



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

ANÁLISIS COMPARATIVO DE EFICIENCIA ESTRUCTURAL DE CONSTRUCCIONES DE CONCRETO ARMADO ENTRE DISIPADORES Y AISLADORES SÍSMICOS: UNA REVISIÓN DE LA LITERATURA CIENTÍFICA DE LOS ÚLTIMOS 10 AÑOS.

Trabajo de investigación para optar al grado de:

Bachiller en Ingeniería Civil

Autor:

Carlos Augusto Warthon Villegas

Asesor:

Ing. Alejandro Vildoso Flores

Lima - Perú

2020

Tabla de contenido

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	3
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	7
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	10
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES.....	27
REFERENCIAS	30

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

El cinturón de fuego del Pacífico que se caracteriza por reunir las zonas de subducción ocasionando una intensa actividad sísmica y volcánica y lo evidencia los registros sismológicos, desde inicio del año hasta este momento suman más de 15 temblores en la ciudad de Lima (IGP, 2020); razón por la cual debemos utilizar sistemas antisísmicos, que controlen activamente a mantener las estructuras de las edificaciones dentro de los límites de resistencia ante un evento telúrico (Bustamante, 2019).

En nuestro país se hace uso frecuente de estos sistemas antisísmicos como los aisladores y disipadores, en la mayoría de edificaciones públicas y privadas emblemáticas. La ingeniería sísmo resistente tiene como objetivo la protección de la vida y su contribución tiene que dar propuesta para reducir el riesgo de colapso que repercute en un mejor comportamiento sísmico de las edificaciones (Korswagen y otros, 2012). Como dato histórico, en la tesis de Moscoso (2019); indica que el Perú se ha encontrado en las milenarias construcciones en Caral que datan del año 3000 a.C. en donde se han utilizado shicras para mejorar el comportamiento de sus estructuras durante el evento sísmico (Vargas, 2017).

En otros países el concepto de sistemas antisísmicos en investigaciones datan de hace más de 100 años, inicialmente para puentes y para edificaciones a inicios de 1970, en los últimos 50 años se ha dado a conocer su aplicación y en los últimos 15 años su uso ha sido exponencial, resultando un buen desempeño (Trujillo, 2017). Países como Japón, donde la concientización respecto a la seguridad es alta y Chile, lo utilizan hace larga data y se registra resultados satisfactorios. Según bibliografía revisada, griegos y chinos utilizaban

capas de arena entre la cimentación y la estructura de las construcciones cuyo objetivo era disminuir daños por los sismos.

Actualmente, los sistemas de aislamiento y disipadores tienen un auge en las construcciones de edificaciones emblemáticas sean estas privadas o públicas, algunos ejemplos son como el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez con disipadores de energía de fluido viscoso y un multifamiliar MADRE con aisladores sísmicos elastoméricos con núcleo de plomo y deslizadores.

En el aspecto normativo, a nivel nacional tenemos la norma E-030, pero no se cuenta con una normativa propia para el análisis y diseño de edificaciones, por tanto se ha adaptado a la realidad peruana los códigos internacionales existentes. En cambio como ejemplo latinoamericano tenemos a Chile, donde su normativa para el análisis y diseño data de 2003, y normativa para la utilización de este sistema data de 1996. (Korswagen y otros, 2012).

Las normas obedecen a principios, cuya finalidad es que la estructura no debería colapsar, salvaguardado la integridad física de las personas, asimismo que deberían soportar movimientos del suelo donde se experimentaría daños reparables dentro de límites aceptables y que estén operativas luego de un sismo, sea esto moderado o severo. Desde hace mucho tiempo se habla de un silencio sísmico, tema que nos alerta ante un posible movimiento telúrico, por tanto las edificaciones deben contemplar un sistema estructural el cual permita mitigar daños en su infraestructura y para esto es necesario realizar una normativa para el procedimiento del análisis y diseño estructural empleando sistemas antisísmicos.

Dentro de este contexto, es necesario analizar y contextualizar, si la bibliografía ofrecida por instituciones nacionales y extranjeras, encontramos respecto a la comparación

de la eficacia de estos dos sistemas antisísmicas para las construcciones en concreto armado, una primera revisión realizada se obtuvo pocos estudios y no tan relacionado al tema, si bien es cierto buscando independientemente de los sistemas antisísmicos se encuentra literatura al respecto, mas no cuando se trata de comparación entre ellos, por tanto se requiere emprender el tema, para tener mayor conocimiento sobre qué sistema ofrece mayor eficiencia para garantizar la seguridad en las construcciones de las edificaciones.

Por tanto se plantea la siguiente interrogante de estudio:

¿Se ha realizado investigaciones exhaustivas sobre la comparación de la eficiencia estructural de las construcciones de concreto armado utilizando disipadores y aisladores sísmicos, durante los 10 últimos años que aporten conocimiento fiable?

Por la interrogante expuesta, el objetivo que conlleva será:

Buscar, revisar y analizar las investigaciones teórico-práctico en publicaciones científicas y académicas sobre la comparación de la eficacia estructural de los sistemas antisísmicos, publicados entre los años 2010 y 2020.

En estos últimos 10 años las construcciones de inversiones privadas y públicas se han incrementado sobre todo las de tipo multifamiliar, estas edificaciones albergan a un alto porcentaje de la población, por lo que no se deberían verse afectadas y continuar siendo operativas después de un evento telúrico aun así de gran intensidad. Como profesionales de la construcción debemos de conocer los conceptos y características de técnicas y metodologías de análisis y diseño con aislamiento sísmico.

Asimismo, si bien es cierto estos elementos de podrían reducir el porcentaje tanto de daños de la infraestructura y víctimas humanas, es la de tener que procurar que el desarrollo inmobiliario se ejecute en áreas donde se haya estudiado geológicamente, es decir se halla elaborado la microzonificación sísmica, que servirá como referencia para proponer la extensión del desarrollo. Esta iniciativa, contribuirá a obtener una normativa más sólida y consciente cuyo beneficiario es el poblador, por tanto se debe de instar y porque no de obligar a los desarrolladores de las habilitaciones urbanas en ofrecer no solo una infraestructura solida sino la de ubicarse en área para uso edificatorio seguro.

Por tanto se hace necesario desarrollar estudios analíticos respecto al desempeño de tecnologías antisísmicas, cuyo fin es mitigar y/o eliminar daños estructurales en las edificaciones y por ende evitar pérdidas humanas.

Los efectos destructivos en una estructura pueden ser mitigados por medio de sistemas antisísmicos, como son los aisladores y disipadores de energía reduciendo los desplazamientos de la estructura. Con ello nos llevaría a una política de seguridad en las edificaciones y así evitar cualquier daño a la estructura y su contenido.

Finalmente, las tecnologías que absorben la energía telúrica, una construcción sólida, una normativa edificatoria inteligente y una ubicación que referencie el uso de la microzonificación sísmica, son el conjunto óptimo que contribuirá el camino hacia una ciudad inteligente, donde el poblador será el beneficiario de tener una ciudad que llene sus expectativas de vida y confort.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1 Criterio de Inclusión

Se incluyeron artículos originales publicados en bases científicas (Scielo, Dialnet, Google Académico entre otras) en idioma español e inglés, entre los años 2010-2020, que describieran características de los tipos de aisladores y disipadores sísmicos en construcción de concreto armado. Asimismo, se establecieron otros criterios mostrados a continuación:

Figura 1: Tabla de Inclusión

Inclusión
Artículos con 10 años máximo de antigüedad
Artículos que presentan aproximaciones teóricas sobre las estrategias a analizar
Artículos con propuestas metodológicas respecto al tema a tratar
Artículos que muestren resultados de investigaciones planteando propuestas teóricas.
Artículos en idioma castellano e inglés, para todo tipo de investigaciones.
Artículos de procedencia de las tecnologías antisísmicas de preferencia

2.2 Recursos de Información

La indagación de la información se realizó por medio de buscadores que se caracterizan por ser confiables y fiables en lo académicos, como son Scielo, Redalyc, Dialnet, Google académico y WordICAT.

Asimismo en repositorios de universidades, de esta forma los datos de la investigación realizada se basaron de acorde a palabras claves de tema de

investigación, para ello se identificaron 23 artículos de acuerdo con los títulos y resúmenes.

2.3 Búsqueda

La búsqueda de artículos en la base de los buscadores se realizó considerando las siguientes palabras claves: “aisladores sísmicos”, “análisis comparativo”, “aislamiento sísmico en construcciones de concreto armado”, “disipación de energía sísmicas”, “disipadores sísmicos”, “sistemas antisísmicos”; delimitando la antigüedad el periodo de tiempo desde 2010 hasta 2020.

La ruta específica de búsqueda se describe a continuación:

Dilnet

“Aislamiento sísmico”

WorldCAT

“Aislamiento sísmica”

“Disipación de energía sísmica”

Google Académico

“Aislamiento sísmica”

“Aisladores sísmicos análisis comparativos”

“Aislación sísmica en edificio de concreto armado”

Redalyc

“Disipadores”

Scielo

“Análisis sísmico”

Amelica

“Diseño sísmico”

2.4 Descarte e Inclusión

Los criterios de descarte fueron los siguientes criterios:

Figura 2: Tabla de Descarte

Exclusión
Artículos que muestren resúmenes de investigaciones
Artículos con aplicación de conceptos basados para otros sectores a analizar
Artículos con aplicaciones diferentes a las estrategias a utilizar
Artículos con una antigüedad de más de 1 década de haber sido editados
Artículos en revistas sin relevancia científica,
Artículos de procedencia institucional no licenciada

2.5 Selección de datos

Acorde a los criterios de inclusión, relacionados acorde a las palabras usadas en cada buscador, determinados por los 10 últimos años, autores con prestigio en el tema de la investigación e investigaciones de países desarrollados con antecedentes de movimientos telúricos.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1 Proceso de selección de estudios

La búsqueda de artículos en la base de datos nos dio 38 documentos que comprenden desde el periodo de 2010 hasta 2020, como se aprecia en la siguiente figura.

Figura 4.- Matriz de documentos encontrados en base de datos de buscadores

#	BASE DE DATOS	AUTOR / AUTORES	AÑO	TÍTULO DE ARTICULO DE INVESTIGACIÓN
1	Google Académico	Benavente y Traverso	2013	Comparación del análisis y diseño de un edificio de concreto armado de siete pisos con y sin aislamiento en la base
2	Dialnet	Betancourt, Galvis y otros.	2014	Análisis y diseño de puentes urbanos en zonas de amenaza sísmica alta usando aisladores sísmicos
3	Dialnet	Bustamante, A.	2019	Propuesta de aisladores sísmicos para la disipación de energía en el desempeño estructural por desplazamiento en edificaciones - Unach - Chota
4	Google Académico	Carmona y Rosas	2015	Análisis Comparativo del Comportamiento Sísmico Dinámico del diseño normativo sismo-resistente de un sistema dual frente al modelo con aisladores elastoméricos

5	WorldCAT	Flores y Tapia	2017	Diseño de aisladores LRB y análisis por desempeño de edificios
6	Google Académico	Flores y Cahuata	2015	Análisis y diseño estructural de edificaciones con aisladores sísmicos y análisis comparativo de respuesta sísmica y costos con la edificación convencional
7	Google Académico	Herrera-Mena, M.	2018	Desempeño sísmico en edificaciones con aisladores elastoméricos y amortiguadores de fluido viscoso
8	Google Académico	Korswagen, Arias y Huaranga	2012	Análisis y diseño de estructuras con aisladores sísmicos en el Perú
9	Dialnet	Mohamed Ismail Abdel	2009	An innovative isolation device for aseismic design
10	WorldCAT	Moreno y Yamin	2006	Estudio sobre el comportamiento dinámico de aisladores sísmicos con el sistema de péndulo de fricción (FPS)
11	WorldCAT	Moscoso, J.	2019	Evaluación del desempeño de edificaciones hospitalarias prefabricadas con aislamiento sísmico en el Perú
12	Google Académico	Peña, A.	2007	Análisis sísmico plano de estructuras con aisladores elastoméricos

13	Google Académico	Pérez y Vásquez	2016	Diseño de aisladores sísmicos de base para edificio de oficinas de 10 niveles con sistema estructural de pórticos rígidos de concreto reforzado
14	WorldCAT	Pérez, A.	2020	Estudio comparado de los métodos y dispositivos actuales orientados a amortiguar los efectos del terremoto sobre la estructura de los edificios.
15	WorldCAT	Quintana, Rodellar y otros	2011	Uso de aisladores sísmicos en edificios en Chile: un caso de estudio
16	Google Académico	Reyna, Alisson	2017	Análisis comparativo de la respuesta sísmica de estructuras de concreto armado con y sin aisladores sísmicos en la base según su variación en la altura
17	WorldCAT	Rodríguez y Tocto	2018	Desempeño sísmico de una estructura de concreto armado con aisladores sísmicos LRB para uso esencial en la ciudad de Trujillo, región la libertad, 2018

18	Google Académico	Santamaría y Anrango	2015	Análisis y rediseño de la cimentación de un edificio en acero con aisladores sísmicos Bloque E del Hospital Regional Ambato modelamiento en el programa ETABS
19	WorldCAT	Soriano, J.	2014	Comparación de la respuesta estructural del pabellón de la Universidad Privada del Norte con aisladores sísmicos elastoméricos y sin aisladores sísmicos
20	Google Académico	Sosa y Ruiz	1992	Análisis estructural y costos en edificaciones con aisladores sísmicos
21	WorldCAT	Torres, L.	2019	Análisis comparativo técnico-económico de un hospital de 7 pisos diseñado en concreto armado y acero estructural usando aisladores sísmicos
22	Google Académico	Trujillo, E.	2017	Diseño integral de estructuras con sistema de aislación sísmica aplicado a un edificio de concreto armado
23	WorldCAT	Zanelli y Paredes	2019	Diseño estructural de un pabellón de hospital con aisladores sísmicos
24	Google Académico	Zacarías, Valerio	2015	Análisis comparativo de un edificio fijo en la base vs un edificio aislado utilizando 4 tipos de aisladores

25	Redalyc	Gómez, D.	2011	COMPARISON OF FREQUENCY RESPONSE AND NEURAL NETWORK TECHNIQUES FOR SYSTEM IDENTIFICATION OF AN ACTIVELY CONTROLLED STRUCTURE
26	Redalyc	De Jesús, H	2016	REQUISITOS MÍNIMOS DE DETALLADO DÚCTIL EN MARCOS DE CONCRETO REFORZADO PROTEGIDOS CON DISIPADORES HISTERÉTICOS DE ENERGÍA
27	Dialnet	Herrera, M.	2107	Desempeño sísmico en estructuras aporticadas de concreto armado y de albañilería confinada utilizando aisladores elastoméricos
28	Dialnet	Aguiar, R.	2016	Reforzamiento de una estructura industrial con dos tipos de disipadores de energía
29	Dialnet	Oviedo, J.	2012	Influence of the story stiffness of reinforced concrete frame with proportional hysteretic dampers on the seismic response
30	Dialnet	Torres, B.	2019	Evaluación experimental mediante análisis digital de imágenes del comportamiento de muros de mampostería frente a cargas cíclicas en su plano

31	Scielo	Aguiar, R.	2017	Análisis sísmico de gradas con tres modelos mediante los métodos: espectral y del espectro de capacidad, que sirven de acceso a una estructura con aisladores sísmicos
32	WorldCAT	Díaz, G.	2018	Desempeño sísmico de un edificio de 14 pisos con disipadores de energía en la ciudad de Tumbes - 2018
33	WorldCAT	Ancasi, R.	2019	Propuesta de un método para el diseño de edificios con disipadores pasivos de energía utilizando registros sísmicos peruanos
34	WorldCAT	Condori, G	2015	Comparación del comportamiento sísmico lineal y no-lineal, en el análisis y diseño estructural de un edificio alto, con disipadores de energía e interacción suelo-estructura
35	Amelica	Hernandez, H	2020	Evaluación del diseño sísmico resiliente conforme al método de las fuerzas de marcos dúctiles de acero con disipadores de energía histeréticos
36	Google Académico	Aguiar, R.	2016	Análisis sísmico de estructuras con disipadores de energía ADAS o TADAS

37	Google Académico	Fuentes, JC.	2015	Análisis sísmico de una edificación con disipadores de fluido viscoso
38	Google Académico	Álvarez, C.	2017	Análisis y diseño de disipadores sísmicos de fluido viscoso para control de la respuesta sísmica de edificaciones en Huancayo

Realizando el conteo según el buscador tenemos lo siguiente:

Tabla 1.-

Cantidad de documentos por buscador.

Buscador	F	%
Amelica	1	3
Dialnet	7	18
Google Académica	15	39
Redalyc	2	5
Scielo	1	3
WordICAT	12	32
Total	38	100

Nota: Relación entre buscador, frecuencia y porcentaje

Para la selección de los 20 documentos solicitados, se excluirá la duplicidad del contenido del tema, asimismo los que se halló sin buscador y por último los que presenten temas fuera del contexto.

El diagrama de flujo sería de esta manera:

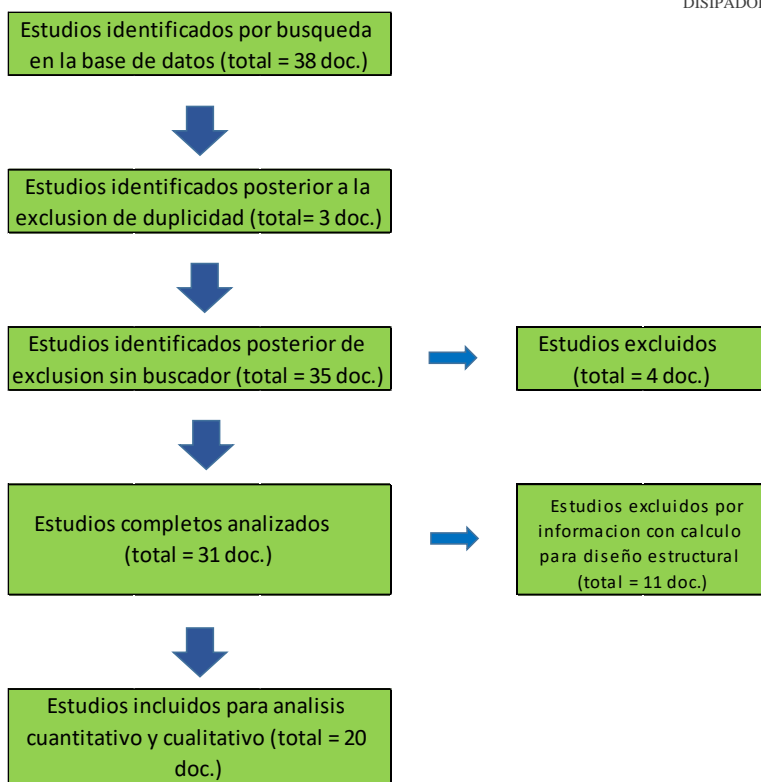


Figura 5. Flujo de Selección

Figura 6.- Matriz de Registro de Artículos

#	BUSCADOR	AUTOR	PAÍS	TEMA	OBJETIVO	SECTOR
1	Dialnet	Aguiar, R.	México	Reforzamiento de una estructura industrial con dos tipos de disipadores de energía	Estudio experimental de disipadores sísmicos	Artículo de revista Gaceta Técnica
2	Scielo	Aguiar, R.	México	Análisis sísmico de gradas con tres modelos mediante los métodos: espectral y del espectro de capacidad, que sirven de acceso a una estructura con aisladores sísmicos	Investigación espectral sobre construcciones verticales independientes	artículo de revista de INGENIERÍA SÍSMICA
3	Google Académico	Aguiar, R.	México	Análisis sísmico de estructuras con disipadores de energía ADAS o TADAS	Análisis del comportamiento estructural	Libro
4	Google Académico	Álvarez, C.	Perú	Análisis y diseño de disipadores sísmicos de fluido viscoso para control de la respuesta sísmica de edificaciones en Huancayo	Metodología para la propuesta de disipadores	tesis de maestría

5	WorldCAT	Ancasi, R.	Perú	Propuesta de un método para el diseño de edificios con disipadores pasivos de energía utilizando registros sísmicos peruanos	Estudio sobre alternativa antisísmica nacional	Tesis de maestría/doctorado
6	WorldCAT	Condori, G	España	COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO LINEAL Y NO-LINEAL, EN EL ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO ALTO, CON DISIPADORES DE ENERGÍA E INTERACCIÓN SUELO-ESTRUCTURA	Estudio de la eficacia en edificación de concreto de varios pisos	Tesis de maestría/doctorado
7	Redalyc	De Jesús, H	México	REQUISITOS MÍNIMOS DE DETALLADO DÚCTIL EN MARCOS DE CONCRETO REFORZADO PROTEGIDOS CON DISIPADORES HISTERÉTICOS DE ENERGÍA	Propuesta normativa para disipadores	artículo de revista de INGENIERÍA SÍSMICA
8	WorldCAT	Díaz, G.	Perú	Desempeño sísmico de un edificio de 14 pisos con disipadores de energía en la ciudad de Tumbes - 2018	Estudio del comportamiento estructural	Libro
9	Google Académico	Flores y Cahuata	Perú	Análisis y diseño estructural de edificaciones con aisladores sísmicos y análisis comparativo de respuesta sísmica y costos con la edificación convencional	Análisis de costo sobre aisladores para una edificación	Tesis
10	Google Académico	Fuentes, JC.	Perú	Análisis sísmico de una edificación con disipadores de fluido viscoso	Conceptualización de disipadores	tesis de maestría
11	Redalyc	Gómez, D.	Colombia	COMPARISON OF FREQUENCY RESPONSE AND NEURAL NETWORK TECHNIQUES FOR SYSTEM IDENTIFICATION OF AN ACTIVELY CONTROLLED STRUCTURE	Comparativa de sistemas activo y control estructural	artículo de revista DYNA
12	Amelica	Hernandez, H	España	Evaluación del diseño sísmico resiliente conforme al método de las fuerzas de marcos dúctiles de acero con disipadores de energía histeréticos	Recomendaciones de diseño con disipadores	artículo de revista de INGENIERÍA SÍSMICA
13	Dialnet	Herrera, M.	EEUU	Desempeño sísmico en estructuras aporticadas de concreto armado y de albañilería confinada utilizando aisladores elastoméricos	Estudio de la eficacia de aisladores	Artículo de conferencia
14	Dialnet	Oviedo, J.	España	Influence of the story stiffness of reinforced concrete frame with proportional hysteretic	Historia de disipadores	Artículo de Revista EIA

				dampers en the seismic response		
15	Google Académico	Pérez y Vásquez	Perú	Diseño de aisladores sísmicos de base para edificio de oficinas de 10 niveles con sistema estructural de pórticos rígidos de concreto reforzado	Propuesta el diseño de un sistema antisísmico	Tesis
16	WorldCAT	Quintana, Rodellar y otros	Chile	Uso de aisladores sísmicos en edificios en Chile: un caso de estudio	Estudio de aisladores en edificaciones	Libro
17	Google Académico	Reyna, Alisson	Perú	Análisis comparativo de la respuesta sísmica de estructuras de concreto armado con y sin aisladores sísmicos en la base según su variación en la altura	Comparativa de edificaciones con y sin sistema antisísmicos	Tesis
18	Google Académico	Sosa y Ruiz	México	Análisis estructural y costos en edificaciones con aisladores sísmicos	Estudio de costos de aisladores	revista
19	Dialnet	Torres, B.	España	Evaluación experimental mediante análisis digital de imágenes del comportamiento de muros de mampostería frente a cargas cíclicas en su plano	Análisis estructural de muros de manera digital	Artículo de Conferencia
20	Google Académico	Zacarías, Valerio	España	Análisis comparativo de un edificio fijo en la base vs un edificio aislado utilizando 4 tipos de aisladores	Comparativo de uso de varios tipos de aisladores	Libro

3.2 Características de los estudio

Tabla 2

Según año de publicación

<i>Año de Publicación</i>	<i>F</i>	<i>%</i>
2011	2	10
2012	1	5
2015	4	20
2016	5	25
2017	4	20
2018	1	5
2019	2	10
2020	1	5
Total	20	100

Nota: Relación entre el año, frecuencia y porcentaje

Tabla 3

Según tipo de documento

<i>Tipo de Documento</i>	<i>F</i>	<i>%</i>
Revistas	7	35
Libros	4	20
Tesis	7	35
Conferencia	2	10
Total	20	100

Nota: Relación entre el tipo de documento, frecuencia y porcentaje

Tabla 4

Según país de origen del documento

<i>País de Origen</i>	<i>F</i>	<i>%</i>
Perú	7	35
España	5	25
México	5	25
Chile	1	5
Colombia	1	5
EEUU	1	5
Total	20	100

Nota: Relación entre el país, frecuencia y porcentaje

Tabla 5

Según el idioma del documento

<i>Idioma del Documento</i>	<i>F</i>	<i>%</i>
Castellano	18	90
Inglés	2	10
Total	20	100

Nota: Relación entre el idioma, frecuencia y porcentaje

3.2 Análisis global de los estudios

Acorde al tema de investigación, las categorías encontradas en esta revisión de los documentos son:

Tabla 6

Categorías

CATEGORÍA	INFORMACIÓN SELECCIONADA DE LOS ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN
<p style="text-align: center;">1</p> <p style="text-align: center;">ANÁLISIS SÍSMICO ESTRUCTURAL</p>	<p>Al tener grandes desplazamientos en la estructura aislada, se procuró que el Bloque Estructural de las gradas, que es de acero, sea una estructura rígida, sin embargo de ello se tienen desplazamientos que están alrededor de los 15 cm, por lo que se tomaron precauciones constructivas en el acceso del Bloque de Gradas y Ascensor al Bloque con Aisladores sísmicos, las mismas que han sido presentadas en este artículo. (Aguiar, p. 6, 2017)</p> <hr/> <p>La curva de capacidad sísmica resistente que relaciona el cortante basal con el desplazamiento lateral máximo, es muy importante en el diseño sismo resistente ya que permite visualizar el probable comportamiento que tendrá una estructura ante un determinado sismo. Además permite hallar la ductilidad de la estructura y la sobre resistencia de la misma. (Aguiar, p.100, 2016)</p>

El crecimiento descontrolado y acelerado del sector construcción (ambientes de uso humano), ha obligado a ver a las edificaciones en altura por la escasez de espacio y es en tal causa que se plantea edificios altos como solución a diferentes necesidades (vivienda, oficinas, comercio, hotel y estacionamiento. etc.). Y es en esta necesidad que si bien se plantea edificios altos estos deben de ser lo suficientemente seguros frente a eventos sísmicos importantes, y es necesario aplicar los conocimientos y tecnología antisísmica adecuada para que cumpla tal fin, tarea que el técnico en estructuras a través de sus cálculos y análisis tendrá que garantizar. (Condori, p.19, 2014)

Además, la norma reconoce que dar protección completa frente a todos los sismos no es técnica ni económicamente factible para gran parte de las edificaciones; por lo cual los criterios del diseño sismorresistente, concordantes con la filosofía, son (Blanco Blasco, 2010):

- No debe haber daños en sismos leves.
- Se aceptan daños en elementos no estructurales en sismos moderados.
- Se aceptan daños en la propia estructura en sismos severos, evitando el colapso y la pérdida de vidas.

(Flores, p.17, 2010)

Los disipadores no lineales con $\alpha = 0.25$ tienen la ventaja de producir fuerzas menores que los disipadores lineales con $\alpha = 1$ aportando el mismo amortiguamiento efectivo al sistema estructural. Los análisis tiempo-historia realizados en este trabajo han mostrado que estas menores fuerzas de amortiguamiento desarrolladas por los disipadores no lineales con un valor bajo del exponente α se corresponden con fuerzas sísmicas basales mayores que las desarrolladas por los disipadores lineales. (Fuentes, p.98, 2015)

Los aisladores de caucho natural o de bajo amortiguamiento, han sido ampliamente utilizados en Japón en conjunto con sistemas de amortiguamiento adicionales, como amortiguadores viscosos, barras de acero, barras de plomo y dispositivos de fricción. (Valerio, p.32, 2015)

2	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL	<p>Una de las lecciones brindadas por el terremoto del 16 de abril de 2016 de magnitud 7,8 en Ecuador, fue que las paredes, construidas a base de ladrillos o bloques explotan durante un evento sísmico y pueden causar daño a las personas, lo que no sucede cuando se emplea materiales livianos. (Aguiar, p. 79, 2016)</p> <p>Se verificó que es más económico implementar el edificio con disipadores de energía del tipo fluido viscoso (SED) que incorporarle más rigidez por medio de columnas y vigas más robustas (SEC). El costo directo de construcción del casco estructural del SED es de \$176.37 por m² y del SEC es de \$177.66 por m², lográndose un ahorro de \$1.29 por m², teniendo en cuenta las consideraciones indicadas en esta tesis. (Ancassi, p.84, 2019)</p> <p>La primera alternativa representa al diseño clásico, en donde se trabaja en función de la resistencia y la ductilidad de la estructura para que esta soporte las diferentes solicitaciones sísmicas producidas por un movimiento telúrico. (Casana, p.32, 2015)</p> <p>En los trabajos previamente citados se ha presentado, de manera sucinta, la metodología general de diseño sísmico propuesta por este equipo de investigación para definir parámetros globales de diseño sísmico para estructuras con base en marcos que dispongan de disipadores de energía histeréticos montados en contravientos tipo chevrón como fusibles estructurales, y que puedan insertarse transparentemente en las futuras versiones de los reglamentos y recomendaciones de diseño sísmico de México (Hernández, p.46, 2018)</p>
---	---	---

		<p>Los aisladores sísmicos son muy utilizados para mejorar el desempeño de las edificaciones frente a terremotos y los aisladores elastoméricos con núcleo de plomo (LRB) son los dispositivos que más desarrollo han tenido a lo largo de los años (Herrera, p.1, 2017)</p>
		<p>El comportamiento estructural de los muros fue evaluado a partir de la relación entre los desplazamientos aplicados en la parte superior del muro y las cargas necesarias para conseguirlos. En este caso, los desplazamientos han sido representados como drift, es decir, como el desplazamiento relativo entre la parte superior e inferior del muro (5th Int. Conference MMSI, p.303,2019)</p>
3	DISEÑO SISMICO ESTRUCTURAL	<p>La fuerza máxima debe de ser ajustada al inmediato superior según catálogo. Así la fuerza máxima para nuestro dispositivo es de 374.835 Kip, esta debe de corresponder a las características técnicas según catalogo del disipador de 440 Kip. Cabe señalar que estos valores del catálogo ya precisan de factores de seguridad incorporados por la firma Taylor. (Álvarez, p.193, 2017)</p>
		<p>Diseño de aisladores sísmicos de base para edificio de oficinas de 10 niveles con sistema estructural de pórticos rígidos de concreto reforzado (Pérez, p.6, 2016)</p>
4	NORMATIVIDAD COSTO Y	<p>A pesar de ser una tecnología que ha sido profusamente estudiada, el uso de aisladores sísmicos constituye uno de los campos de estudio de la ingeniería estructural que mayor atención suscita, reflejado en la gran cantidad de patentes nuevas que se solicitan cada año a nivel mundial. (Quintana, p.85, 2011)</p>

		<p>La finalidad del estudio es mejorar el desempeño estructural global de este tipo de estructuras acorde con la filosofía de diseño de marcos a momento provistos con control pasivo de la respuesta sísmica. (De Jesús, p.28, 2016)</p> <hr/> <p>Los edificios se diseñan bajo dos suposiciones; a) con estructuración convencional y b) con estructuración que incluye un sistema aislador-disipador sísmico. Los resultados indican que, cuando se incluye dicho sistema, las fuerzas cortantes se reducen a la mitad y los costos de construcción se incrementan alrededor de un 6% con respecto a los correspondientes a un diseño convencional (Sosa, p.11, 2015)</p>
--	--	--

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES

Frente al objetivo y a la pregunta de investigación esta se responde, presentando lo siguiente:

Acorde a la matriz de registro de documentos de la figura 6, que llegan a 20 documentos mostrados después de revisar 38 documentos, que se registra en la figura 4, luego en la tabla 1 se hace un conteo de cantidad de documento según el buscador consultado, vemos que el buscador como más documentos es del google académico con 34%, equivalente a 13 documentos y los buscadores con menos documentos son Scielo y Amelica con un 3%, cada uno con 1 documento. Asimismo se incluyó en esta etapa la búsqueda de documentos sin utilizar un buscador, que llego a encontrar 4 documentos equivalente al 10% del total.

Sobre la tabla 2, se observa que del año 2016 presenta más documentos registrados que representan el 25% y los que presentan solo 1 documento, son de los años 2012, 2018 y 2020, que suman un 15%.

La tabla 3, muestra el porcentaje y cantidad por tipo de documento, observando que las revistas y las tesis tienen 7 documentos registrados cada una, que llegan a sumar el 70% del total. Asimismo hay de documentos de conferencia y libros completos.

El país de origen del documento, lo registra la tabla 4, resultando mayoría los documentos nacionales que abarca un 35%, seguido por España con igual porcentaje, asimismo los que presentan minoría son lo de Chile, EEUU y Colombia por presentar solo 1 ejemplar cada uno, sumando un 15% del total.

Solo se ha registrado documentos con idioma castellano e inglés, resultando lo de castellano la mayoría de documentos, con un 90% frente a un 10% que es en Inglés.

Con respecto al resultado del análisis global de los estudios por categorías que se muestra en la tabla 6, se ha identificado que el tema con mayor documentos es sobre Análisis Sísmico Estructural que está en primer lugar con un 40% equivalente a 8 documentos, en donde ahondan de manera general las implicancias de los sistemas antisísmicos en cuanto a la disposición estructural, las que evalúan el Comportamiento Estructural están en un segundo lugar con el 35% lo que equivale a 7 documentos, relatando las investigaciones que se realizan a las edificaciones con alternativas antisísmicas. Asimismo se ha encontrado los que abordan los temas de Costo y Normatividad con 15% y las de Diseño estructural con un 10%.

Finalmente el enfoque de las investigaciones están detallando de manera parcial los sistemas antisísmicos y detallando sus beneficios de manera singular de cada sistema, no agrupan un estudio común entre los aisladores y disipadores, por lo que no se ha encontrado una alternativa donde propongan un sistema antisísmicos dual que permita un comportamiento estructural estable y eficiente.

Se observa también que enfocan mucho al diseño de edificaciones con uso de uno de los sistemas antisísmicos, es decir aislador o disipador. Hay un común denominador de usarlos en edificaciones de uso masivo, dado que allí es donde se concentra un flujo peatonal alto, además de ofrecer alternativas y pautas para el diseño de la estructura que utilizara uno de las 2 tecnologías.

Como recomendación sería el de revisar mayor documentación de los países donde son originados estas tecnologías por tener mayores experiencias en el uso de estos

sistemas antisísmicos, además de usar mayor número de buscadores de esta manera se abarca mayor el registro de documentos, que nos permitirá más exhaustivamente realizar el análisis y así tener una panorama más extenso.

REFERENCIAS

- Aguir, R (2016) *Reforzamiento de una estructura industrial con dos tipos de disipadores de energía*, Gaceta técnica, Vol 16, N° 1, pags. 61 – 81. Obtenida de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6521664>
- Aguir, R (2017) *Análisis sísmico de gradas con tres modelos mediante los métodos: espectral y del espectro de capacidad, que sirven de acceso a una estructura con aisladores sísmicos*, revista de ingeniería de construcción. Obtenida de <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732017000300113>
- Aguir, R. (2016) *Análisis sísmico de estructuras con disipadores de energía ADAS o TADAS*, libro de ingeniería sísmico. Obtenida de https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=An%C3%A1lisis+s%C3%A9smico+de+estructuras+con+disipadores+de+energ%C3%ADa+ADAS+o+TADAS+R+Aguiar%2C+M+Rodr%C3%ADguez%2C+D+Mora+-+2016+-+researchgate.net&btnG=
- Álvarez, C (2017) *Análisis y diseño de disipadores sísmicos de fluido viscoso para control de la respuesta sísmica de edificaciones en Huancayo*, Tesis de maestría, UNCP. Obtenida de <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/4963>
- Ancasi, R. (2019) *Propuesta de un método para el diseño de edificios con disipadores pasivos de energía utilizando registros sísmicos peruanos*, Tesis de Maestría, PUCP. Obtenido de https://www.worldcat.org/search?qt=worldcat_org_all&q=Propuesta+de+un+m%C3%A9todo+para+el+dise%C3%B1o+de+edificios+con+disipadores+pasivo+s+de+energ%C3%ADa+utilizando+registros+s%C3%ADsmicos+peruanos

- Armando Sosa, Sonia Ruiz, (1992) *A Análisis Estructural y Costos en Edificios con Aisladores Sísmicos*, revista de ingeniería. Obtenida de <http://www.smis.mx/index.php/RIS/article/view/287>
- Benavente, J., Traverso, Iván (2015) *Comparación del análisis y diseño de un edificio de concreto armado de siete pisos con y sin aislamiento en la base*, tesis PUCP. Obtenida de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/5990>
- Bustamante, A. (2019) *Propuesta de aisladores sísmicos para la disipación de energía en el desempeño estructural por desplazamiento en edificaciones - Unach – Chota*, tesis UCV, Obtenida de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/30914>
- Carmona, P., Rosas A. (2015) *Análisis Comparativo del Comportamiento Sísmico Dinámico del diseño normativo sismo-resistente de un sistema dual frente al modelo con aisladores elastoméricos de alto amortiguamiento (HDR) de un sistema aporticado, del Edificio de Oficinas Schell de seis pisos ubicado en la Provincia de Lima – Perú*, Tesis UPC. Obtenida de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/592408>
- Condori, G (2015) *Comparación del comportamiento sísmico lineal y no-lineal, en el análisis y diseño estructural de un edificio alto, con disipadores de energía e interacción suelo-estructura*, Tesis de Maestría, UCSM. Obtenida de https://www.worldcat.org/search?qt=worldcat_org_all&q=comparacio%cc%81n+del+comportamiento+si%cc%81smico+lineal+y+nolineal%2c+en+el+ana%81

[cc%81lisis+y+disen%cc%83o+estructural+de+un+edificio+alto%2c+con+disi
padores+de+energi%cc%81a+e+interaccio%cc%81n+suelo-estructura](#)

De Jesús, H. (2016) *Requisitos mínimos de detallado dúctil en marcos de concreto reforzado protegido con disipadores histeréticos de energía*, artículo de revista de INGENIERÍA SÍSMICA. Obtenido de

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61849772001>

Díaz, G (2018) *Desempeño sísmico de un edificio de 14 pisos con disipadores de energía en la ciudad de Tumbes – 2018*, Libro de Ingeniería. Obtenido de

https://www.worldcat.org/search?qt=worldcat_org_all&q=Desempen%CC%83o+si%CC%81smico+de+un+edificio+de+14+pisos+con+disipadores+de+energi%CC%81a+en+la+ciudad+de+Tumbes+-+2018

Flores, A. (2017) *Análisis comparativo de la respuesta sísmica de estructuras de concreto armado con y sin aisladores sísmicos en la base según su variación en la altura*, Tesis UCV. Obtenida de

<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/1493>

Flores, F, Tapia, C. (2017) *Diseño de aisladores LRB y análisis por desempeño de edificios*, Tesis Universidad de Cuenca. Obtenido de

<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/27369>

Flores, H., Cahuata, F. (2015) *Análisis y diseño estructural de edificaciones con aisladores sísmicos y análisis comparativo de respuesta sísmica y costos con la edificación convencional*, Tesis UNAS. Obtenida de

<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/110>

Galvis, F. (2014) *Análisis y diseño de puentes urbanos en zonas de amenaza sísmica alta usando aisladores sísmicos*, Conferencia VI Congreso ACHE. Obtenido de

https://www.researchgate.net/publication/317600855_Analisis_y_diseño_de_puentes_urbanos_en_zonas_de_amenaza_sismica_alta_usando_aisladores_sismicos_puentes_Cra_44-Auto_Sur_Cali-Colombia

Mohamed, I. (2009) *An innovative isolation device for aseismic design*, Article in *Engineering Structures*. Obtenido de

https://www.researchgate.net/publication/223308862_An_innovative_isolation_device_for_aseismic_design

Moreno, Yamin. (2006) *Estudio sobre el comportamiento dinámico de aisladores sísmicos con el sistema de péndulo de fricción (FPS)*, Tesis UACH. Obtenida de

<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2005/bmfcis1121a/doc/bmfcis1121a.pdf>

Moscoso, J. (2019) *Evaluación del desempeño de edificaciones hospitalarias prefabricadas con aislamiento sísmico en el Perú*, Tesis PUCP. Obtenida de

<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/14990>

Paul Korwagen, Julio Arias, Huaranga Pamela, “*Análisis y diseño de estructuras con aisladores sísmicos en el Perú*”, Tesis PUCP, 2012. Obtenida de

<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/1631>

- Peña, A. (2019) *Análisis sísmico plano de estructuras con aisladores elastomericos*, Tesis Escuela Politécnica del Ejercito, Ecuador. Obtenida de <https://www.google.com/search?q=Analisis+sismico+plano+de+estructuras+con+aisladores+elastomericos&oq=Analisis+sismico+plano+de+estructuras+con+aisladores+elastomericos&aqs=chrome..69i57.3884j0j4&sourceid=chrome&ie=UTF-8>
- Pérez, A. (2020) *Estudio comparado de los métodos y dispositivos actuales orientados a amortiguar los efectos del terremoto sobre la estructura de los edificios*, Tesis Universidad Politécnica de Valencia. Obtenida de <https://riunet.upv.es/handle/10251/134376>
- Pérez, N., Vásquez, María. (2016) *Diseño de aisladores sísmicos de base para edificio de oficinas de 10 niveles con sistema estructural de pórticos rígidos de concreto reforzado*, Tesis Universidad Centroamericana. Obtenida de <http://repositorio.uca.edu.ni/3675/>
- Santamaría, J, (2015) *Análisis y rediseño de la cimentación de un edificio en acero con aisladores sísmicos Bloque E del Hospital Regional Ambato modelamiento en el programa ETABS (Análisis comparativo de comportamiento y costos)*. Tesis de la Universidad Central de Ecuador. Obtenida de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/4452>
- Soriano, J. (2014) *Comparación de la respuesta estructural del pabellón de la Universidad Privada del Norte con aisladores sísmicos elastoméricos y sin aisladores sísmicos*, Tesis UPN. Obtenida de <http://hdl.handle.net/11537/4917>

- Rodellar, J. (2011) *Uso de aisladores sísmicos en edificios en Chile: un caso de estudio*, Tesis UPC- Barcelona. Obtenida de <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/12775>
- Rodríguez, C., Tocto, Samuel. (2018) *Desempeño sísmico de una estructura de concreto armado con aisladores sísmicos LRB para uso esencial en la ciudad de Trujillo, región la libertad*, Tesis UPN. Obtenida de https://www.worldcat.org/title/desempeno-sismico-de-una-estructura-de-concreto-armado-con-aisladores-sismicos-lrb-para-uso-esencial-en-la-ciudad-de-trujillo-region-la-libertad-2018/oclc/1104151125&referer=brief_results
- Torres, L. (2019) *Análisis comparativo técnico-económico de un hospital de 7 pisos diseñado en concreto armado y acero estructural usando aisladores sísmicos*, Tesis PUCP. Obtenida de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/13672>
- Trujillo, E. (2017) *Diseño integral de estructuras con sistema de aislación sísmica aplicado a un edificio de concreto armado*, Tesis UNCP. Obtenida de <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/4108>
- Valerio, J. (2015) *Analysis comparative de un edificio fijo en la base VS un edificio aislado utilizando 4 tipos de aisladores sísmicos*, Tesis de Master Escola de Camins. Obtenida de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/80231/TFM-Jacob%20Valerio.pdf>

Zanelli, C., Paredes, P. (2019) *Diseño estructural de un pabellón de hospital con*

aisladores, Tesis PUCP. Obtenida de

<http://hdl.handle.net/20.500.12404/15267>

Elaborar las referencias de acuerdo con la norma de estilos APA, versión 6. Puede hacer uso de gestores de referencia como Zotero, EndNote, Refworks para el manejo de citas y referencias. Tener en cuenta que todo lo citado en el texto debe incluirse en las referencias y todas las referencias deben corresponder a una cita en el texto. Se sugiere la visualización de [siguiente vídeo tutorial](http://flash1r.apa.org/apastyle/basics/index.htm?_ga=2.39009312.2003728255.1497982156-1005151526.1497982156), http://flash1r.apa.org/apastyle/basics/index.htm?_ga=2.39009312.2003728255.1497982156-1005151526.1497982156 en la sección citing reference y the reference list.

El formato de la tesis, las citas y las referencias se harán de acuerdo con el Manual de Publicaciones de la American Psychological Association sexta edición, los cuales se encuentran disponibles en todos los Centros de Información de UPN, bajo la siguiente referencia:

Código: 808.06615 APA/D

También se puede consultar la siguiente página web:

<http://www.apastyle.org/learn/tutorials/index.aspx>