



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**“Comportamiento Sísmico de edificaciones comunes acorde a la norma  
E030 del RNE en la Urb. Miraflores - Castilla, Piura 2020”**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO  
ACADÉMICO DE:**

**BACHILLER EN INGENIERÍA CIVIL**

**AUTORES:**

Castro Ortiz, Félix Alexander (ORCID: 0000-0002-7607-4730)

De Dios Castillo, Leyner Alessandro (ORCID: 0000-0001-5521-811X)

Molina Guerrero, Noemi Aracely (ORCID: 0000-0002-8186-661X)

Navarro Castro, Aldo Aarón (ORCID: 0000-0001-5118-1129)

**ASESORA:**

Dra. Patricia del Valle Figueroa Rojas (ORCID: 0000-0003-4718-1446)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

PIURA - PERÚ

2020

## Índice

**Pg.**

Carátula	
Índice de Contenido.....	ii
Índice de Tablas.....	iii
Resumen .....	iv
Abstract .....	v
I. Introducción .....	1
II. Metodología .....	3
III. Resultados y discusión .....	5
IV. Conclusiones .....	18
V. Recomendaciones.....	19
Referencias	
Anexos	

## Índice de Tablas

	<b>Pg.</b>
Tabla 1 Clasificación de Suelos .....	6
Tabla 2 Zonificación Sísmica .....	8
Tabla 3 Factores de zona "Z" .....	8
Tabla 4 Tipo de Edificación y Factor de Uso .....	9
Tabla 5 Factor de Suelo .....	12
Tabla 6 Periodos .....	12

## **RESUMEN**

El siguiente artículo de revisión científica analiza el comportamiento sísmico de edificaciones comunes con respecto a la norma E 030. Para ello se evalúa la conducta sísmica que deberán tener las edificaciones comunes ubicadas en la Urb. Miraflores- Castilla- Piura, compara la norma E030 del RNE con otras normas internacionales y menciona los riesgos y fallas a los que se expone la edificación en caso no se tomen en cuenta los parámetros establecidos en la norma de "Diseño Sismoresistente"- E030 del RNE.

La revisión sistemática de literatura concluye que las edificaciones comunes que se encuentren ubicadas en la Urb. Miraflores-Castilla, Piura se ubican en la zona sísmica 4. Existen similitudes y diferencias entre la norma nacional E030 del RNE y otras internacionales tales como que el país de México está conformado por dos reglamentos de construcción tales como Estatales y Municipales a diferencia de Perú que aplica un solo reglamento a nivel nacional.

Las fallas más concurrentes que presentan las edificaciones comunes que sufrieron la acción de un sismo fueron las fallas por cortante, por flexión y por la condición denominada de columna corta; ya que no se tomaron en cuenta los parámetros establecidos en la normativa E030 del RNE.

Palabras clave: Comportamiento sísmico, edificaciones comunes, sismorresistente.

## **ABSTRACT**

The following scientific review article analyzes the seismic behavior of common buildings with respect to the E 030 standard. For this, the seismic behavior that the common buildings located in the Urb. Miraflores- Castilla-Piura must have is evaluated, compares the E030 standard of the RNE with other international standards and mentions the risks and failures to which the building is exposed in case the parameters established in the norm of "Earthquake-resistant Design" -E030 of the RNE are not taken into account.

The systematic literature review concludes that the common buildings that are located in the Urb. Miraflores-Castilla, Piura are located in the seismic zone 4. There are similarities and differences between the national norm E030 of the RNE and other international ones such as the country Mexico is made up of two construction regulations such as State and Municipal, unlike Peru that applies only one regulation at the national level.

The most concurrent faults presented by common buildings that suffered the action of an earthquake were shear, bending and short column failure; since the parameters established in regulation E030 of the RNE were not taken into account.

Keywords: Seismic behavior, common buildings, earthquake resistant

## I. Introducción

Durante un largo tiempo se ha diseñado edificaciones de concreto armado considerando únicamente en su verificación de calidad y seguridad, parámetros tales como los especificados en la norma E060 del RNE (Concreto Armado); sin embargo, las especificaciones de esta norma no toman en cuenta aspectos con referencia a la peligrosidad sísmica, irregularidades en planta y altura de la edificación, etc. Tal es el caso que se considera que la verificación del comportamiento sísmico de una edificación debidamente diseñada, debe también tomar dentro de su verificación de calidad el comportamiento sísmico de la edificación siguiendo los lineamientos acorde a la norma E030 (Diseño Sismoresistente) del RNE, para que al momento de presentarse un evento sísmico la reacción frente a este no resulte trágico, es por ello que el interés en el tema se basa en el pensamiento que como futuros ingenieros civiles se busca satisfacer las necesidades de las personas, velar por su integridad y sobre todo preservar la vida humana por medio de la calidad de la infraestructura.

En relación con las implicaciones, el tema estudiado en esta investigación es el comportamiento Sísmico de edificaciones comunes acorde a la norma E030 del RNE en la Urb. Miraflores - Castilla, Piura 2020. Se indicó así mismo, que la investigación tuvo como objetivo general esbozar la postura de distintos autores para la conducta sísmica de edificaciones comunes con respecto a la norma E 030. Entorno a la pregunta de investigación que se planteó: ¿Cuál es el comportamiento sísmico de edificaciones comunes en la Urb. Miraflores - Castilla, Piura? .Ahora bien, los objetivos específicos tratados fueron: Evaluar la conducta sísmica que deberán tener las edificaciones comunes ubicadas en la Urb. Miraflores- Castilla- Piura, comparar la norma E 030 del RNE con otras normas internacionales, nombrar los riesgos y fallas a los que se expone la edificación en caso no se tomen en cuenta los parámetros establecidos en la norma de Diseño Sismoresistente E030 del RNE. Es importante mencionar que la investigación tuvo como variable de estudiar: El comportamiento Sísmico de una edificación común. La investigación se justifica en la importancia de dar a conocer las especificaciones técnicas que aportan información sobre el uso

correcto y aplicación de la normativa sismorresistente para dar seguridad a un diseño sísmico de edificaciones comunes.

“Toda edificación y cada una de sus partes debe ser diseñada y construida para resistir las solicitaciones sísmicas prescritas en esta Norma, siguiendo las especificaciones de las normas pertinentes a los materiales empleados. No es necesario considerar simultáneamente los efectos de sismo y viento. En concordancia con los principios de Diseño Sismorresistente establecidos en el artículo 3, se acepta que las edificaciones tengan incursiones inelásticas frente a solicitaciones sísmicas severas. Por tanto, las fuerzas sísmicas de diseño son una fracción de la solicitación sísmica máxima elástica”. RNE (2019)

Con respecto al diseño, uno de los principales factores que puede afectar el comportamiento de la edificación ante un evento sísmico, es el factor de suelo, es por eso que el diseño de las cimentaciones debe estar acorde a estudios previos de suelos. “En la ciudad de Piura, el relieve presenta una topografía suave sin elevaciones pronunciadas, aunque la composición de los suelos es variada, por lo cual deben considerarse estudios de mecánica de suelos para un correcto diseño de cimentaciones superficiales” INDECI (2017) .

Al realizar un diseño sismo resistente se debe considerar principalmente que la edificación supere los cuatro niveles debido a que el costo de diseñar una estructuración anti sísmica es sumamente costoso. Se debe tener en consideración que la Ciudad de Piura se encuentra localizada en la “Zona 4” respecto a la “Zonificación Sísmica” del Peru, siendo este un índice elevado en comparación a las demás zonas (1, 2 ,3). “Se reconoce que dar protección completa frente a todos los sismos no es técnica ni económicamente factible para la mayoría de las estructuras. Se establecen en la presente Norma los siguientes principios: La estructura no debería colapsar ni causar daños graves a las personas, aunque podría presentar daños importantes, debido a movimientos sísmicos calificados como severos para el lugar del proyecto. La estructura debería soportar movimientos del suelo calificados como moderados para el lugar del proyecto, pudiendo experimentar daños reparables dentro de límites aceptables. ” RNE (2019).

## II. Metodología

La metodología propuesta para este artículo de revisión bibliográfica será útil para cualquier estudiante de ingeniería civil o autor de investigación que requiera adquirir los conocimientos e información específica desarrollada en este artículo de investigación. Además, la normativa sísmica y fuentes nacionales e internacionales brindaron información necesaria sobre el comportamiento sísmico de edificaciones comunes. La metodología propuesta se compone de las siguientes fases:

El tema estudiado en esta investigación es el “Comportamiento Sísmico de edificaciones comunes acorde a la norma E030 del RNE en la Urb. Miraflores - Castilla, Piura 2020”.

Ya definido el tema de estudio se procedió a consultar información científica no mayor a cinco años de antigüedad en base de datos (PubMed, Dialnet, LA Referencia, Scopus, Google Académico, Alicia Concytec, Academic OneFile, EBSCO), repositorios (UCV, UDEP), artículos científicos, revistas científicas, normativa sísmica nacional, normativas sísmicas internacionales y tesis relacionadas a la problemática.

Los artículos fueron recopilados teniendo en cuenta los objetivos específicos los cuales han sido debidamente acreditados por autores expertos en su área lo cual ha hecho que la base científica sea confiable; se siguió la temática planteada considerando a autores tales como: Tapia, Deulofeu, García, Parillo, Echemendia, etc, especificados en la “Organización de Información” en la [Anexo 3].

Se analizó la información de los diversos artículos científicos de revistas indexadas, estos proporcionaron información con mayor relevancia con respecto al tema permitiendo tener conocimiento acerca de un estudio lineal para la simulación de un sismo de mediana intensidad con respecto a edificaciones, seguidamente se tomó como aprendizaje mediante el autor Deulofeu (2019) sobre la influencia de cargas



muertas y el tipo de suelo en la dimensión que presentara la cimentación de una estructura que se encuentre ubicada en la zona de más alta peligrosidad sísmica de Cuba, para ello el autor tomo en cuenta consideraciones de la norma sísmica correspondiente a su país.

El autor Echemendía (2018) determino que sabiendo el número de edificios, habitantes y características del proceso constructivo nos llevaría a saber el comportamiento de las diversas estructuras en edificaciones y así brindar una mejor solución construyendo viviendas con los parámetros indicados, para poder disminuir el índice de peligrosidad sísmica; conectando así con el artículo en que se expone estudio de la vulnerabilidad sísmica del sistema estructural de edificaciones de la Zona 1, teniendo en cuenta que en este país (Ecuador), es muy vulnerable frente a desastres naturales; con esto se rescató que siempre es importante tomar en cuenta el tipo de la zona en que se va a construir para que se tomen las medidas adecuadas frente a los sismos que se puedan presentar.

Existió también la postura de García (2017) que consideró los mapas de riesgo sísmico dependiendo de la ciudad en la que se va a construir (Ciudad de México) una edificación destacando así la importancia de acudir a un especialista en el área de diseño antisísmico antes de tomar cualquier decisión ya sea en el proceso constructivo o alguna especificación técnica que influya en el comportamiento de la edificación. En el ámbito local se toman en cuenta los parámetros y consideraciones sísmicas dependiendo del área geográfica para los diferentes sistemas estructurales para un correspondiente análisis que cumpla con los requisitos de rigidez, resistencia y ductilidad.

Para el desarrollo del correcto uso de la norma RNE (2019) se deben de tener en cuenta aspectos técnicos tales como el tipo de estructura ya sea A, B, C y D (Edificaciones esenciales, importantes, comunes y temporales), para ello en el presente artículo de investigación científica se consideró únicamente las edificaciones tipo C (Comunes) teniendo en cuenta que el lugar estudiado fue la Urb. Miraflores, Castilla – Piura 2020.

### III. Resultados y discusión

Se realizó la metodología de análisis documental, la cual fue descrita en el capítulo II teniendo como resultado de búsqueda 42 artículos con el criterio de aportar y tener semejanza con la temática "Comportamiento Sísmico de edificaciones comunes acorde a la norma E030 del RNE en la Urb. Miraflores - Castilla, Piura 2020", las cuales cumplían con los requisitos de validez científica; los artículos seleccionados poseen fechas de publicación las cuales oscilan entre 2016 – 2020.

De los 42 artículos científicos seleccionados el que se tomó con mayor consideración y relevancia fue "Norma Técnica Peruana E030 Diseño Sismorresistente publicada el 2016" seguido de su actualización al 2019.

Ahora se muestra la discusión a la pregunta de investigación seguido del análisis de los objetivos específicos planteados, basando la recopilación sistemática de datos en la obtención de resultados:

*P.I: ¿Cuál es el comportamiento sísmico de edificaciones comunes en la Urb. Miraflores - Castilla, Piura?*

Cuando se habla de comportamiento sísmico esto significa realizar un análisis de las consideraciones técnicas de la normativa que se deben tomar en cuenta al momento de realizar el diseño de una edificación dependiendo de la zona en la que se encuentra ubicada la edificación, en este caso se tomó como tipo y lugar, las edificaciones comunes de la Urb. Miraflores – Castilla, Piura.

Obj.1 *Evaluar la conducta sísmica que deberán tener las edificaciones comunes ubicadas en la Urb. Miraflores- Castilla- Piura*

Para empezar, se debe definir cuáles son los principales factores influyentes al momento de realizar cualquier análisis de comportamiento sísmico, para ello Deulofeu (2019) destaca la interacción entre las cargas actuantes y el tipo de suelo en referencia al diseño de una edificación mediante la combinación de cargas: “Estas se obtienen del Método Estático Equivalente para el espectro de diseño de la norma sísmica cubana para suelos D y modeladas como cargas actuantes en el plano horizontal”. p. (20).

Esto resalta que para todo tipo de diseño sísmico primero se debe tener claro cuáles son las cargas actuantes de la estructura en el plano horizontal y el tipo de suelo en que se construye para así posteriormente tomar los valores técnicos correctos que se especifican de la normativa nacional vigente E030 respecto a los “Perfiles del Suelo” ya sea: Roca dura, roca o suelos muy rígidos, suelos intermedios, suelos blandos o de condiciones excepcionales ; es decir, tipo S0, S1, S2, S3 o S4 respectivamente.

**Tabla 1**  
**Clasificación de los Perfiles del Suelo**

CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO			
Perfil	V <sub>s</sub>	N <sub>60</sub>	S <sub>u</sub>
S <sub>0</sub>	> 1500 m/s	-	-
S <sub>1</sub>	500 m/s a 1500 m/s	> 50	>100 kPa
S <sub>2</sub>	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S <sub>3</sub>	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S <sub>4</sub>	Clasificación basada en el EMS		

**Nota:** Parámetros que definen el perfil de suelo. / **Fuente:** E030 RNE –Tabla N°2

En la investigación expuesta por el autor Echemendía (2018) “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de 97 edificaciones de la Comuna Santa Clara de San Millán, Quito, las viviendas colapsadas mostraron que, de 97 viviendas evaluadas, el 92% presentaba una alta vulnerabilidad sísmica debido a que la configuración estructural no era la adecuada; de igual manera, el 83.5% del total de viviendas presentaba un sistema aporticado de concreto armado sin el adecuado reforzamiento estructural”. p. (8).

Se considera necesario precisar que se estableció un estudio del impacto de un sismo en un determinado sector de la población, es decir, se realizó un análisis de las viviendas colapsadas para determinar cuál era su grado de vulnerabilidad, de igual manera se buscó el estado en que estas viviendas habían sido construidas para soportar un evento sísmico como el ocurrido, sin embargo, se encontraron porcentajes negativos, esto se debe a que la mayoría de viviendas fueron construidas de manera informal, sin un estudio previo, sin planos y sin la presencia de profesionales, tales como ingenieros o arquitectos, que supervisen un correcto procedimiento que va desde el diseño hasta el proceso constructivo; en consecuencia, los daños frente al sismo fueron muy significativos.

La vulnerabilidad sísmica en Perú está definida por 4 zonas de riesgo sísmico y el grado de vulnerabilidad de una ciudad en específico se evalúa conforme a norma dependiendo de en cuál de estas zonas se encuentra, es por ello que la Urb. Miraflores ubicada dentro de la ciudad de Castilla en el departamento de Piura debe tomar para el “Factor de Zona Sísmica” (Z) el valor de “0.45” al encontrarse en la “Zona Sísmica 4”.

**Tabla 2  
Zonificación Sísmica**

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÍSMICA	ÁMBITO
PIURA	PIURA	CASTILLA CATACAOS CURA MORI EL TALLÁN LA ARENA LA UNIÓN LAS LOMAS PIURA TAMBO GRANDE	4	TODOS LOS DISTRITOS

**Nota:** Tabla para identificar la zona sísmica en que se encuentra. / **Fuente:** E030 RNE –Anexo II

**Tabla 3  
Factores de Zona “Z”**

FACTORES DE ZONA “Z”	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

**Nota:** Tabla que define el factor de Zona “Z”. / **Fuente:** E030 RNE –Tabla N°1

En la investigación expuesta por el autor Parillo (2016) “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de los centros educativos primarios estatales de la ciudad de Juliaca, existen inseguridades con respecto a las edificaciones educativas, las cuales pertenecen a la categoría “A” siendo edificaciones de suma importancia. De esta manera, a través de estudios en campo como el estudio de suelos y el uso del software SAP 2000 (Structural Analysis Program – Series of Programs Computer & Structure), busca evaluar las vulnerabilidades sísmicas a las que están expuestas dichas estructuras, obteniendo así su comportamiento dinámico y hacer una comparativa con respecto a los parámetros establecidos en la Norma E.030”. p. (14).

Al ser edificaciones de categoría “A” se esperaba que los resultados obtenidos fueran prometedores; sin embargo, las distorsiones en el Eje X-X no se encuentran dentro de los límites, de igual manera los desplazamientos relativos son muy elevados, ya que estas dependen de la rigidez de los muros, sin embargo, estas estructuras carecen de ellos. También se logra observar que el desplazamiento máximo de las edificaciones supera las juntas de separación sísmica, esto genera que la edificación no tenga un correcto comportamiento ante un evento sísmico de magnitud considerable. Es por ello que, la vulnerabilidad sísmica, el grado de pérdida y los daños, incluyendo a vidas humanas (alumnos y profesores), pueden verse gravemente afectados ante deficiencias estructurales de diseño, así como en el proceso constructivo, obteniendo resultados perjudiciales y potencialmente peligrosos.

En el caso local, se definió estudiar las edificaciones comunes de la Urb. Miraflores, Castilla – Piura; aunque la mayoría de personas cree que el uso que tendrá una edificación no influye en las consideraciones técnicas que se deben adoptar respecto al comportamiento sísmico, esto en realidad influye en mucho. Primero una de las consideraciones técnicas en la que influye el uso es la determinación de “P” del cual se hablara más adelante, y segundo la determinación del “Factor Uso”; partiendo de la categoría de la edificación; en el caso de las edificaciones comunes se tiene que pertenecen a la categoría “C” se debe tomar como “Factor U” el valor de “1.0” tal como lo indica la norma.

**Tabla 4**  
**Tipo de Edificación y Factor de Uso**

CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR “U”		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0

**Nota:** Tabla que define el factor de uso “U”. / **Fuente:** E030 RNE –Tabla N°5

De esta manera, destacan una idea expuesta por los autores Inca, Lara y Mena (2020) “Método dinámico lineal para la simulación de eventos sísmicos y su efecto en edificaciones escolares sometidas a una simulación de un sismo de mediana intensidad”. p. (18).

Se puede decir que la aplicación del modelo que están empleando para obtener respuestas cinemáticas, las cuales están dominadas a una imitación de sismicidad de magnitud media tiene cierta similitud con nuestro artículo científico que estamos desarrollando, sin embargo, se evaluó la conducta sísmica que deberán tener las edificaciones comunes ubicadas en la urb. Miraflores- Castilla- Piura, debido a que Piura ha sido una región altamente sísmica, lo que trae como consecuencia el riesgo en las diferentes estructuras, además los autores utilizaron un método que les permitió hacer la comparación con los datos obtenidos de un modelo ya establecido, llegando a concluir que los resultados de dicha comparación fueron de vital importancia, descubriendo el movimiento horizontal y vertical de las estructuras de los distintos pisos del edificio.

Tal es el caso del presente artículo de investigación literaria, del cual se ha empleado para llevar a cabo los resultados de estudio el reglamento peruano de sismo resistencia, que permitió evaluar la conducta sísmica en las diversas estructuras del lugar tomado a estudio, llegando a concluir que todos los sitios de Piura en especial la urbanización Miraflores no están aptas para tolerar la acción de su suelo, es por eso que se recomienda tener precaución al construir edificaciones de más de 5 pisos porque ante cualquier evento sísmico estas estructuras no podrán resistir al movimiento que emerge la tierra, dando como resultado que el proceder del sismo en las edificaciones comunes de esta localidad es de mucho riesgo porque su suelo no permitirá la rigidez de las estructuras ante cualquier evento sísmico que brote de la tierra.

En este sentido, sintetizan las ideas expuestas de Villareal (2017) “correlación sísmica suelo- estructura en edificaciones con plateas de cimentación. Lima, Perú”. p. (7).

Acorde a la primera idea es muy fundamental realizar estos diferentes estudios de mecánica de suelo antes de la construcción de cualquier tipo de estructura de poca o mayor envergadura ya que nos brindara diferentes características del terreno tales como pruebas índices, contenido de agua, límites de consistencia, granulometría, pesos volumétricos, densidades sólidas. La finalidad de estos ensayos es básicamente analizar la capacidad portante del terreno, que deberán tener las edificaciones comunes ubicadas en la Urb. Miraflores- Castilla- Piura y así realizar la propuesta de diseño de cimentación sismorresistente autorizada, para el mayor soporte de cargas axiales que se transmitirán a nivel longitudinal de toda la edificación, para establecer un esfuerzo uniforme hacia el terreno de fundación y así poder diseñar una estructuración antisísmica con un mayor porcentaje considerable de rigidez y estabilidad ante un sismo y cumpla con los parámetros establecidos como, funcional, económica, resistente y segura y así poder evitar pérdidas humanas y económicas.

Los parámetros especificados en el RNE (2016) sintetiza en la, “Norma Técnica Peruana E030 Diseño Sismorresistente publicada el 2016, Peligrosidad sísmica-zonificación”. p. (7).

Es decir, para un buen análisis sísmico es de habitual importancia saber en qué tipo de zona se van a realizar diferentes edificaciones, ya que el Perú está conformado por 4 tipos de zonas (1, 2, 3,4). Cada una de ellas con distintas y altas amenazas sísmicas, Lo cual nos indica los diferentes parámetros a tener en cuenta para el diseño de sismo resistente respecto a las diversas áreas geográfica, la sismicidad observada y la información neotectónicas definidas a nivel nacional. Igualmente, también precisa las categorías de la edificación y los distintos sistemas estructurales autorizados, así como el procedimiento de análisis estructural y requisitos de rigidez, resistencia y ductilidad. Para que así la estructura pueda responder de forma positiva ante un evento sísmico de alta magnitud.



Cuando ya se tiene definido el valor del factor valor de “Z” y la clasificación del perfil del suelo especificado en la norma, ya explicado anteriormente, ahora sí se puede definir nuevos factores partiendo de la combinación de estos para posteriormente obtener sucesivamente nuevos factores de análisis, tales como el Factor de Suelo “S” el cual es obtenido mediante la correlación de Zona/ Suelo.

**Tabla 5**  
**Factor de Suelo**

FACTOR DE SUELO “S”				
SUELO / ZONA	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
Z <sub>4</sub>	0,8	1,0	1,05	1,10
Z <sub>3</sub>	0,8	1,0	1,15	1,20
Z <sub>2</sub>	0,8	1,0	1,20	1,40
Z <sub>1</sub>	0,8	1,0	1,60	2,00

**Nota:** Tabla que define el factor de Suelo “S”. / **Fuente:**

E030 RNE –Tabla N°3

Al principio se explicó cómo se debe determinar la clasificación del perfil del suelo, se dijo la importancia que tiene este y la forma en la que influye en la determinación de ciertos factores. Cuando se determinan los de “T<sub>P</sub>” y “T<sub>L</sub>” referentes a los periodos de análisis se vuelve a considerar la clasificación del perfil del suelo tal y como se observa en la [Error! Reference source not found.] y posteriormente calcular el valor de del Factor de Amplificación Sísmica “C” como se muestra en el [Anexo 04] y para “R” se considera “R=R<sub>0</sub>.I<sub>0</sub>.I<sub>p</sub>” tomando “I<sub>0</sub>=1.0” y “I<sub>p</sub>= 1.0” si la edificación no presenta irregularidades considerando R<sub>0</sub> con especificado en el [Anexo 05].

**Tabla 6**  
**Periodos**

PERÍODOS “T <sub>P</sub> ” Y “T <sub>L</sub> ”				
	Perfil de suelo			
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
T <sub>P</sub> (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T <sub>L</sub> (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

**Nota:** Tabla que define “TP” y “TL” en relación al perfil del suelo.

/ **Fuente:** E030 RNE –Tabla N°3

## *Obj.2 Comparar la norma E 030 del RNE con otras normas internacionales*

Existe en cada país una normativa específica que define los parámetros y especificaciones técnicas a tomar en cuenta para realizar un análisis sísmico resistente y otras aplicaciones que tengan estas normas nacionales específicas de cada país. Existen similitudes y diferencias entre estas lo cual lleva a realizar una descripción comparativa de algunas de las normas de diseño sísmico resistente internacionales asociando características con la norma nacional E030 del RNE.

En la publicación mostrada por la Sociedad Mexicana de ingeniería Estructural SMIE (2019). Refiere que el país de México está conformado por 2 reglamentos de construcción tales como Estatales y Municipales y nos muestra el estudio de las “Normas técnicas complementarias para un diseño por Sismo” esto refiere a que un buen estudio sísmico resistente es analizado principalmente por las irregularidades

sísmicas que se encuentran ubicadas en las distintas zonas de alta sismicidad del país, tales como zona (A, B, C, D). Esto permitirá que el diseñador estructural realice un correcto análisis sísmico cumpliendo con los diferentes parámetros establecidos en las normas técnicas de México, para así reducir las pérdidas humanas y económicas. p. (8). En comparación a la norma E.030 Diseño sísmico resistente las zonas están distribuidas en (1, 2, 3, 4), estas zonificaciones geográficas se basan en el análisis estático y dinámico de cualquier tipo de edificación de mayor o menor estructuración correspondiente, el artículo de esta investigación se encuentra ubicado en la zona sísmica 4 de alta peligrosidad sísmica, lo que hace que este tipo de edificación sea vulnerable ante un movimiento sísmico de mayor intensidad.

Debido a ello al realizar cualquier tipo de construcción de edificación debe ser estudiada, analizada y diseñada acorde a los parámetros establecidos en la norma E.030, para así obtener una mayor respuesta antisísmica.

En la investigación expuesta por el autor Echemendía (2018) , nos muestra el estudio realizado en el país de Ecuador, dicho estudio consistió en analizar el estado de vulnerabilidad sísmica del sistema estructural de 97 edificaciones en la ciudad de

Quito, esto se realizó conforme a la norma (NEC, 2015) de riesgo sísmico , para ello se aplicó la “Guía práctica de evaluación sísmica y rehabilitación estructural, la cual nos da a conocer que, todo el territorio ecuatoriano está considerado como amenaza sísmica alta” .p. (28).

Esta norma de riesgo sísmico de la NEC expone que Ecuador está dividido en seis zonas sísmicas (I, II, III, IV, V, VI) y su peligrosidad se caracteriza desde intermedia hasta muy alta, las cuales serán determinadas según el sitio que se construirá la estructura. En comparación a la norma E0.30 las zonas están divididas en (1, 2, 3, 4), esta zonificación se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, el estudio del artículo de esta investigación se encuentra ubicado en la zona sísmica 4, por lo que es más vulnerable ante un evento sísmico de gran magnitud. Es por ello que toda construcción debe ser diseñada conforme a las normas correspondientes, con los estudios previos necesarios, de la misma manera se debe identificar la zona, seguido de un correcto diseño ejecutado por profesionales competentes, y finalmente cumpliendo con el procedimiento constructivo correcto para evitar fallas o errores que puedan afectar el comportamiento sísmico de la edificación.

Según la Norma Chilena 433 (2009) “Diseño sísmico de edificios”. p. (7). Se considera necesario hacer la comparación entre el reglamento chileno de sismo resistencia con el reglamento peruano de diseño sísmico, de esta manera poder obtener las similitudes y diferencias que ambas normas hallan establecido, además de estudiar su transformación en el transcurrir de los años, por un lado tenemos a la norma sismorresistente de Chile la cual nos brinda los datos necesarios para la construcción de diseño sísmico de edificios, si bien sabemos la ejecución de proyectos de ingeniería sísmica ha dado muchos progresos en estos últimos tiempos, es por eso que se han aplicado cambios en estas normas para así poder alinearlas con los parámetros exactos que se requieren, en el año 2009 se publicó la norma actualizada para las construcciones chilenas sismorresistente, por el otro lado tenemos la norma técnica peruana de diseño sismo resistencia que mostró cambios en alguno de sus indicadores en el año 2019 quedando aprobada para el uso en las diferentes ejecuciones de proyectos sismo resistentes.

*Obj.3 Nombrar los riesgos y fallas a los que se expone la edificación en caso no se tomen en cuenta los parámetros establecidos en la norma de Diseño Sismoresistente*

La respuesta correcta de una edificación frente a un sismo de mediana o gran magnitud depende básicamente del diseño sismo resistente que esta posea, de igual forma influye el proceso constructivo y la utilización correcta de materiales.

Las fallas que llega a presentar una edificación cuando no se cumplen estas consideraciones son varias, tal y como lo exponen Treviño y otros (2018) destacando las fallas que presenta una edificación después de enfrentar las fuerzas de un sismo: “La Brigada de Valoración Estructural que realiza los dictámenes estructurales en el municipio de San Pedro Comitancillo, concluye que las fallas más comunes que afectaron a las columnas y trabes fueron las fallas por cortante, por flexión y por la condición denominada de columna corta”. p. (3517).

Siendo diversas las consideraciones que existen para prevenir tragedias, aun no todas las edificaciones que deberían ser diseñadas sísmicamente cumplen con los parámetros que establecen las normativas nacionales de cada país, muchas veces teniendo como causantes factores externos de beneficio propio lo cual tarde o temprano termina siendo lo que lleva a que la edificación no tenga un correcto desempeño producto de un diseño incorrecto y la falta de conocimiento de las consecuencias que esta práctica incorrecta provocara en la edificación.

El autor Rojas (2019) en su investigación “Desempeño de edificios esenciales durante sismos en Ecuador - caso hospitales y clínicas, centros de salud o de emergencia sanitaria, nos muestra que el estudio se basó en la categoría de estructuras esenciales afectadas por eventos sísmicos a partir de 1977, debido a esto, muchas edificaciones quedaron fuera de operación, lo cual afectó fuertemente a la comunidad”.p. (30).

De esta manera, se pudo resaltar que gran cantidad de edificaciones en ese periodo sufrieron daños estructurales que van desde leves hasta graves, tanto que se necesitó demoler a los que sufrieron daños mayores, los factores más críticos que afectaron a su comportamiento sísmico fueron por el uso de material de mala calidad, inadecuadas técnicas de construcción e inadecuada configuración sismo resistente, es decir, el diseño de las estructuras no era apta para soportar eventos sísmicos, es por ellos que, a través del trabajo de investigación se determinó y evaluó los factores sísmicos que tendrán que considerar en las edificaciones comunes ubicadas en la Urb. Miraflores Castilla-Piura, con el propósito de informar y prevenir los posibles daños que puedan ser ocasionados frente a un evento sísmico de gran magnitud.

En el trabajo de investigación de Acevedo (2017) "Evaluation of the seismic risk of the unreinforced masonry building stock in Antioquia, Colombia, se establece un parámetro de estudio de las viviendas residenciales ubicadas en Antioquía, las cuales incluyen funciones de fragilidad y la estimación de daños a los que pueden estar expuestos ante eventos sísmicos severos".p.(22).

Las edificaciones construidas mediante el sistema de mampostería sin refuerzo tienen una representación del 60% aproximado, dado que este es un sistema de construcción poco adecuado para la zona en la que se encuentra, se busca establecer el daño que puede ocasionar un sismo. El análisis que se desarrolló se basó en un modelo teniendo en cuenta la información de las áreas edificadas, número de edificios, tipo de construcción, detalles catastrales y opiniones de expertos. Los resultados de los estudios de fragilidad se obtuvieron usando un análisis tiempo-historia para un sismo con periodo de retorno de 500 años. Los resultados obtenidos no fueron alentadores, ya que se indica que se podría tener daños moderados en la mayoría de viviendas y edificaciones con daños severos e incluso el colapso de algunas estructuras.

En este sentido, sintetizan las diferentes ideas de Amangadi (2018) “Análisis de riesgos ante eventos sísmicos en las edificaciones de la parroquia santa fe, cantón Guaranda, provincia Bolívar, Ecuador.”

Acorde a las distintas ideas expuestas por los autores es muy fundamental analizar los riesgos ante un acontecimiento sísmicos en las diferentes estructuraciones que conforma cada edificación, tales como cimentaciones, columnas, vigas y losa ya que son elementos estructurales que dependerán de un correcto análisis de riesgo para que puedan cumplir con la resistencia adecuada en una edificación y puedan actuar con un movimiento dinámico apropiado, respondiendo de manera positiva ante un seceso sísmico, ya que en un análisis sismorresistente se busca que la estructura soporte lo suficiente para que los que lo albergan puedan evacuar de forma correcta y así poder evitar pérdidas de vidas humanas, este análisis realizado correctamente accederá a determinar los siguientes escenarios en donde se deben priorizar medidas de intervención De los elementos estructurales y no estructurales. Esta evaluación y medidas serán enfocadas principalmente a la limitación de riesgos con el propósito de disminuir o mitigar pérdidas de mayor magnitud.

De esta manera, destacan una idea expuesta por la autora Zambrana (2019) “Peligro Sísmico de la falla geológica Aeropuerto, Margen este de la ciudad de Managua, Nicaragua”. p. (4).

Se considera necesario desarrollar la indagación de las disposiciones y características sísmicas de los suelos en la orilla este de Managua precisamente en la franja de falla geológica del aeropuerto. Estos estudios son de vital importancia para prevenir los diferentes desastres que puedan presentarse, planificando la demarcación y de esta manera brindar la información para la simplificación del riesgo sísmico en el punto este de la Ciudad Capital. Es por ello que estudiamos la Urb. Miraflores- Castilla- Piura, aplicando estudios que nos permiten precisar los riesgos y fallas a los que se exponen las edificaciones comunes de este sitio; asimismo poder evitar el surgimiento de manifestaciones peligrosas.

## IV. Conclusiones

- Las edificaciones comunes que se encuentren ubicadas en la Urb. Miraflores-Castilla, Piura se ubican en la zona sísmica 4 por lo tanto posee un factor  $Z=0.45$  siendo una zona de alta vulnerabilidad sísmica. Al estudiar edificaciones comunes (Categoría C) contarán con un factor de uso  $U=1.0$ ; se recomienda tener precaución al construir edificaciones de más de 5 pisos porque ante cualquier evento sísmico estas estructuras no podrán resistir al movimiento que emerge la tierra.
- Existen similitudes y diferencias entre la norma nacional E030 del RNE y otras internacionales tales como que el país de México está conformado por 2 reglamentos de construcción tales como Estatales y Municipales a diferencia de Perú que aplica un solo reglamento a nivel nacional; en Ecuador (NEC) está dividido en seis zonas sísmicas (I, II, III, IV, V, VI) y su peligrosidad se caracteriza desde intermedia hasta muy alta en cambio la norma Peruana se divide en 4 zonas (I, II, III, IV). Concluyendo con la Norma Chilena 433-2009 actualizada por última vez en 2009 para las construcciones sismorresistente en disimilitud a la norma Peruana que se actualizo en 2019.
- Los daños se ocasionaron en los distintos elementos estructurales, las fallas más concurrentes que presentan las edificaciones comunes que sufrieron la acción de un sismo fueron las fallas por cortante, por flexión y por la condición denominada de columna corta; debido a que no se tomaron en cuenta los parámetros establecidos en la normativa de diseño sismorresistente E030 del RNE.

## V. Recomendaciones

A partir de la revisión literaria realizada, se manifestó la relevancia de investigar el comportamiento sísmico de edificaciones comunes, si se quiere solucionar las siguientes interrogantes:

En la literatura no se muestra un diseño sísmico estructural específico para una edificación común ubicada en la urbanización planteada, lo cual permitirá visualizar la aplicación de las recomendaciones técnicas especificadas en un ejemplo práctico. No se muestra la aplicación de un software de diseño sísmico, de tal forma que se observe de manera virtual la interacción de la estructura frente a un sismo. Asimismo, se ha investigado el comportamiento sísmico de edificaciones comunes en la Urb. Miraflores, Castilla – Piura, se comparó la norma E- 030 del RNE con otras normativas internacionales y como afecta un sismo a una edificación que no ha sido diseñada debidamente conforme a la normativa nacional de diseño sismorresistente.

A partir desde las manifestaciones anteriores, se realiza la siguiente pregunta: ¿Qué pasaría si se implementara una normativa sismorresistente específica para cada departamento tal y como se desarrolla en el país de México?



## REFERENCIAS

1. ABANTO, Sarita, CARDENAS, Deysi. Determination of seismic vulnerability applying the Benedetti - Petrini method in educational institutions in the historic center of Trujillo, Province of Trujillo, Region la Libertad. *Engineering science* [en línea]. Noviembre del 2016. [Fecha de consulta: 25 de junio de 2020]. Disponible en <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/2056>
2. ÁLVAREZ, Eduardo. Influencia de las cargas muertas y el tipo de suelo en el diseño de cimentaciones aisladas en zonas sísmicas. *Ciencia en su PC* [en línea]. Octubre del 2019, n.º 1(4). [Fecha de consulta: 27 de Mayo de 2020]. ISSN: 1027-2887. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181360994002>
3. ALVA, Julio. Evaluación de la relación de los factores estructurales en la vulnerabilidad sísmica de viviendas en laderas de la urbanización Tahuantinsuyo del distrito de independencia, lima. *Revista ciencia en ingeniería* [en línea]. 2017, n.º 2, [Fecha de consulta: 29 de mayo de 2020]. Disponible en <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/10571>
4. AMANGADI, Karina, ASUMA, Eliza y BARRAGÁN, Grey. Análisis de riesgo ante eventos sísmicos en las edificaciones de la parroquia santa fe, cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador. *Revista de Ciencias de Seguridad y Defensa* [en línea]. 2017, n.º 1. [Fecha de consulta: 3 de junio de 2020]. Disponible en <http://geo1.espe.edu.ec/wp-content/uploads/2018/11/4.pdf>

5. A Probabilistic Model to Evaluate Options for Mitigating Induced Seismic Risk por VAN ELK, J [et al]. *Earthquake Spectra* [en línea]. 2019, n.º 35(2). [Fecha de consulta: 22 de mayo del 2020].  
Disponible en [10.1193/050918EQS118M](https://doi.org/10.1193/050918EQS118M)
6. AHULU, Sylvanus, DANUOR, Sylvester y ASIYEDU, Daniel. Probabilistic seismic hazard assessment of southern part of Ghana. *Journal of seismology* [en línea]. Diciembre del 2017, n.º 22(3). [Fecha de consulta: 17 de mayo del 2020].  
Disponible en <https://doi.org/10.1007/s10950-017-9721-x>
7. Aspects concerning seismic vulnerability of buildings in Iasi city, Romania por Alexandru Banica [et al]. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM* [en línea]. 2016, n.º 3. [Fecha de consulta: 15 de Junio de 2020].  
Disponible en <https://search.proquest.com/openview/d2de7cf8e9a2a9a1d3ea6bc7f4e0c120/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1536338>
8. A physics-based earthquake simulator replicates seismic hazard statistics across California por Bruce E Shaw [et al]. *Science advances* [en línea]. Agosto 2018, n.º 4(8). [Fecha de consulta: 19 de mayo del 2020].  
Disponible en <https://doi.org/10.1126/sciadv.aau0688>
9. BONIVE, Francisco. Estudio de refracción sísmica en las poblaciones del oeste del estado Sucre. *Geominas* [en línea], 2015, n.º 68. [Fecha de Consulta: 29 de mayo de 2020].  
Disponible en <https://link.gale.com/apps/doc/A494500907/AONE?u=univcv&sid=AONE&id=bd278726>.

10. BUENDÍA, Luis y REINOSO, Educador. Análisis de los daños en viviendas y edificios comerciales durante la ocurrencia del sismo del 19 de septiembre de 2017. *Revista scielo ingeniería sísmica* [en línea]. 2019, n.º 2. [Fecha de consulta: 2 de junio de 2020].  
Disponible en [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0185092X2019000200019&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0185092X2019000200019&script=sci_arttext&tlng=en)
11. CABRERA, Roberto. Diseño sismo resistente del edificio de oficinas con sistema mixto Acero y Hormigón. *Universidad Politécnica Salesiana de Ecuador* [en línea]. Febrero del 2016. [Fecha de consulta: 9 de junio de 2020].  
Disponible en <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/13036>
12. CHAVÉZ, B. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de la ciudad de Quito – Ecuador y riesgo de pérdida. *Revista internacional de Ingeniería* [en línea]. 2016, n.º 1 (3). [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2020].  
Disponible en <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/16537>
13. Daños en viviendas localizadas en el sureste de México ocasionados por el sismo de Tehuantepec del 7 de septiembre de 2017 por Eber Godínez [et al]. *Revista Internacional de Ingeniería de Estructuras* [en línea]. Junio 2019, vol. 24, n.º 2. [Fecha de Consulta: 20 de Junio de 2020].  
Disponible en <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/riie/article/view/1285>
14. ECHEMENDÍA, Ilyak. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de 97 edificaciones de la “Comuna Santa Clara de Santa Clara de Milán”, Quito”. *Uancv* [en línea]. Junio del 2018. [Fecha de consulta: 2 de Junio de 2020].  
Disponible en <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/2599>

15. Edificios de concreto reforzado siguiendo la NSR-10 vs sismo de Quetame registrado en Bogotá D.C por RUIZ, D [et al]. *Ingeniería y Ciencia* [en línea], Julio del 2015, n.o16. [Fecha de consulta: 29 de mayo de 2020].  
Disponible en <https://link.gale.com/apps/doc/A337815627/AONE?u=univcv&sid=AONE&xid=1ce6fa8c>
16. Escenarios susceptibles a la licuefacción inducida por sismos de gran magnitud en Santiago de Cuba por L. Fernández [et al]. *Revista Minería y Geología* [en línea]. 2016, n.º 32(2). [Fecha de consulta: 26 de mayo del 2020].  
Disponible en <https://link.gale.com/apps/doc/A470229140/AONE?u=univcv&sid=AONE&xid=df1137cc>
17. Evaluation of the seismic risk of the unreinforced masonry building stock in Antioquia, Colombia por Ana Acevedo [et al]. *Natural Hazards* [en línea]. Noviembre del 2017. [Fecha de consulta: 2 de junio de 2020].  
Disponible en <https://link.springer.com/article/10.1007/s11069-016-2647-8>
18. Experimental study on seismic performance of new-type composite shear wall por XIAORUAN, Song [et al]. *DYNA - Ingeniería e Industria* [en línea]. Julio 2019, n.º 8. [Fecha de consulta: 20 de junio de 2020].  
Disponible en <http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=5&sid=e17abf65-84d0-4bf0-ae18-669f71cc5bf4%40sessionmgr4006&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZI#AN=137367852&db=fua>

19. FERNÁNDEZ, J. Análisis de las ventajas y desventajas de las técnicas no convencionales en la construcción de edificaciones frente a un evento sísmico. *Revista INGENIO* [en línea]. 2018, n.º 1(1), [Fecha de consulta: 2 de junio de 2020].  
Disponible en <http://200.12.169.32/index.php/INGENIO/article/view/172>
20. GARCIA, Juan. Ciudad de México y su riesgo sísmico. *NEXOS* [en línea].  
Noviembre del 2017, 52-55 [Fecha de consulta: 27 de Mayo de 2020].  
Disponible en <https://www.nexos.com.mx/?p=34369>
21. GONZALEZ, R. Un paso adelante para prevenir el riesgo sísmico. *Revista Universidad EAFIT* [en línea]. 2018, n.º 53(172). [Fecha de consulta: 2 de junio de 2020].  
Disponible en <http://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/5855>
22. GUERRERO, Alejandra y LÓPEZ, Oscar. Espectro de Respuesta del Sismo de Caracas de 1967. *Revista Técnica* [en línea]. 2019, n.º 3. [Fecha de consulta: 29 de mayo de 2020].  
Disponible en <https://link.gale.com/apps/doc/A614987298/AONE?u=univcv&sid=AONE&xid=0d604024>.
23. HERNÁNDEZ, Miguel. Vulnerabilidad sísmica de edificios de Campus Mocambo de la Universidad Veracruzana. *Ingeniería aplicada* [en línea]. Enero del 2016. [Fecha de consulta: 20 de Junio del 2020].  
Disponible en <http://cdigital.uv.mx/handle/123456789/41547>

24. INCA, C, LARA, J y MENA, A. Método dinámico lineal para la simulación de eventos sísmicos y su efecto en edificaciones escolares. *Revista Téc. Ing. Univ. Zulia* [en línea]. 2020, n.º 1, 18- 25 [Fecha de consulta: 27 de mayo de 2020].

Disponible en [file:///C:/Users/usuario/Documents/ART%C3%8DCULOS%20DE%20INVESTIGACION/Metodo\\_dinamico\\_lineal\\_para\\_la.PDF](file:///C:/Users/usuario/Documents/ART%C3%8DCULOS%20DE%20INVESTIGACION/Metodo_dinamico_lineal_para_la.PDF)

25. MERCADO, Luis, SABOGAL, Carlos y BERROCAL, Arnoldo. Análisis de vulnerabilidad sísmica en edificaciones aporricadas de concreto reforzado en la ciudad de Cartagena caso estudio: Edificio Concasa y Banco del Estado. *Ingeniería Internacional* [en línea]. 2016, n.º 91 [Fecha de consulta: 25 de mayo del 2020].

Disponible en <http://repositorio.unicartagena.edu.co/handle/11227/3490>

26. MONTEMAYOR, Fernando. Métodos de reparación para las fallas estructurales más comunes observadas en edificaciones del municipio de San Pedro Comitancillo, Oaxaca, ocasionadas por los eventos sísmicos de septiembre del 2017. *Academia de Ingeniería Civil del Instituto Tecnológico de Tepic* [en línea]. Mayo 2018. [Fecha de consulta: 10 de junio de 2020].

Disponible en [https://www.researchgate.net/profile/Damian\\_Andrade/publication/335675770](https://www.researchgate.net/profile/Damian_Andrade/publication/335675770)

27. PARILLO, Efraín. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de los centros educativos primarios estatales de la ciudad de Juliaca-2015. *Investigación Andina* [en línea]. Enero-Junio del 2016. [Fecha de consulta: 2 de Junio de 2020].

Disponible en <https://revistas.uancv.edu.pe/index.php/RCIA/article/view/56>

28. PINTO, Francisco y LEDEZMA, Christian. Interacción suelo-estructura en edificios de gran altura con subterráneos en Santiago, Chile. *Obras y Proyectos* [en línea]. 2019, n.º 25 [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2020]. Disponible en <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-28132019000100066>
29. QUEZADA, Stefany. Fallas más comunes en sistemas estructurales de ductilidad limitada en viviendas de hasta dos pisos en zonas sísmicas altas. *Utmach* [en línea]. Agosto del 2019. [Fecha de consulta: 15 de Junio de 2020]. Disponible en <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/14514>
30. RNE. Norma Técnica Peruana E030 Diseño Sismorresistente. *Universidad privada del Norte - Lima - Perú* [en línea]. Septiembre 2016. [Fecha de consulta: 7 de junio de 2020]. Disponible de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/21647/Ramirez%20Calixto%2C%20Richard%20Guido.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
31. ROJAS, Pablo. Desempeño de edificios esenciales durante sismos en Ecuador-caso hospitales y clínicas, centros de salud o de emergencia sanitaria. *Universidad Católica de Santiago de Guayaquil* [en línea]. Septiembre 2019. [Fecha de consulta: 2 de Junio de 2020]. Disponible en <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/13830>
32. SÁEZ, María y GARCÍA, Luisa. Caracterización estructural y evaluación numérica del daño sísmico del Cortijo del Fraile en Níjar (Almería, España). *Revista DYNA* [en línea]. 2020, n.º 95(3) [Fecha de consulta: 23 de mayo del 2020]. Disponible en <https://www.revistadyna.com/inicio-dyna>

33. SEGOVIA, A, y FUERTES, A. Enfoque para el análisis estructural y protección sísmica de edificaciones patrimoniales, a partir de la caracterización de sus particularidades técnicas. *CONICYT Chile* [en línea]. Diciembre del 2018, n.º 33(3). [Fecha de consulta: 23 de mayo del 2020].  
Disponible en <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732018000300315>
34. Seismic Vulnerability Assessment of Buildings Using a Statistical Method of Response Prediction por Ershad Ziaei [et al]. *Integrating Science, Engineering & Policy* [en línea]. Junio del 2018. [Fecha de consulta: 15 de Junio de 2020].  
Disponible en <https://www.eeri.org/event/11th-united-states-national-conference-on-earthquake-engineering/>
35. Seismic Vulnerability Study Of Historic Downtown Of Tapachula, Chiapas, By The Vulnerability Index Method por RUIZ, A [et al]. *Revista Internacional de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil* [en línea], 2015, n.o20. [Fecha de Consulta: 20 de junio de 2020].  
Disponible en <http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=6&sid=e17abf65-84d0-4bf0-ae18-669f71cc5bf4%40sessionmgr4006&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZI#AN=118839056&db=fua>
36. Simulation Of Seismic Wave Propagation, And Amplitude And Period Characteristics For The Seismic Microzoning Of Guarenas And Guatire Cities por MORFE, Julio [et al]. *Revista Geologia* [en línea], Ene-Jun2015, n.º 17. [Fecha de consulta: 20 de junio de 2020].  
Disponible en <http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=12&sid=e17abf65-84d0-4bf0-ae18-669f71cc5bf4%40sessionmgr4006&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZI#AN=100792174&db=fua>



37. TAPIA, Edgar, REDDY, Elizabeth y OROS, Laura. Retos e incertidumbres en la predicción y prevención del riesgo sísmico. *Ing. Sísm* [en línea]. 2017, n.º 96 [Fecha de consulta: 27 de mayo del 2020].  
Disponible en [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185-092X2017000100066&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-092X2017000100066&lng=es&nrm=iso)
38. VILLANUEVA, Juan. Assessment of the seismic vulnerability of the city of Cartago in the Eastern and Western Districts, Costa Rica. *Engineering science* [en línea]. Mayo del 2016. [Fecha de consulta: 20 de junio del 2020].  
Disponible en <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/6717>
39. VILLAREAL, G. Interacción sísmica suelo - estructura en edificaciones con plateas de cimentación. *Universidad de San Martín de Porras-Lima-Perú* [en línea]. Noviembre 2017. [Fecha de consulta: 10 de junio de 2020].  
Disponible en [http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/handle/usmp/4081/עה\\_perez.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/handle/usmp/4081/עה_perez.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
40. WADA, Akira. Strength, functionality and beauty of university buildings in earthquake-prone countries. *Proceedings of the Japan Academy* [en línea]. 2018, n.º 94(2). [Fecha de consulta: 19 de mayo del 2020].  
Disponible en <https://doi.org/10.2183/pjab.94.009>
41. YAMIN, L, HURTADO, A y RINCÓN, R. Controlling parameters in the assessment of the seismic vulnerability of buildings. En *16th World Conf. Earthq.-WCEE* [en línea]. Enero del 2017. [Fecha de consulta: 15 de Junio del 2020].  
Disponible en <https://www.wcee.nicee.org/wcee/article/16WCEE/WCEE2017-2693.pdf>

42.ZAMBRANA, X. Seismic hazard on the Airport geological fault, East part of Managua city, Nicaragua. *Revista Compromiso Social* [en línea]. 2019, n.º 1(2). [Fecha de consulta: 2 de junio del 2020].

Disponible

en

<https://revistacompromisosocial.unan.edu.ni/index.php/CompromisoSocial/articulo/view/47>

# **ANEXOS**

## ANEXO 1:

Tabla 08

### Organización de la Información

Título y Autor	Revista	Aporte
<p>“Método dinámico lineal para la simulación de eventos sísmicos y su efecto en edificaciones escolares” <b>(2020)</b> Inca, C., Lara, J. Mena, A</p>	<p><i>Revista Téc. Ing. Univ. Zulia</i></p>	<p>Aplico un modelo de análisis lineal para evaluar las respuestas cinemáticas de una edificación escolar, sometidas a una simulación de un sismo de mediana intensidad.</p>
<p>“Influencia de las cargas muertas y el tipo de suelo en el diseño de cimentaciones aisladas en zonas sísmicas” <b>(2019)</b> ÁLVAREZ DEULOFEU, Eduardo Rafael.</p>	<p><i>Ciencia en su PC</i></p>	<p>Evaluó la influencia de la reducción de cargas muertas y el tipo de suelo en el volumen de cimentación de una edificación al ser construida en la zona de mayor peligrosidad sísmica de Cuba.</p>
<p>“Un paso adelante para prevenir el riesgo sísmico” <b>(2018)</b> GONZALEZ TORO, R.</p>	<p><i>Revista Universidad EAFIT</i></p>	<p>Determino el número de edificios y de habitantes, y sus características de construcción, y el estudio del comportamiento ante sismos de las viviendas más comunes en Colombia.</p>

“Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de 97 edificaciones de la Comuna Santa Clara de San Millán, Quito” (2018)

ECHEMENDÍA, Ilyak  
Fernández

*Uancv*

**Presento una investigación en la que da a conocer que en parte Ecuador califica en ser un país vulnerable frente a desastres naturales, por ello el esfuerzo por mejorar la calidad de las edificaciones debería ser una prioridad.**

“Ciudad de México y su riesgo sísmico” (2017)

GARCIA MORENO, Juan  
Pablo.

*NEXOS*

Analizó a los mapas de riesgos sísmicos en la ciudad de México resaltando la importancia de que la población siempre recurra a un especialista para el uso de estos, y así definir correctamente las consideraciones en el diseño sísmico estructural.

“Retos e incertidumbres de predicción y prevención del riesgo sísmico” (2017)

Tapia Hernández, Edgar.  
Reddy, Elizabeth A.  
Oros Aviles, Laura J.

*Ing. Sism*

Argumento la situación moderna de las predicciones sísmicas teniendo como base científica la física, estadística y cultura de prevención a población vulnerable para definir métodos más eficaces diseñados para la prevención sísmica.

“Correlación sísmica suelo - estructura en edificaciones con plateas de cimentación. Lima, Perú” (2017)

Villarreal, C. G.

*USMP*

Toman en cuenta la flexibilidad del suelo de fundación por lo tanto sugiere perfeccionar la Norma Técnica E.030 - 2016 “Diseño Sismorresistente”, incluyendo la integración de dicho tipo de análisis, el cual detalla perfectamente el comportamiento sísmico real de la edificación ante un suceso sísmico.

“Escenarios susceptibles a la licuefacción inducida por sismos de gran magnitud en Santiago de Cuba” (2016)

Fernández, L.  
Guardado, R.  
Herrera, I.  
Oliva, R.  
Díaz, P.

*Revista Minería y Geología*

Obtuvo la zonación del potencial de licuefacción de los suelos, para ello se evaluaron las condiciones ingeniero-geológicas y las particularidades sísmicas que propician este fenómeno.

“Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de los centros educativos primarios estatales de la ciudad de Juliaca-2015” **(2016)**

Parillo, E

*Investigación Andina*

Realizó la investigación con el fin de velar por la seguridad de quienes asisten a estas edificaciones educativas debido a la existente preocupación con respecto al impacto que dejaría en caso se origine algún evento sísmico.

“Norma Técnica Peruana E030 Diseño Sismorresistente publicada el 2016” **(2016)**

RNE

*UPDN (Nª)*

Indica los parámetros y consideraciones sísmicas por área geográficas y los distintos sistemas estructurales autorizados, así como el procedimiento de análisis estructural, requisitos de rigidez, resistencia y ductilidad.

“Análisis de las ventajas y desventajas de las técnicas no convencionales en la construcción de edificaciones frente a un evento sísmico”**(2018)**

Fernández, J.

*Revista INGENIO*

Desarrolló una descomposición sobre las ventajas de las tecnologías conocidas como no convencionales, llegando a tomar como convencionales a las estructuras de hormigón armado o acero. El valor del análisis de la actividad sísmica en el Ecuador y cómo impactan a las estructuras con tecnologías no convencionales, finalmente, se conoce cuál ha sido la situación del mercado en los últimos 10 años.

“Seismic hazard on the Airport geological fault, East part of Managua city, Nicaragua” **(2019)**

Zambrana, X.

*Revista Compromiso Social*

Determinó desarrollar la indagación de las disposiciones y características sísmicas de los suelos en la orilla este de Managua precisamente en la zona de falla geológica del aeropuerto. Estos estudios son de vital importancia para prevenir los diferentes desastres que puedan presentarse, planificando la demarcación y de esta manera brindar la información para la simplificación del riesgo sísmico en el punto este de la Ciudad Capital.

“Desempeño de edificios esenciales durante sismos en Ecuador - caso hospitales y clínicas, centros de salud o de emergencia sanitaria” **(2019)**

Rojas Calle, P.

*UCSG*

Determino el desempeño de edificios esenciales durante sismos en Ecuador a partir de 1977, ya que muchas estructuras de esta índole han sufrido de daños leves a moderados en los diferentes sismos, donde se exploró los factores más críticos que afectaron su comportamiento sísmico.

“Evaluation of the seismic risk of the unreinforced masonry building stock in Antioquia, Colombia” **(2017)**

Acevedo, A.

*Natural Hazards*

Presento el desarrollo de un modelo de exposición para el segundo departamento más poblado de Colombia (Parque residencial en Antioquia); en desarrollo de funciones de fragilidad para edificios de mampostería no reforzados y la estimación de daños en edificios por los posibles eventos sísmicos.

“Métodos de reparación para las fallas estructurales más comunes observadas en edificaciones del municipio de

*Academia Journals*

El presente artículo desprende una visita técnica al municipio de San Pedro Comitancillo, Oaxaca; zona afectada por los

San Pedro Comitancillo,  
Oaxaca, ocasionadas por los  
eventos sísmicos de  
septiembre del 2017” (2018)

Treviño Montemayor, F.  
Vázquez Magaña, J.  
Hoyos Castellanos, C.  
Ibarra Fernández, S.  
Andrade Sánchez, D.

“A Probabilistic Model to  
Evaluate Options for  
Mitigating Induced Seismic  
Risk” (2019)

Van Elk, J.

*Earthquake Spectra*

“Análisis de riesgos ante  
eventos sísmicos en las  
edificaciones de la parroquia  
santa fe, cantón Guaranda,  
provincia bolívar, ecuador”  
(2018)

Amangadi Caspi, K.  
Asuma Lazo, E.  
Grey Barragán, A.

*Revista de Ciencias de  
Seguridad y Defensa*

“Analysis of damages in  
housing and commercial  
buildings during the  
occurrence of the earthquake  
of September 19, 2017”  
(2019)

Buendía Sánchez, L.  
Reinoso Angulo, E.

*Revista scielo ingeniería  
sísmica*

eventos sísmicos ocurridos en  
Septiembre del 2017 con el fin  
de evaluar la condición de sus  
edificaciones para los tipos de  
falla estructural más recurrentes  
analizando las causas probables  
y se proponen estrategias de  
prevención para edificaciones  
futuras y de reparación para las  
existentes que presentan daños  
reparables.

Estudio las respuestas más  
comunes a la sismicidad  
inducida se basan en el control  
de la actividad antropogénica  
que causa los terremotos, como  
la inyección o extracción de  
fluidos, para limitar las  
magnitudes de los eventos o el  
nivel de movimiento del suelo  
dentro de los umbrales  
establecidos.

Analizo los riesgos ante sucesos  
sísmicos en las estructuras que  
conforma cada edificación, este  
análisis permitirá determinar los  
siguientes escenarios en donde  
se deben priorizar medidas de  
intervención. Esta evaluación  
será enfocada en mitigar  
pérdidas.

Mitigo los posibles agravantes  
de los daños presentados, tales  
como irregularidades  
geométricas y daños previos,  
entre otros. Se muestra un  
análisis estadístico de los  
siguientes factores con la  
principal finalidad de identificar  
la vulnerabilidad y poder  
encontrar tendencias para  
estimar el riesgo en las  
edificaciones de mayor  
envergadura.



**ANEXO 4:****Factor de Amplificación Sísmica “C”**

$T < T_P \quad C = 2,5$
$T_P < T < T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P}{T}\right)$
$T > T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P \cdot T_L}{T^2}\right)$

**Nota:** Determinación del Factor de Amplificación Sísmica “C”. / **Fuente:** E030 RNE

**ANEXO 5:****Factor de Amplificación Sísmica “C”**

<b>Tabla N° 7 SISTEMAS ESTRUCTURALES</b>	
Sistema Estructural	Coeficiente Básico de Reducción $R_0$ (*)
<b>Acero:</b>	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
<b>Concreto Armado:</b>	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
<b>Albañilería Armada o Confinada.</b>	3
<b>Madera (Por esfuerzos admisibles)</b>	7

**Nota:** Tabla para la determinación de “ $R_0$ ”. /

**Fuente:** E030 RNE –Tabla N°7