F.
 N° REPORTE DE CALIDAD: RP_2020_011
 EQUIPO DE REFERENCIA: TAM100

FECHA DE CALIBRACIÓN: 21/10/2020
 N° SERIE: 19L05180

PISO 2 - COLUMNA 1

ELEMENTO	N° TOMA	N° DISPAROS	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO	E. Ensayo	Fc (N/mm ²)	Fc (kg/cm ²)	Valor que difiere de la mediana	Aceptación del ensayo
COLUMNA DE EDIFICACIÓN N DEL PISO 2	1	1	31	33.8	Malla cuadrada de 15cm x 10cm y espacio interno de 2.5cm	22.1	225.42	-3.5	ACEPTADO
	2	1	35						
	3	1	35						
	4	1	36						
	5	1	34						
	6	1	35						
	7	1	35						
	8	1	35						
	9	1	30						
	10	1	36						
		10							

PISO 2 - COLUMNA 2


ELEMENTO	N° TOMA	N° DISPAROS	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO	E. Ensayo	Fc (N/mm ²)	Fc (kg/cm ²)	Valor que difiere de la mediana	Aceptación del ensayo
COLUMNA DE EDIFICACIÓN N DEL PISO 2	1	1	37	35.4	Malla cuadrada de 15cm x 10cm y espacio interno de 2.5cm	21	234.8	3.5	ACEPTADO
	2	1	37						
	3	1	37						
	4	1	39						
	5	1	35						
	6	1	35						
	7	1	36						
	8	1	35						
	9	1	35						
	10	1	30						
		10							

PISO 2	Fc (kg/cm ²)	230.01
--------	--------------------------	--------

NESTOR PEREZ DAVILA
 JEFE DE LABORATORIO
 SUELOS-CONCRETO-ABRILTO

ING. HUGO E. GARCIA CALVO
 Reg. CIP N° 178214
 INGENERO CIVIL

Correos de contacto : nestorperez.davila@gmail.com Dirección : Av. Los Héroes 1132
teclablogistica@gmail.com Son Juan de Miraflores
 Versión del documento : Versión 3 Teléfonos de contacto : 932543742 / 949774965

	<ul style="list-style-type: none"> - CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS - SERVICIO DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES - VENTA DE EQUIPOS DE LABORATORIO DE MATERIALES Y EQUIPOS NO DESTRUCTIVOS (NDT) - ELABORACION DE EXPEDIENTES TECNICOS Y PROYECTOS EN GENERAL - ESTUDIO DE SUELOS Y SERVICIOS GENERALES - ARQUITECTURA, DISEÑO DE INTERIORES Y URBANISMO
	<p>TEC&LAB LOGISTICA SOLUCIONES TÉCNICAS EN ENSAYOS DE MATERIALES De: Nestor Pérez Dávila RUC: 10408934813</p>

INFORME DE RESULTADOS REBOTE CON ESCLEROMETRO

Pag. 3 de 3

FECHA DE ENSAYO: 06/10/2021
 UBICACIÓN: COMAS - LIMA - PERÚ
 APARATO: ESCLEROMETRO MECANICO DRC

OPERADOR: A.E.
 N° REPORTE DE CALIDAD: RP_2010_011
 EQUIPO DE REFERENCIA: TAM100

FECHA DE CALIBRACIÓN: 21/10/2020
 N° SERIE: 19L03180

PISO 3 - COLUMNA 1

ELEMENTO	N° TOMA	N° DISPAROS	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO	Z. Emayo	Fc (N/mm2)	Fc (kg/cm2)	Valor que difiere de la mediana	Aceptación del ensayo	
COLUMNA DE EDIFICACION DEL PISO 3	1	1	38	37.5	Mala cuadrado de 15cm x 20cm y espacio interno de 2.5cm	24.6	250.92	0.5	ACEPTADO	
	2	1	30					1.5		
	3	1	35					-2.5		
	4	1	35					-2.5		
	5	1	37					-0.5		
	6	1	38					0.5		
	7	1	35					-2.5		
	8	1	35					-2.5		
	9	1	41					3.5		
	10	1	42					4.5		
			20							

PISO 3 - COLUMNA 2

ELEMENTO	N° TOMA	N° DISPAROS	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO	Z. Emayo	Fc (N/mm2)	Fc (kg/cm2)	Valor que difiere de la mediana	Aceptación del ensayo	
COLUMNA DE EDIFICACION DEL PISO 3	1	1	34	35.6	Mala cuadrado de 15cm x 20cm y espacio interno de 2.5cm	23.2	236.6	-1.5	ACEPTADO	
	2	1	35					-0.5		
	3	1	35					-0.5		
	4	1	38					2.5		
	5	1	38					2.5		
	6	1	33					-2.5		
	7	1	33					-2.5		
	8	1	37					1.5		
	9	1	36					0.5		
	10	1	37					1.5		
			20							

PGO 3	Fc (kg/cm2)	243.76
-------	-------------	--------


NESTOR PEREZ DAVILA
 JEFE DE LABORATORIO
 SUELOS-CONCRETO-ASfalto


ING. HUGO E. GARCIA CALVO
 Reg. CIP N° 179214
 INGENIERO CIVIL

Correo de contacto : nestorperez.davila@gmail.com Dirección : Av. Los Héroes 1132
 Versión del documento : Versión 3 Teléfonos de contacto : 932543742 / 949774965
 : teclablogistica@gmail.com : San Juan de Miraflores

Anexo 11. Certificado de calibración del equipo

DRC[®]
Diagnostic Research Company
Non Destructive Testing

*RAPPORTO DI TARATURA
CALIBRATION REPORT*

C201021_011

Serial No.	19L05180
Ref. Equipment	TAM100
Operator	A.F.
Date of Calibration	21.10.2020
Report Quality No.	RP_2010_011

Mod. 7.5.3.03 Rev.01 11/10

Anexo 12. Boleta de ensayos de laboratorio

GEOTEKNIK S.A.C. CAL. GENERAL TRINIDAD MORAN 715 URB. RISSO LINCE - LIMA - LIMA			BOLETA DE VENTA ELECTRONICA RUC: 20603904355 EB01-47			
Fecha de Vencimiento :						
Fecha de Emisión :	28/09/2021					
Señor(es) :	JOSE LUIS RODRIGUEZ					
DNI :	73935010					
Tipo de Moneda :	SOLES					
Observación :						
Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario(*)	Descuento(*)	Importe de Venta(**)	ICBPER
1.00	UNIDAD	ALQUILER DE ESCLEROMETRO PARA PRUEBAS EN CONCRETO. MARCA: DRC, MODELO: SM, NUMERO DE SERIE: 19L05180	84.745	0.00	99.9991	0.00
Otros Cargos :						S/0.00
Otros Tributos :						S/0.00
ICBPER :						S/ 0.00
Importe Total :						S/100.00
SON: CIEN Y 00/100 SOLES						
(*) Sin impuestos.			Op. Gravada :	S/ 84.75		
(**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.			Op. Exonerada :	S/ 0.00		
			Op. Inafecta :	S/ 0.00		
			ISC :	S/ 0.00		
			IGV :	S/ 15.25		
			ICBPER :	S/ 0.00		
			Otros Cargos :	S/ 0.00		
			Otros Tributos :	S/ 0.00		
			Monto de Redondeo :	S/ 0.00		
			Importe Total :	S/ 100.00		
Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: www.sunat.gob.pe , en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.						

TEC&LAB LOGISTICA
PEREZ DAVILA NESTOR LUIS
AV. LOS HEROES 1132
MIRAFLORES - LIMA - LIMA

BOLETA DE VENTA ELECTRÓNICA
RUC: 10408934813
E001-59

Fecha de Vencimiento :
Fecha de Emisión : **28/09/2021**
Señor(es) : **JOSE LUIS RODRIGUEZ**
DNI : **SANCHEZ**
Tipo de Moneda : **73935010**
Observación : **SOLES**

Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario(*)	Descuento(*)	Importe de Venta(**)	ICBPER
6.00	UNIDAD	ENSAYO NO DESTRUCTIVO PARA LA ESTIMACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO IN SITU:	76.271	0.00	540.00	0.00
Otros Cargos :						S/0.00
Otros Tributos :						S/0.00
ICBPER :						S/ 0.00
Importe Total :						S/540.00

SON: NOVECIENTOS Y 00/100 SOLES

(*) Sin impuestos.
(**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.

Sub total Ventas :	S/ 457.63
Anticipos :	S/ 0.00
Descuentos :	S/ 0.00
Valor Venta :	S/ 457.63
ISC :	S/ 0.00
IGV :	S/ 82.37
ICBPER :	S/ 0.00
Otros Cargos :	S/ 0.00
Monto de Redondeo :	S/ 0.00
Importe Total :	S/ 540.00

Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: www.sunat.gob.pe, en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.