



UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y
ARQUITECTURA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

T E S I S

**ANÁLISIS SÍSMICO COMPARATIVO DE LAS NORMAS
SÍSMICAS DE PERÚ Y BOLIVIA EN EDIFICACIONES
APORTICADAS DE LA CIUDAD
DE MOQUEGUA, 2021**

PRESENTADA POR

BACHILLER ZENAIDA VIRGILIA TOLEDO MARCA

ASESOR:

MGR. FREDY JAIME CALSIN ADCO

PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

MOQUEGUA - PERÚ

2023

CONTENIDO

PORTADA	Pág.
PÁGINA DE JURADO.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
CONTENIDO.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	xvii

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACION

1. Descripción de la Realidad Problemática.....	1
1.1. Definición del Problema.....	6
1.1.1. Problema General.....	6
1.1.2. Problemas Específicos.....	6
1.2. Objetivos de la Investigación.....	7
1.2.1. Objetivo General.....	7
1.2.2. Objetivos Específicos.....	7
1.3. Justificación.....	7
1.3.1. En lo Económico.....	8
1.3.2. En lo Social.....	9
1.3.3. En lo Técnico.....	9

1.3.4. En lo Constructivo.....	9
1.4. Alcances y Limitaciones.....	9
1.4.1. Alcances.....	9
1.4.2. Limitaciones.....	10
1.5. Variables.....	10
1.5.1. Variable Independiente (VI).....	10
1.5.2. Variable Dependiente (VD).....	10
1.5.3. Operacionalización de la Variable Independiente.....	10
1.5.4. Operacionalización de la Variable Dependiente.....	11
1.6. Hipótesis de la Investigación.....	11
1.6.1. Hipótesis General.....	11
1.6.2. Hipótesis Específicas.....	12

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de la Investigación.....	13
2.2. Marco Teórico.....	14
2.2.1. Sismicidad.....	14
2.2.1.1. Escala de Richter.....	15
2.2.1.2. Escala de Mercalli.....	16
2.2.2. Criterios de Estructuración.....	16
2.2.2.1 Simetría.....	16
2.2.2.2 Resistencia.....	16
2.2.2.3 Ductilidad.....	17

2.2.2.4	Continuidad Estructural.	17
2.2.2.5	Rigidez Lateral.....	17
2.2.2.6	Peso.....	18
2.3.	Requisitos para el Diseño Sismorresistente según la Norma Peruana R.N.E.	
	E.030.....	18
2.3.1.	Zonificación Sísmica.	18
2.3.2.	Perfiles de Suelo.	19
2.3.3.	Categoría de la Edificación.....	20
2.3.4.	Factor de Amplificación Sísmica (C).	20
2.3.5.	Fuerza Cortante en la Base.	20
2.3.6.	Sistemas Estructurales	20
2.3.7.	Diafragma.	21
2.3.8.	Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas, R.	21
2.3.9.	Irregularidad en Altura.	21
2.3.10.	Irregularidad en Planta.	21
2.3.11.	Estimación del Peso (P).	22
2.3.12.	Aceleración Espectral.	22
2.3.13.	Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles.	22
2.3.14.	Separación entre Edificios.	23
2.4.	Requisitos para el Diseño Sismorresistente según la Norma Boliviana	
	G.B.D.S.....	23
2.4.1.	Zonificación Sísmica.	23
2.4.2.	Perfiles de Suelo.	24
2.4.3.	Categoría de la Edificación.....	25

2.4.4. Fuerza de Corte Basal.	25
2.4.5. Sistemas Estructurales.	25
2.4.6. Diafragma.	26
2.4.7. Factor de Modificación de Respuesta R y Cd.	26
2.4.8. Irregularidad en Altura.	26
2.4.9. Irregularidad en Planta.	27
2.4.10. Masas para el Análisis Sísmico.	27
2.4.11. Espectro de Diseño.	27
2.4.12. Desplazamiento por Efecto Sísmico.	28
2.4.13. Separación entre Edificios.	28
2.5. Sistema Aporticado.....	29

CAPÍTULO III

MÉTODO

3.1. Tipo de la Investigación.....	31
3.2. Diseño de la Investigación.....	31
3.3. Población y Muestra	32
3.3.1. Población.	32
3.3.2. Muestra.	32
3.4. Descripción de Instrumentos para la recolección de datos.....	32
3.4.1. Técnicas.	32
3.4.2. Instrumentos.	32
3.4.3. Planos de vivienda con muros de ductilidad limitada.	33
3.4.4. Procesamiento de Datos.....	38

CAPITULO IV

ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

4.1. Análisis Estructural (E.030).....	40
4.1.1. Descripción General.	40
4.1.1.1. Ubicación.	40
4.1.1.2. Propiedades de los materiales	40
4.1.2. Cargas.	41
4.1.3. Análisis Estático (E.030).	41
4.1.4. Análisis Dinámico (E.030).	42
4.1.5. Modelo de la Edificación en el Software (E.030).....	43
4.1.6. Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles (E.030).....	49
4.2. Análisis Estructural (GBDS)	54
4.2.1. Descripción General.	54
4.2.1.1. Ubicación.	54
4.2.1.2. Propiedades de los materiales.	54
4.2.2. Cargas.	54
4.2.3. Análisis Estático (GBDS).	55
4.2.4. Análisis Dinámico (GBDS).	55
4.2.5. Modelo de la Edificación en el Software.	57
4.2.6. Desplazamientos por Efecto Sísmico (GBDS).	63
4.3. Contrastación de Hipótesis	67
4.4. Discusión de Resultados	71

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.....	72
5.2. Recomendaciones	73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75
MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	78
INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	80

ÍNDICE DE TABLAS

Contenido de tablas	Pág.
Tabla 1. Variable independiente	11
Tabla 2. Variable dependiente	11
Tabla 3. Escala de Richter.....	16
Tabla 4. Escala de Mercalli.....	16
Tabla 5. Límites para la distorsión de entrepiso.	23
Tabla 6. Derivas máximas permisibles según el material de construcción	28
Tabla 7. Cortante estático en el eje X (E (E. 0.30)).....	45
Tabla 8. Cortante dinámico en el eje X (E. 0.30).....	46
Tabla 9. Cortante estatico y dinamico en el eje X (E. 0.30)	47
Tabla 10. Cortante estático en el eje Y (E. 0.30)	47
Tabla 11. Cortante dinámico en el eje Y (E. 0.30).....	48
Tabla 12. Cortante estatico y dinamico en el eje Y (E. 0.30)	49
Tabla 13. Límites para la distorsión del entrepiso (E.030).	49
Tabla 14. Distorsion en el eje X (E. 0.30).....	50
Tabla 15. Distorsion en el eje Y (E. 0.30).....	51
Tabla 16. Desplazamientos en el eje X (E. 0.30).....	52
Tabla 17. Desplazamientos en el eje Y (E. 0.30).....	53
Tabla 18. Cortante estático en el eje X (GBDS)	59
Tabla 19. Cortante dinámico en el eje X (GBDS)	60
Tabla 20. Cortante estatico y dinamico en el eje X (GBDS)	61
Tabla 21. Cortante estático en el eje Y (GBDS)	61

Tabla 22. Cortante dinámico en el eje Y (GBDS)	62
Tabla 23. Cortante estatico y dinamico en el eje Y (GBDS)	63
Tabla 24. Maxima deriva de piso	63
Tabla 25. Distorsion en el eje X (GBDS)	63
Tabla 26. Distorsion en el eje Y (GBDS)	64
Tabla 27. Desplazamientos en el eje X (GBDS).....	65
Tabla 28. Desplazamientos en el eje Y (GBDS).....	66
Tabla 29. Prueba de hipótesis de desplazamientos	69
Tabla 30. Prueba de hipótesis de derivas	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido de figuras	Pág.
Figura 1. Terremoto en la ciudad de Pisco - Perú 2007.	03
Figura 2. Terremoto en la ciudad de Cochabamba - Bolivia 2019	03
Figura 3. Portada de la norma de Diseño Sismorresistente E.030.	04
Figura 4. Portada de la G.B.D.S.	05
Figura 5. Ubicación de la placa de Nasca	14
Figura 6. Fenómeno de subducción	15
Figura 7. Mapa de zonificación sísmica.	19
Figura 8. Mapa probabilístico de amenaza sísmica para 475 años.	24
Figura 9. Edificación aporticada	29
Figura 10. Transmisión de cargas de un sistema aporticado.	30
Figura 11. Elevación lateral	33
Figura 12. Elevación posterior y elevación frontal.	33
Figura 13. Vista de la primera planta	34
Figura 14. Vista de la segunda planta.	35
Figura 15. Vista de la tercera planta.	36
Figura 16. Vista de la cuarta y quinta planta.	37
Figura 17. Procedimiento para el análisis sísmico de una edificación.	39
Figura 18. Espectro de diseño (E.030).	42
Figura 19. Gráfica del espectro de diseño (E.030).	43
Figura 20. Modelo de la edificación en ETABS (E.030).	43
Figura 21. Espectro de diseño (E.030)	44
Figura 22. Cortante estático en X (E. 030)	45

Figura 23. Cortante dinámico en X (E. 030).....	46
Figura 24. Cortante estático en Y (E. 030)	47
Figura 25. Cortante dinámico en Y (E. 030).....	48
Figura 26. Drifts máximos en X (E.030).....	50
Figura 27. Drifts máximos en Y (E.030).....	51
Figura 28. Desplazamientos en el eje X (E.030).....	52
Figura 29. Desplazamientos en el eje Y (E.030).....	53
Figura 30. Espectro de diseño GBDS.	56
Figura 31. Gráfica del espectro de diseño GBDS.	57
Figura 32. Modelo de la edificación en ETABS (GBDS).....	57
Figura 33. Espectro de diseño (GBDS).....	58
Figura 34. Cortante estático en X (GBDS)	59
Figura 35. Cortante dinámico en X (GBDS).....	60
Figura 36. Cortante estático en Y (GBDS)	61
Figura 37. Cortante dinámico en Y (GBDS).....	62
Figura 38. Drifts máximos en X (GBDS).	64
Figura 39. Drifts máximos en X (GBDS).	65
Figura 40. Desplazamientos en el eje X (GBDS).	66
Figura 41. Desplazamientos en el eje Y (GBDS).	67

RESUMEN

En este proyecto denominado “ANÁLISIS SISMICO COMPARATIVO DE LAS NORMAS SÍSMICAS DE PERU Y BOLIVIA EN EDIFICACIONES APORTICADAS DE LA CIUDAD DE MOQUEGUA, 2021” se desarrolló un método para realizar el diseño sísmico de edificaciones aplicando la norma de Diseño Sismorresistente E.030 y con la Guía Boliviana de Diseño Sísmico, con la finalidad de evaluar los resultados y beneficios de cada norma de diseño sísmico.

El objetivo de la investigación fue identificar diferencias en los enfoques de diseño y consideraciones sismorresistentes de las normas sísmicas de Perú y Bolivia en edificaciones aporticadas de la ciudad de Moquegua 2021.

El método de la investigación fue científica de tipo descriptivo, el diseño de la investigación fue correlacional, nivel explicativo, la población y la muestra empleada fueron las edificaciones aporticadas de cuatro niveles a más, catalogadas en la categoría C, las técnicas utilizadas fueron el análisis documentario y las consultas a expertos, los instrumentos empleados fueron Norma de Diseño Sismorresistente E.030, la Guía Boliviana de Diseño Sísmico G.B.D.S., un software de Diseño Sismorresistente y hojas de cálculo.

Finalmente, se concluyó que con la Norma de Diseño Sismorresistente E.030, de acuerdo a su procedimiento de análisis y método de cálculo del espectro de diseño, obtuvo menores resultados en comparación con la Guía Boliviana de Diseño Sísmico G.B.D.S, con respecto a desplazamientos y derivas de entrepiso.

Palabras Clave: Análisis sísmico, Edificaciones aporticadas, Diseño Sismorresistente.

ABSTRACT

In this project called "COMPARATIVE SEISMIC ANALYSIS OF THE SEISMIC STANDARDS OF PERU AND BOLIVIA IN SUPPORTED BUILDINGS OF THE CITY OF MOQUEGUA, 2021", a method was developed to carry out the seismic design of buildings applying the E.030 Seismic Design standard and with the Bolivian Seismic Design Guide, in order to evaluate the results and benefits of each seismic design standard.

The objective of the research was to identify differences in the design approaches and seismic-resistant considerations of the seismic standards of Peru and Bolivia in framed buildings in the city of Moquegua 2021.

The research method was scientific of a descriptive type, the research design was correlational, explanatory level, the population and the sample used were the buildings supported by four levels or more, classified in category C, the techniques used were the analysis documentary and expert consultations, the instruments used were Seismic Design Standard E.030, the Bolivian Seismic Design Guide G.B.D.S., Seismic Design software and spreadsheets.

Finally, it was concluded that with the E.030 Seismic Design Standard, according to its analysis procedure and design spectrum calculation method, it obtained lower results compared to the Bolivian Seismic Design Guide G.B.D.S, with respect to displacements and mezzanine drifts.

Keywords: Seismic analysis, Framed buildings, Earthquake resistant design.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación denominado “ANÁLISIS SÍSMICO COMPARATIVO DE LAS NORMAS SISMICAS DE PERU Y BOLIVIA EN EDIFICACIONES APORTICADAS DE LA CIUDAD DE MOQUEGUA 2021”.

Los fuertes movimientos telúricos tanto en el Perú (2007) como en Bolivia (2019) ocasionaron deterioros estructurales en las edificaciones y demostraron que los pobladores desconocen acerca del impacto de los terremotos en las edificaciones, lo que conlleva al investigador a contrastar ambas normas sísmicas de Perú y Bolivia. Las modificaciones hechas a la actualidad tanto para la norma sísmica Peruana (2018) y la norma sísmica Boliviana (2020) se aplicarán para el diseño sísmico de una edificación aporticada.

La siguiente tesis tiene como objetivo evaluar, los parámetros sísmicos de la norma Peruana de Diseño Sismorresistente E.030 2018 y la Guía Boliviana de Diseño Sísmico GBDS 2020, empleado en un edificación de un sistema aporticado, y su metodología de análisis y sus diferencias en la determinación de los parámetros de sitio, factor de amplificación sísmica, factor de reducción sísmica, cortante basal, espectro de diseño, desplazamientos y deformaciones, y concluir qué norma presenta resultados más reales y conservadores.

La presente investigación será de importancia para la sociedad estudiantil de Perú y Bolivia, así como para los profesionales como Ingenieros Civiles y Arquitectos en

el diseño de nuevos proyectos estructurales de concreto armado.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1. Descripción de la Realidad Problemática

Teniendo como precedente el movimiento telúrico con 7.9 grados de magnitud según la escala de Richter del año 2007, en las ciudades Chincha y Pisco, esto significo realizar un re-estudio de la norma de Diseño Sismorresistente E.030, de acuerdo a las evaluaciones obtenidas de las diferentes edificaciones, esto implico actualizar la norma sísmica Peruana, incorporando una nueva zona sísmica a la norma, adicionando periodos largos para obtener el coeficiente de amplificación sísmica, factores las irregularidades en las edificaciones.

Alfaro (2017) en la tesis titulada Estudio Comparativo de la Norma Peruana E.030 Diseño Sismorresistente y la Norma Chilena NCH433 Diseño Sísmico de Edificios, y su Aplicación a un Edificio de Concreto Armado; menciona que: Existe discrepancia entre los profesionales que diseñan y construyen edificios en comparación con esta actualización, ya que las edificaciones según los estándares anteriores se encontraban sobredimensionados, lo cual conlleva a un mayor gasto económico, como

también surgen dificultades en el cumplimiento de las irregularidades torsionales (Alfaro, 2017).

Según el Observatorio de San Calixto se elaboró el Mapa Probabilístico de Amenaza Sísmica para Bolivia (PSHBO – 2019), después del sismo ocurrido en el año 2019 en Bolivia, se creó una Guía Boliviana de Diseño Sísmico GBDS 2020. La actual norma no tiene cambios significativos en comparación con la norma de Diseño Sismorresistente E.030 2018. Se entiende que esta norma ha tenido referencia normas de Diseño Sismorresistente de Chile, Perú y Ecuador por ser países sísmicamente activos.

En Bolivia aún se tiene incertidumbre sobre su comportamiento sísmico de sus edificaciones ante un nuevo evento sísmico y de mayor magnitud e intensidad, es por ello que se recomienda a los futuros profesionales de los nuevos diseños estructurales, la correcta aplicación de la Guía Boliviana de Diseño Sísmico GBDS 2020 a fin de ver el comportamiento sísmico en edificaciones de concreto armado y afines.

El proyecto de investigación en desarrollo, tiene en cuenta que no existen investigaciones similares que comparen las normas sísmicas Peruana y Boliviana para una edificación aporticada en concreto armado, realizando el análisis estático y el análisis dinámico para determinar desplazamientos laterales.

Alfaro (2017) indica que esto conlleva a estudiar y mejorar las normas sísmicas. Por lo tanto, en la tesis en desarrollo se llevará a cabo el estudio

comparativo de la metodología de diseño sísmico entre la norma de Diseño Sismorresistente E.030 2018 y la Guía Boliviana de Diseño Sísmico 2020 GBDS para obtener sus principales ventajas y desventajas de cada norma y evaluar cuál de estas es más conservadora de acuerdo a los resultados finales.

Figura 1

Terremoto en la ciudad de Pisco - Perú 2007



Nota: Terremoto del 2007 en Pisco. Fuente: Instituto Geofísico del Perú (2008)

Figura 2

Terremoto en la ciudad de Cochabamba - Bolivia 2019



Nota: Lugar exacto donde se ha registrado el sismo en Bolivia. Fuente: Centro Sismológico Euro-Mediterráneo (2019)

Figura 3

Portada de la norma de Diseño Sismorresistente E.030



Nota: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018)

Figura 4

Portada de la G.B.D.S



Nota: Ministerio de obras públicas, servicio y vivienda de Bolivia (2020)

1.1. Definición del Problema

1.1.1. Problema General.

¿Cuáles son las diferencias de las metodologías de diseño y consideraciones sismorresistentes de las normas sísmicas de Perú y Bolivia en edificaciones aporticadas de la ciudad de Moquegua 2021?

1.1.2. Problemas Específicos.

- ¿Qué consideraciones sísmicas están plasmadas en las normas sísmicas de Perú y Bolivia en edificaciones aporticadas de la ciudad de Moquegua 2021?

- ¿Cómo obtener los desplazamientos laterales con las normas sísmicas de Perú y Bolivia en edificaciones aporticadas de la ciudad de Moquegua 2021?

- ¿Cómo comparar los resultados de las derivas, con las normas sísmicas de Perú y Bolivia para determinar cuál es la más conservadora para el diseño sísmico en edificaciones aporticadas de la ciudad de Moquegua 2021?

1.2. Objetivos de la Investigación

1.2.1. Objetivo General.

Determinar las diferencias de las metodologías de diseño y consideraciones sismorresistentes de las normas sísmicas de Perú y Bolivia en edificaciones aporticadas de la ciudad de Moquegua 2021.

1.2.2. Objetivos Específicos.

- Determinar las consideraciones sísmicas que están plasmadas en las normas sísmicas de Perú y Bolivia en edificaciones aporticadas de la ciudad de Moquegua 2021.

- Determinar los desplazamientos laterales con las normas sísmicas de Perú y Bolivia en edificaciones aporticadas de la ciudad de Moquegua 2021.

- Comparar los resultados de las derivas para determinar si la norma sísmica de Perú o la norma sísmica de Bolivia es la más conservadora para el diseño sísmico en edificaciones aporticadas de la ciudad de Moquegua 2021.

1.3. Justificación

Alfaro (2017) señala que la ingeniería sismorresistente continuará presentando constantes cambios de acuerdo al estudio y avance tecnológico por los nuevos sistemas de protección sísmica que aparecen en el mercado

peruano e internacional debido a que los movimientos telúricos no son predecibles, Por lo tanto, se investigará los daños causados a las edificaciones por cada movimiento sísmico que se presente, y verificará si las normas de diseño sísmico para el diseño sísmoresistente de estructuras son adecuadas para futuros sismos.

El propósito del actual proyecto de tesis es llevar a cabo un análisis comparativo, los principales parámetros sísmicas de la norma Peruana de Diseño Sismorresistente E.030 2018 o la Guía Boliviana de Diseño Sísmico GBDS 2020, aplicado los conocimientos adquiridos sobre el manejo de las normas sismorresistentes a una edificación aporticada en concreto armado, así como su método de análisis y diferencias en la determinación de los parámetros del sitio, factor de amplificación sísmica, factor de reducción sísmica, cortante basal, espectro de diseño, desplazamientos y deformaciones, obteniendo resultados realistas y conservadores.

La presente investigación será de utilidad y análisis para estudiantes de ingeniería civil en la región, fomentando el aprendizaje, análisis y la investigación sobre el diseño sísmico de edificios con sistemas aporticado de concreto armado.

1.3.1. En lo Económico.

Un buen diseño de análisis sísmico en una edificación de sistema aporticado, generará un ahorro económico para el propietario en una futura reparación del edificio en caso de terremoto.

1.3.2. En lo Social.

A nivel social, las pérdidas humanas ante futuros eventos sísmicos pueden evitarse, si se considera las recomendaciones de ambas normas peruana y boliviana.

1.3.3. En lo Técnico.

Correcta aplicación de las normas peruana y boliviana para el análisis sísmico de un sistema aporticado.

1.3.4. En lo Constructivo.

Luego del resultado obtenido de acuerdo a un análisis sísmico óptimo de ambas normas implicadas en la tesis en mención, se tomará los resultados como antecedentes para futuras construcciones de la zona.

1.4. Alcances y Limitaciones

1.4.1. Alcances.

El proyecto de investigación en desarrollo tiene como propósito brindar las recomendaciones necesarias en cuanto a arquitectura, configuración estructural y el uso de diferentes parámetros sísmicos de norma peruana de Diseño Sismorresistente E.030 2018 y la Guía Boliviana de Diseño Sísmico GBDS 2020 para el análisis sísmico en edificaciones aporticadas, Moquegua 2021, para una correcta aplicación de ambas normas en el diseño sísmico de edificios.

1.4.2. Limitaciones.

- El ámbito de este trabajo de investigación son las edificaciones aporticadas de la ciudad de Moquegua 2021.
- Esta investigación se limita a estudiar el análisis sísmico y comparar la norma peruana de Diseño Sismorresistente E.030 2018 y la Guía Boliviana de Diseño Sísmico GBDS 2020.

1.5. Variables

1.5.1. Variable Independiente (VI).

Análisis Sísmico.

1.5.2. Variable Dependiente (VD).

Edificaciones aporticadas.

1.5.3. Operacionalización de la Variable Independiente.

La Tabla 1., da a conocer las características de la variable X, que forma parte de esta investigación, con el fin de ofrecer información ordenada y detallada.

Tabla 1*Variable independiente*

Variable	Dimensión	Indicador	Unidad de medida	Instrumento de medición
Análisis sísmico	E.030	Análisis estático	m.	Deriva 0.007
		Análisis dinámico	m.	Deriva 0.007
	G.B.D.S.	Análisis estático	m.	Deriva 0.012
		Análisis dinámico	m.	Deriva 0.012

1.5.4. Operacionalización de la Variable Dependiente.

La Tabla 2., da a conocer las características de la variable Y, que forma parte de esta investigación, con el fin de presentar una información ordenada y detallada.

Tabla 2*Variable dependiente*

Variable	Dimensión	Indicador	Unidad de medida	Instrumento de medición
Edificaciones aporticadas	Diseño Concreto Armado	Viga	m.	Deriva
		Losa	m.	Deriva
		Columna	m.	Deriva
		Placa	m.	Deriva

1.6. Hipótesis de la Investigación

1.6.1. Hipótesis General.

Existe un método para determinar las diferencias de las metodologías de diseño y consideraciones sismorresistentes de las normas sísmicas de Perú y Bolivia en edificaciones aporticadas de la ciudad de Moquegua 2021.

1.6.2. Hipótesis Específicas.

- Existe un método para determinar las consideraciones sísmicas que están plasmadas en las normas sísmicas de Perú y Bolivia en edificaciones aporticadas de la ciudad de Moquegua 2021.

- Existe un método para determinar los desplazamientos laterales con las normas sísmicas de Perú y Bolivia en edificaciones aporticadas de la ciudad de Moquegua 2021.

- Existe un método para comparar los resultados de las derivas para determinar si la norma sísmica de Perú o la norma sísmica de Bolivia es la más conservadora para el diseño sísmico en edificaciones aporticadas de la ciudad de Moquegua 2021.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

Durante la última década, los reglamentos de diseño sísmico han evolucionado, con Perú teniendo la última versión de sus reglamentos de diseño sísmico E.030 en 2018. Mientras que el país vecino de Bolivia tiene La Guía Boliviana de Diseño sísmico, la cual fue publicada en el año 2020.

Cabe resaltar que la Guía Boliviana de Diseño sísmico se encuentra en estudio y que falta comprobar su eficacia y ver el comportamiento sísmico de sus edificaciones. El propósito de este proyecto de investigación es comparar el comportamiento sísmico de un edificio integrado con características similares aplicando dos estándares de diseño sísmico y verificando el comportamiento de desplazamiento lateral de los dos modelos matemáticos.

Existen trabajos de investigación que comparan normas sísmicas de Perú y Ecuador, también la comparación de las normas sísmicas de Perú y

Chile, sin embargo, por primera vez que se realizara la comparación de normas sísmicas de Perú y Bolivia en un trabajo de investigación.

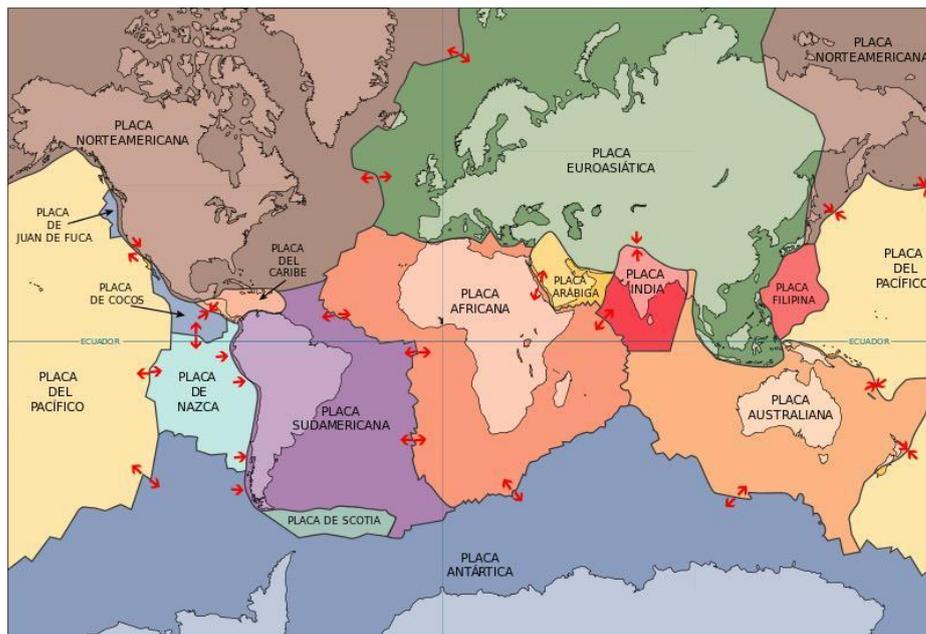
2.2. Marco Teórico

2.2.1. Sismicidad.

Bolivia y Perú han sido sometidos desde su fundación a innumerables sismos, ello se debe a que se encuentra en el Círculo Circumpacífico, Ahora está claro que la razón de los diferentes grados de daños en los edificios radica en las condiciones del suelo en estos lugares y otros aspectos, como las influencias topográficas.

Figura 5

Ubicación de la placa de Nasca

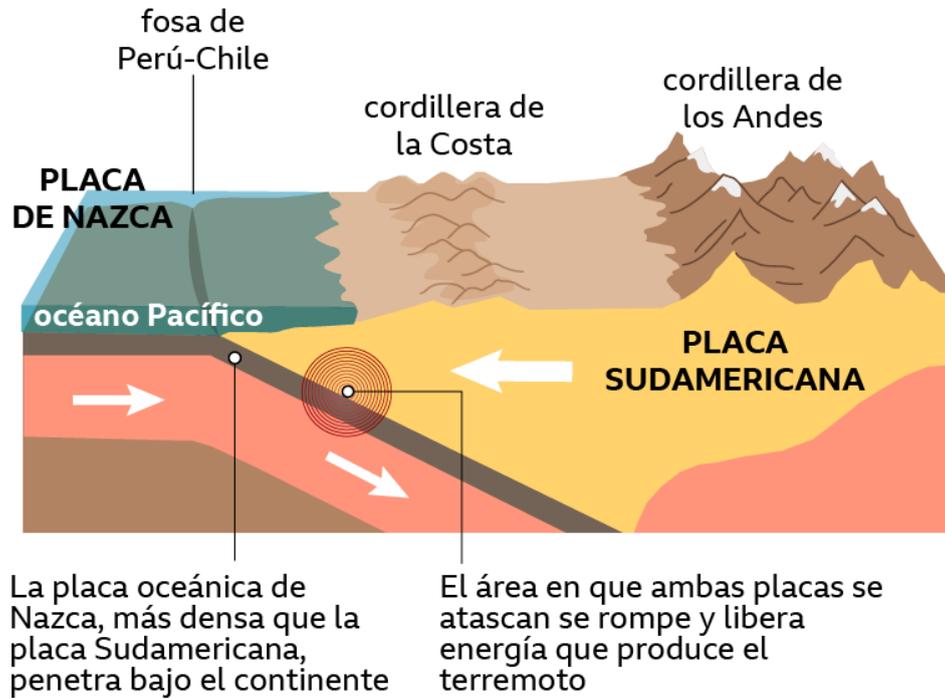


Nota: Mapa que muestra la ubicación y movimiento de las placas tectónicas en la corteza terrestre.

Fuente: United States Geological Survey (2011)

Figura 6

Fenómeno de subducción



Nota: Como se produce un terremoto en la zona en una zona de subducción. Fuente: United States Geological Survey y Centro Sismológico Nacional de la Universidad de Chile (2020).

2.2.1.1. Escala de Richter.

Esta escala asigna valores a varios eventos sísmicos especificando un valor numérico.

Tabla 3

Escala de Richter

Escala de Richter	
Menos de 3.9	Generalmente son imperceptibles, pero es registrado.
3.9 – 4.9	Perceptibles a menudo, pero con poco daño.
5.0 – 5.9	Ocasiona daños ligeros en las edificaciones.
6.0 - 6.9	Ocasiona daños severos en áreas muy pobladas.
7.0 - 7.9	Ocasiona serios daños en las edificaciones.
8	Gran terremoto.
o mayor	Devastación en varios kilómetros alrededor.

2.2.1.2. *Escala de Mercalli.*

Está compuesto por números romanos en escala de 12 grados, por lo que está creado para evaluar el daño causado a diversas estructuras debidos a la fuerza de los terremotos.

Tabla 4

Escala de Mercalli

Grado	Descripción
I	Muy débil
II	Débil
III	Leve
IV	Moderado
V	Poco fuerte
VI	Fuerte
VII	Muy fuerte
VII	Destruccion
IX	Muy destructivo
X	Desastroso
XI	Muy desastroso
XII	Catastrófico

2.2.2. **Criterios de Estructuración.**

2.2.2.1 *Simetría.*

Las edificaciones que tengan una forma regular conocida donde sus elementos estructurales sean simétricos. Sobre todo, que los centros de masas encaje con su centro de rigidez para prevenir el efecto de torsión de la edificación.

2.2.2.2 *Resistencia.*

Se define como la capacidad de la estructura para soportar cargas de gravedad generadas por el peso propio de la

edificación y sobre todo las fuerzas laterales de sismo generadas por un movimiento telúrico.

2.2.2.3 *Ductilidad.*

Es la capacidad que tienen las estructuras para permanecer en el rango plástico. Si en caso la estructura presentara fallas es recomendable que las fracturas se produzcan en vigas mas no en columnas.

2.2.2.4 *Continuidad Estructural.*

Un edificio o estructura debe ser regular en planta y altura donde todos sus elementos estructurales presenten continuidad, es decir, no cambien de sección.

2.2.2.5 *Rigidez Lateral.*

Cuando una estructura se somete a un movimiento sísmico debe de tener la capacidad de soportar las fuerzas laterales que se producen por los sismos para que su desplazamiento es dentro del rango máximo estipulado por las normas de diseño sísmico.

2.2.2.6 *Peso.*

El peso propio conocido como carga muerta además de las cargas vivas que soportan una edificación deben ser multiplicadas por los factores considerados en la norma E.030 dependiendo del uso de la edificación.

2.3. Requisitos para el Diseño Sismorresistente según la Norma Peruana R.N.E. E.030

2.3.1. Zonificación Sísmica.

Según el artículo 2.1 se considerará un factor de zona sísmica de $Z = 0.45$ correspondiente a la ciudad de Moquegua (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

Figura 7

Mapa de zonificación sísmica



Nota: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018)

2.3.2. Perfiles de Suelo.

Para nuestro caso según el artículo 2.3.1 consideraremos un tipo de suelo S2 (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

2.3.3. Categoría de la Edificación.

El artículo 3.1 se cataloga a las viviendas con la categoría C tendrá un factor de uso $U = 1.0$ (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

2.3.4. Factor de Amplificación Sísmica (C).

Para determinar el factor C, evaluar según los términos descritas en el artículo 2.5 (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

2.3.5. Fuerza Cortante en la Base.

se determinará en función a la formula mostrada, tanto para el eje X y eje Y (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018):

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$$

2.3.6. Sistemas Estructurales

De acuerdo a la tabla N°7 podemos determinar el valor de R_0 (Coeficiente Básico de Reducción) conforme al sistema estructural y materiales empleados en los ejes X y Y de análisis (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

2.3.7. Diafragma.

De acuerdo con el Artículo 4.2, en estructuras donde se pueda suponer que los sistemas de pisos funcionan como un diafragma rígido, se puede utilizar un modelo de masa concentrada y 3 grados de libertad en cada diafragma. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

2.3.8. Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas, R.

Se estima como el resultado de multiplicar R_o y los factores I_a , I_p determinado en función a Tabla N°7, N°8 y N°9 (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

2.3.9. Irregularidad en Altura.

Denominada como I_a , se determina como el menor de los valores dados en la Tabla N° 8, que corresponde a irregularidades de altura existente en la estructura en ambas direcciones X y Y. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

2.3.10. Irregularidad en Planta.

Denominada como I_p , calculada como el valor más bajo de la tabla N°9 que corresponde a irregularidades estructurales presentes en planta en las direcciones X y Y (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

2.3.11. Estimación del Peso (P).

Esto se calcula sumando la masa total del edificio adicionando el porcentaje de carga viva que se muestra a continuación (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018):

- a. En edificaciones de las categorías A y B, se tomará el 50% de la carga viva.
- b. En edificaciones de la categoría C, se tomará el 25% de la carga viva.
- c. En depósitos, el 80% del peso total que es posible almacenar.
- d. En azoteas y techos en general se tomará el 25% de la carga viva.
- e. En estructuras de tanques, silos y estructuras similares se considerará el 100% de la carga que puede contener.

2.3.12. Aceleración Espectral.

Se define como (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018):

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

2.3.13. Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles.

se calculara de acuerdo a la sección 5.1,el cual no excedera el porcentaje de altura de piso (distorsión) especificado en la Tabla N°11 de la norma E.030 de Diseño Sismorresistente (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

Tabla 5

Límites para la distorsión de entrepiso

Material Predominante	(Δ_i/h_{ei})
Concreto armado	0.007
Acero	0.01
Albañilería	0.005
Madera	0.01
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0.005

Nota: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018)

2.3.14. Separación entre Edificios.

Cada edificación tendrá una separación mínima (s) con sus colindantes, a partir del nivel del terreno natural hasta la altura final de la edificación, para evitar contacto directo en caso de un sismo. La distancia como mínimo será 2/3 de la suma de los desplazamientos máximos de los edificios adyacentes, y no menor a: (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018):

$$S = 0,006h \geq 0,03 \text{ m}$$

En donde “h” viene a ser la altura desde el nivel natural del terreno hasta el nivel que se está evaluando S.

2.4. Requisitos para el Diseño Sismorresistente según la Norma Boliviana G.B.D.S.

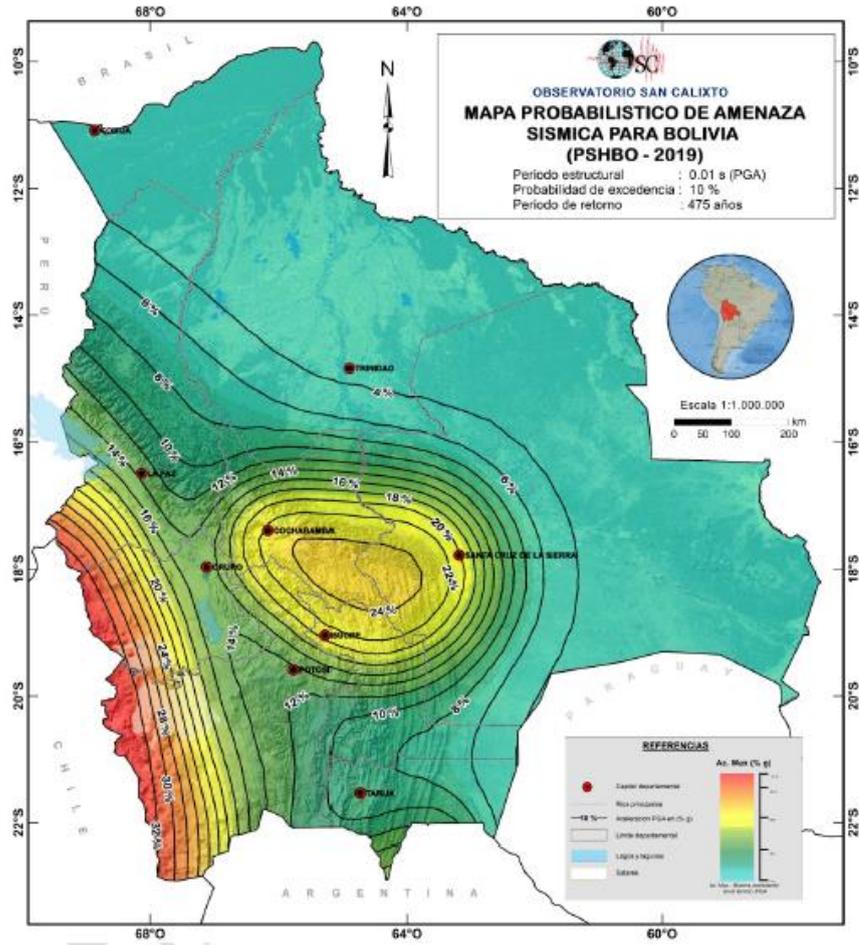
2.4.1. Zonificación Sísmica.

Según el artículo 2.4 se considerará un factor de zona sísmica de $S_o = 0.14g$ correspondiente a la ciudad de La Paz (Ministerio de obras

públicas, servicio y vivienda de Bolivia, 2020).

Figura 8

Mapa probabilístico de amenaza sísmica para 475 años



Nota: Ministerio de obras públicas, servicio y vivienda de Bolivia (2020)

2.4.2. Perfiles de Suelo.

Para nuestro caso según el artículo 5.1 se está considerado un perfil de suelo S2 (Ministerio de obras públicas, servicio y vivienda de Bolivia, 2020).

2.4.3. Categoría de la Edificación.

En el artículo 3.1 se cataloga a las viviendas como del tipo II y le corresponde un factor de importancia $I_e = 1.0$ (Ministerio de obras públicas, servicio y vivienda de Bolivia, 2020).

2.4.4. Fuerza de Corte Basal.

Está dada por la siguiente fórmula (Ministerio de obras públicas, servicio y vivienda de Bolivia, 2020):

$$V = C_s \cdot W$$

donde:

C_s = Coeficiente de respuesta sísmica.

W = Peso sísmico.

2.4.5. Sistemas Estructurales.

De acuerdo a la tabla 7-1 podemos determinar el valor de R_o (Coeficiente Básico de Reducción), dependiendo del sistema estructural, y se aplica solamente a estructuras que disipan energía manteniendo su estabilidad. Cuando de dos o más sistemas estructurales se encuentran en una sola dirección, se considerará el valor más bajo de R_o (Ministerio de obras públicas, servicio y vivienda de Bolivia, 2020).

2.4.6. Diafragma.

De acuerdo al artículo 7.7.2 Se verificará los diafragmas, que cuenten con suficiente rigidez y resistencia para influir en la distribución de la fuerza de inercia entre superficies de apoyo o estructuras subyacentes, para diafragmas se puede usar un modelo de masas concéntricas con 3 grados de libertad por medio de un diafragma (Ministerio de obras públicas, servicio y vivienda de Bolivia, 2020).

2.4.7. Factor de Modificación de Respuesta R y Cd.

El factor R obtenido como producto del factor de respuesta básica R_o , I_a e I_p son obtenidos de Tablas 7-1, 7-2 y 7-3.

El factor Cd obtenido es el producto del factor Cdo especificado en la Tabla 7-1 y los factores I_a e I_p obtenidos en las Tablas 7-2 y 7-3 (Ministerio de obras públicas, servicio y vivienda de Bolivia, 2020).

2.4.8. Irregularidad en Altura.

Conocida como I_a , tiene la capacidad más baja para disipar energía en estructuras irregulares, como se muestra en la Tabla 7-2. Cuando la estructura tenga varias irregularidades se toma el valor más bajo correspondiente a este parámetro (Ministerio de obras públicas, servicio y vivienda de Bolivia, 2020).

2.4.9. Irregularidad en Planta.

Este factor I_p considera la menor disipación de energía posible de la estructura irregular, descrita en la Tabla 7-3. Cuando la estructura presenta algunas irregularidades, se considera para el coeficiente el menor valor correspondiente (Ministerio de obras públicas, servicio y vivienda de Bolivia, 2020).

2.4.10. Masas para el Análisis Sísmico.

Al calcular la masa sísmica, considere la carga permanente total más el porcentaje de la sobrecarga por uso. Para estructuras con concentración de personas y mobiliario de uso privado o público, esta sobrecarga no debe ser superior al 25%. Ni menor a 50% en edificios donde esta concentración es común. Para almacenes se recomienda utilizar el 80% de la sobrecarga de uso, pero para tanques o silos se debe considerar el 100%. (Ministerio de obras públicas, servicio y vivienda de Bolivia, 2020).

2.4.11. Espectro de Diseño.

Este espectro elástico se ve afectado por el factor de reducción R (ítem 7.6), importancia I_e (ítem 3.1) y topografía τ (ítem 5.2) (Ministerio de obras públicas, servicio y vivienda de Bolivia, 2020).

$$S_a = \frac{I_e \cdot S_{ae} \cdot \tau}{R}$$

S_{ae} = Espectro elástico de pseudoaceleraciones definido en la

tabla 6-2.

2.4.12. Desplazamiento por Efecto Sísmico.

Los desplazamientos rotacionales y/o horizontales de diafragmas de piso se calcularán para el diseño sísmico especificadas en este título y de acuerdo al método de análisis sísmico del título 8 (Ministerio de obras públicas, servicio y vivienda de Bolivia, 2020).

Los desplazamientos laterales por efectos sísmicos se obtienen por:

$$\delta_x = \frac{C_d \cdot \delta_{xe}}{I_e}$$

La deriva es la relación entre el desplazamiento máximo del entrepiso y la altura del piso, no puede exceder el valor especificado en la tabla 7-4.

Tabla 6

Derivas máximas permisibles según el material de construcción

Material predominante	$\Delta_i = \delta_i / h_i$
Hormigón armado	0.012
Muros de ductilidad limitada	0.005
Acero	0.010
Albañilería confinada y/o armada	0.004
Madera	0.007

Nota: Ministerio de obras públicas, servicio y vivienda de Bolivia (2020)

2.4.13. Separación entre Edificios.

Edificios o bloques del mismo edificio, que no estén diseñados o

construidos unificados o interconectados, deberán cumplir con los artículos 7.10.1, 7.10.2 y 7.10.3, para permitir el movimiento relativo a fuerzas laterales (Ministerio de obras públicas, servicio y vivienda de Bolivia, 2020).

2.5. Sistema Aporticado

El sistema de pórtico consiste en losas, columnas y vigas de concreto armado, interconectados por un diafragma rígido, que permiten la transferencia de fuerzas externas como los sismos en cada nivel de la edificación. En un sistema aporticado al menos el 80% de la fuerza cortante actúa sobre elementos verticales como las columnas en una edificación (Zuñiga, 2018).

Figura 9

Edificación aporticada

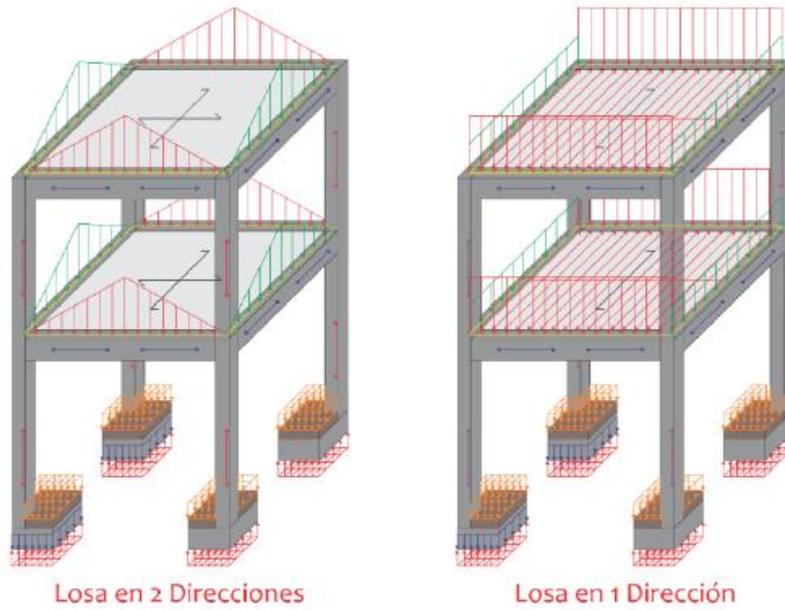


Nota: Evaluación de la seguridad estructural de edificios. Fuente: Coordinación Nacional de Protección Civil México (2016).

En un sistema aporticado las cargas se van distribuyendo de losas hacia vigas, y desde vigas hacia columnas para finalmente transmitir toda esta carga en la cimentación (Ladera, 2019).

Figura 10

Transmisión de cargas de un sistema aporticado.



Nota: Ladera (2019)

CAPÍTULO III

METODO

3.1. Tipo de la Investigación

La investigación descriptiva se asocia a la cantidad y calidad de información disponible, identifica conceptos, variables, dimensiones. La investigación en desarrollo es de carácter descriptivo ya que se aplica conocimientos sobre el manejo de las normas sísmicas peruanas y bolivianas (Muñoz, 2015).

3.2. Diseño de la Investigación

La investigación correlacional establece la relación entre dos o más variables en una sola muestra. El diseño de la investigación es correlacional, explica la influencia de la variable independiente sobre la variable dependiente, en base a la comparación de las normas sísmicas de Perú y Bolivia, con el análisis de la misma edificación (Arias, 2020).

3.3. Población y Muestra

3.3.1. Población.

Una población es la totalidad de los elementos de un estudio, descrito por un investigador. La población está formada por las edificaciones aporticadas en la ciudad de Moquegua (Arias, 2020).

3.3.2. Muestra.

Una muestra es un subconjunto de la población. La muestra a analizar es un edificio aporticada ubicada en la Asociación de vivienda Taller Recreo "Costa Azul" Lt-01 Distrito de Samegua, Provincia Mariscal Nieto del Departamento de Moquegua (Arias, 2020).

3.4. Descripción de Instrumentos para la recolección de datos

3.4.1. Técnicas.

- Documental
- Consultas.

3.4.2. Instrumentos.

- Norma de Diseño Sismorresistente E.030.
- Guía Boliviana de Diseño Sísmico G.B.D.S.
- Software de Diseño Sismorresistente.

3.4.3. Planos de vivienda con muros de ductilidad limitada.

Los planos de ingeniería y arquitectura de esta vivienda servirán como punto de partida para el modelamiento en el software ETABS y comprobar los resultados del Diseño Sismorresistente.

Figura 11

Elevación lateral

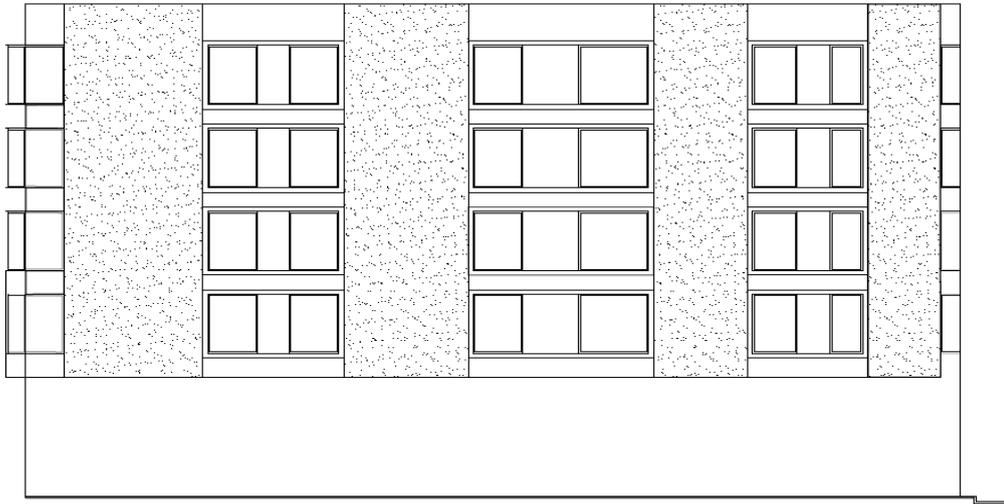


Figura 12

Elevación posterior y elevación frontal

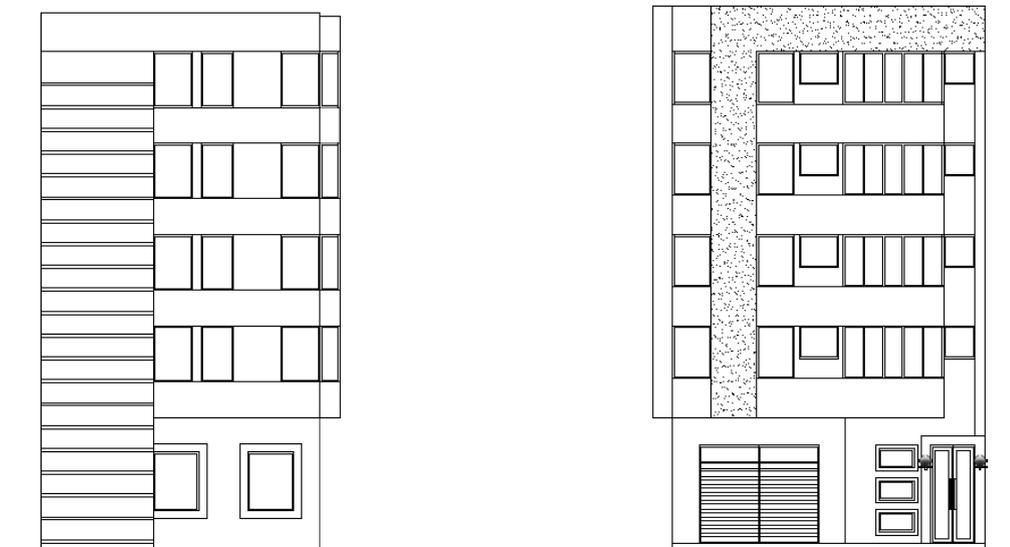


Figura 13

Vista de la primera planta

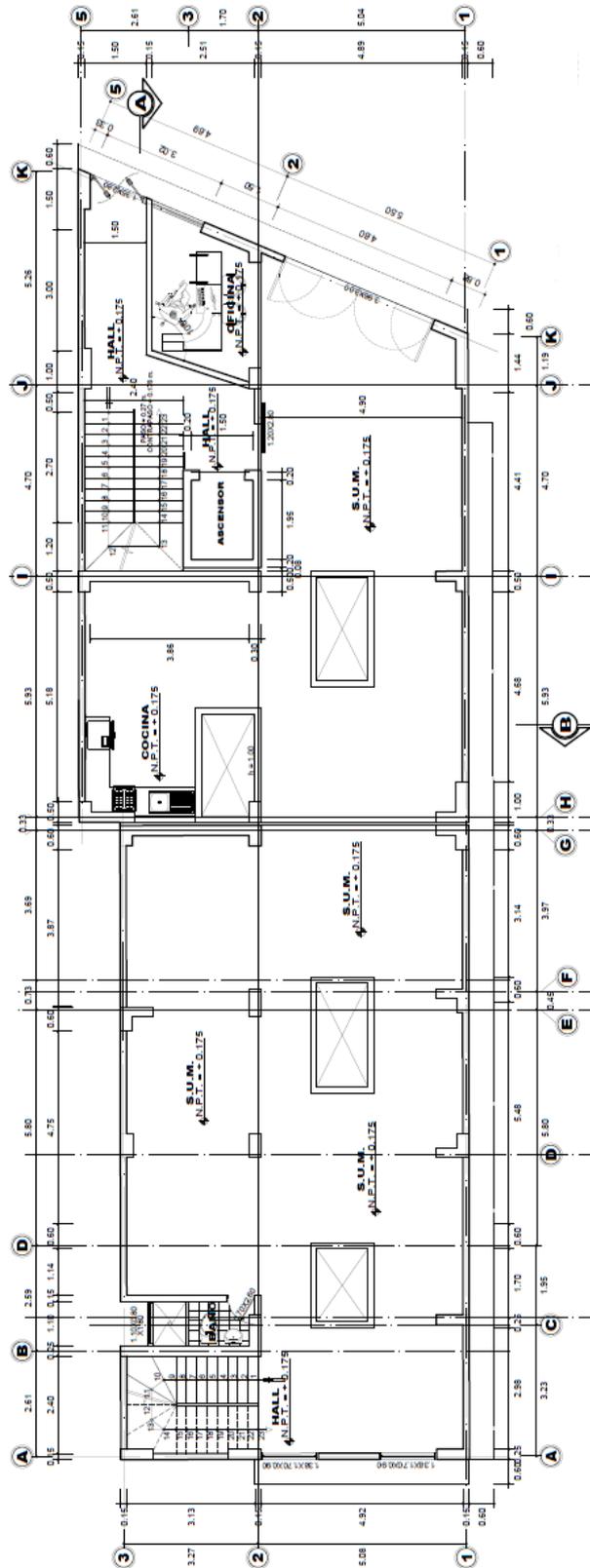


Figura 15

Vista de la tercera planta

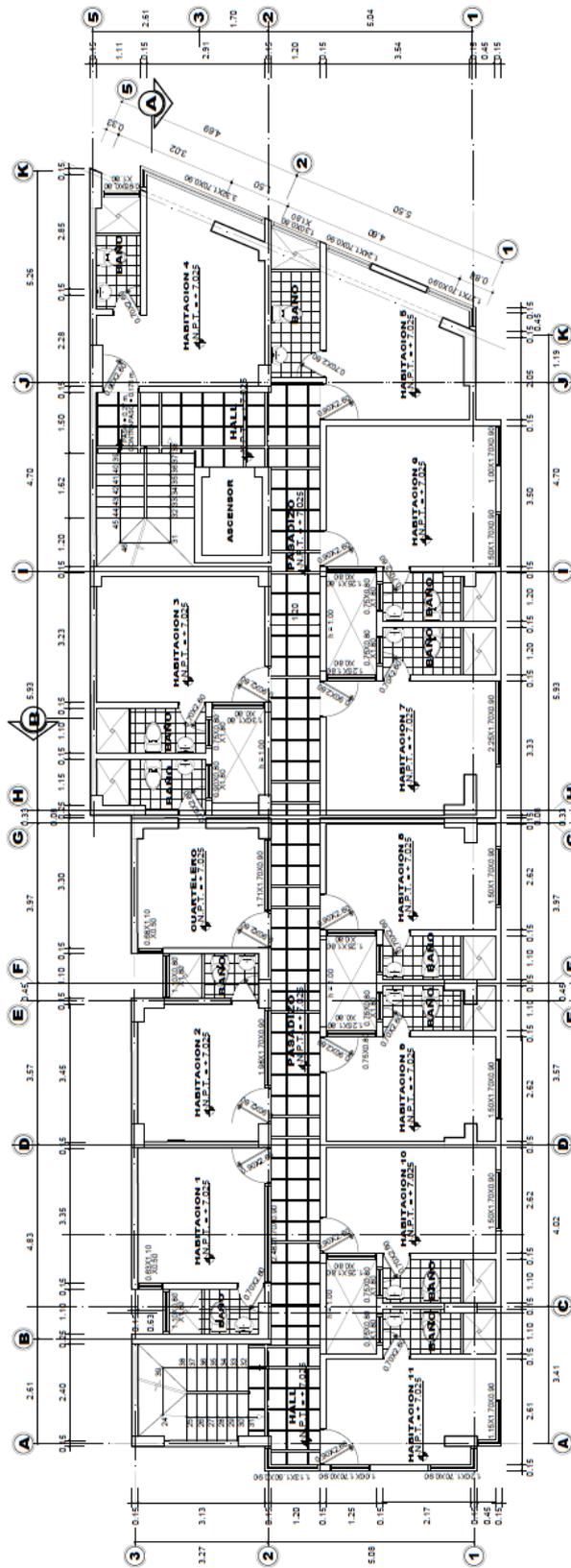
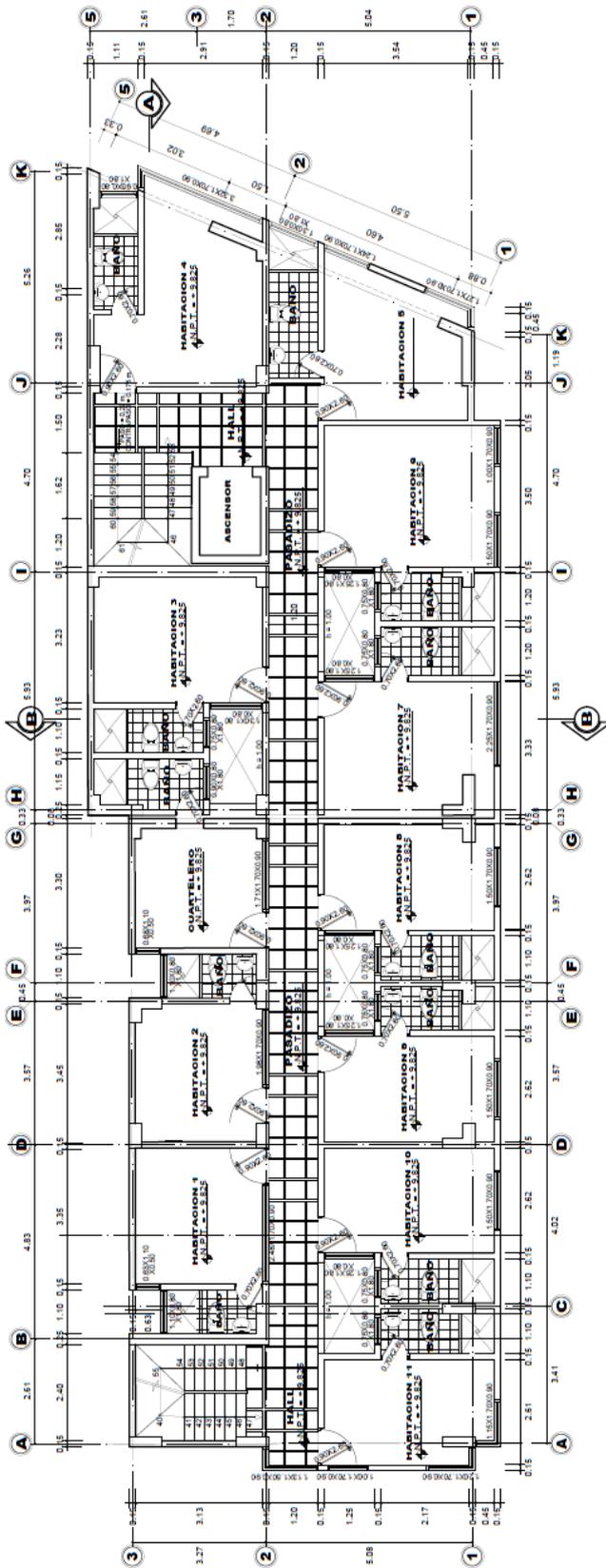


Figura 16

Vista de la cuarta y quinta planta



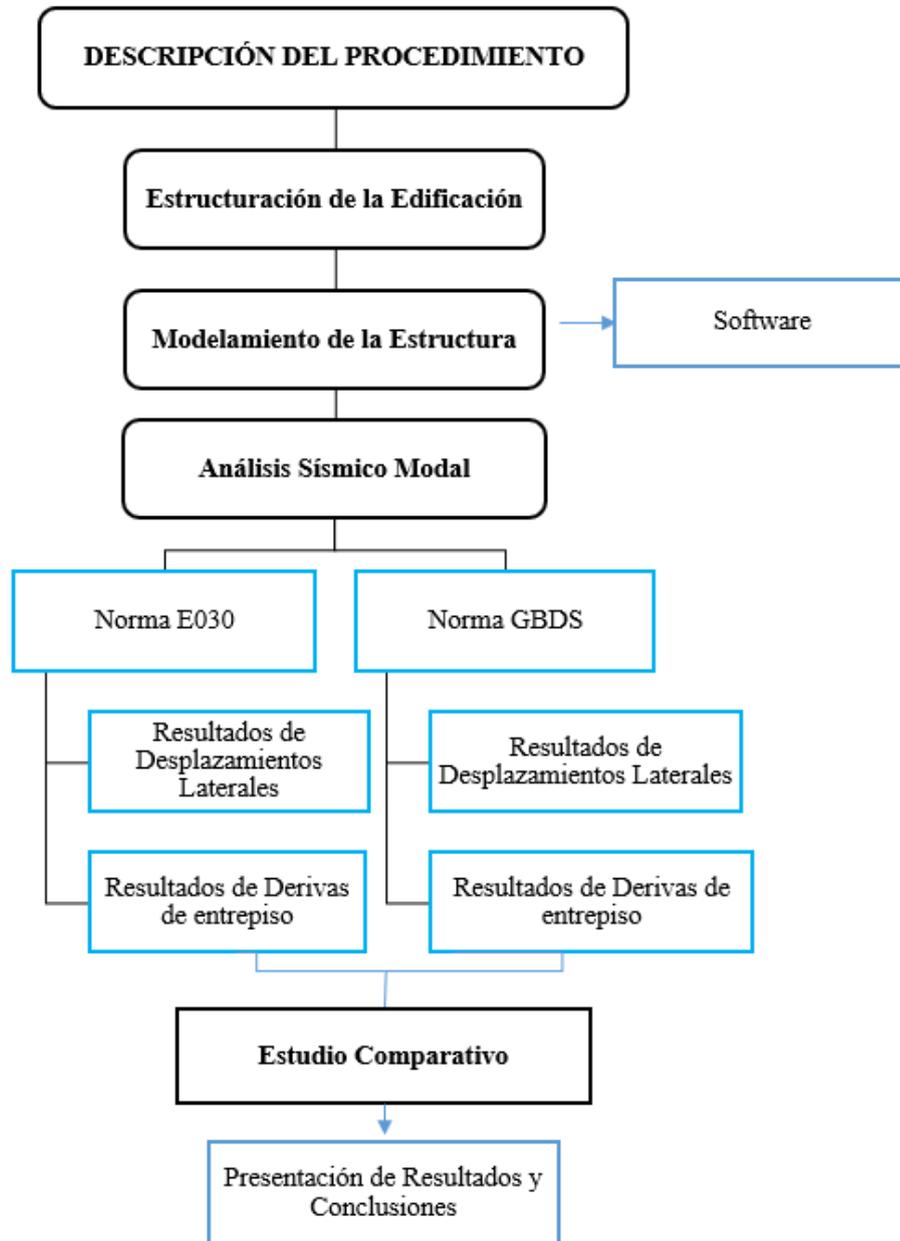
3.4.4. Procesamiento de Datos.

El procesamiento de datos se realizará de la siguiente manera:

- Las características arquitectónicas de la construcción.
- Tipo de sistema estructural del modelo matemático.
- Características de los materiales que está compuesto la edificación.
- La determinación de los parámetros sísmicos de la Norma de Diseño Sismorresistente E.030 y la Guía Boliviana de Diseño Sísmico G.B.D.S.
- Modelado de la estructura en el software de análisis estructural ETABS.
- Extracción de resultados del software ETABS.
- Comparación de resultados con la Norma de Diseño Sismorresistente E.030 y la Guía Boliviana de Diseño Sísmico G.B.D.S.

Figura 17

Procedimiento para el análisis sísmico de una edificación



CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis Estructural (E.030)

4.1.1. Descripción General.

En este estudio, analizaremos una vivienda de cinco niveles, por el cual se considerará un sistema estructural aporticado, con un tipo de suelo intermedio.

4.1.1.1. Ubicación.

- Distrito de Samegua.
- Provincia Mariscal Nieto.
- Departamento de Moquegua.

4.1.1.2. Propiedades de los materiales

a. Propiedades del concreto (E.030)

Para zonas sísmicas (Z3 Y Z4)

$$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Ec = 217370.651 \text{ Kg/cm}^2$$

b. Propiedades del acero (E.030)

$$F'y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$E = 2000000 \text{ Kg/cm}^2$$

4.1.2. Cargas.

Las cargas de gravedad asignadas al modelo matematico en el software, son las siguientes:

$$\text{Acabados} = 0.10 \text{ T/m}^2$$

$$\text{Sobrecarga en azotea} = 0.10 \text{ T/m}^2$$

$$\text{Sobrecarga en cuartos} = 0.20 \text{ T/m}^2$$

$$\text{Sobrecarga en corredores y escaleras} = 0.20 \text{ T/m}^2$$

El peso sísmico cuando se trate de edificaciones que se encuentren en clasificados en la categoria C, se considera el 25% de la carga viva, en azoteas y losas en común .

4.1.3. Análisis Estático (E.030).

Los parámetros sísmicos utilizados en el siguiente se encuentran estipulados en la norma peruana de Diseño Sismorresistente E.030 versión 2020.

$$V = \frac{ZUCS}{R} .P$$

$$Z = 0.35$$

$$U = 1.00$$

$$C = 2.50$$

$$S = 1.05$$

$$R = 7.20$$

$$C_x = \frac{ZUCS}{R_x} = 0.255$$

$$C_y = \frac{Z U C S}{R_y} = 0.255$$

4.1.4. Análisis Dinámico (E.030).

Figura 18

Espectro de diseño (E.030)

ESPECTRO DE DISEÑO R.N.E. E 0.30

Region: Samegua	Z =	0.35
Provincia: Mariscal Nieto	U =	1
Departamento: Moquegua	S =	1.15
Categoría: C	Tp =	0.6
Zona: Z3	Tl =	2
Suelo S2	Ro =	8
Sistema Estructural: Aporticado	R =	7.2
Irregularidad Planta (Ip): 0.9	hn =	16.65
Irregularidad Altura (Ia): 1	Ct =	60
	T =	0.28
	C =	2.5
	V =	0.255

T	Sa
0	1.371
0.02	1.371
0.04	1.371
0.06	1.371
0.08	1.371
0.1	1.371
0.12	1.371
0.14	1.371
0.16	1.371
0.18	1.371
0.2	1.371
0.25	1.371
0.3	1.371
0.35	1.371
0.4	1.371
0.45	1.371
0.5	1.371
0.55	1.371
0.6	1.371
0.65	1.266
0.7	1.175
0.75	1.097
0.8	1.028
0.85	0.968
0.9	0.914
0.95	0.866
1	0.823
1.5	0.548
2	0.411
2.5	0.263
3	0.183
4	0.103
5	0.066
6	0.046
7	0.034
8	0.026
9	0.020
10	0.016

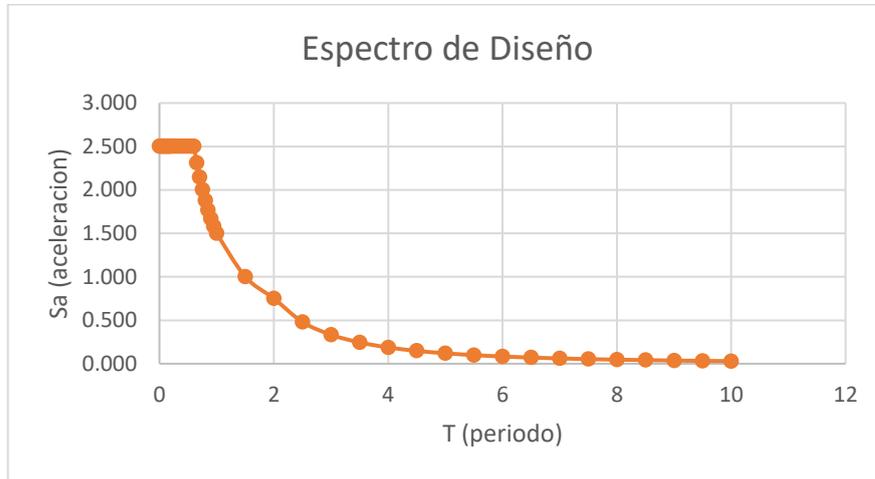
$$\frac{S_a}{g} = \frac{Z U C S}{R}$$

$T < T_p \quad C = 2.5$
 $T_p < T < T_L \quad C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$
 $T > T_L \quad C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)$



Figura 19

Gráfica del espectro de diseño (E.030)



4.1.5. Modelo de la Edificación en el Software (E.030).

Figura 20

Modelo de la edificación en ETABS (E.030)

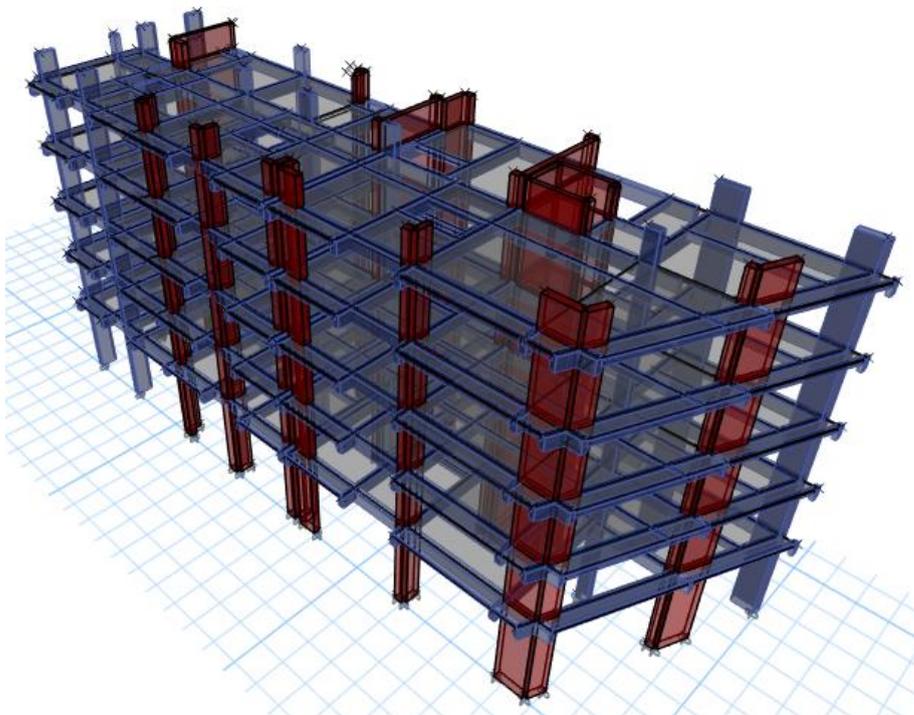


Figura 21

Espectro de diseño (E.030)

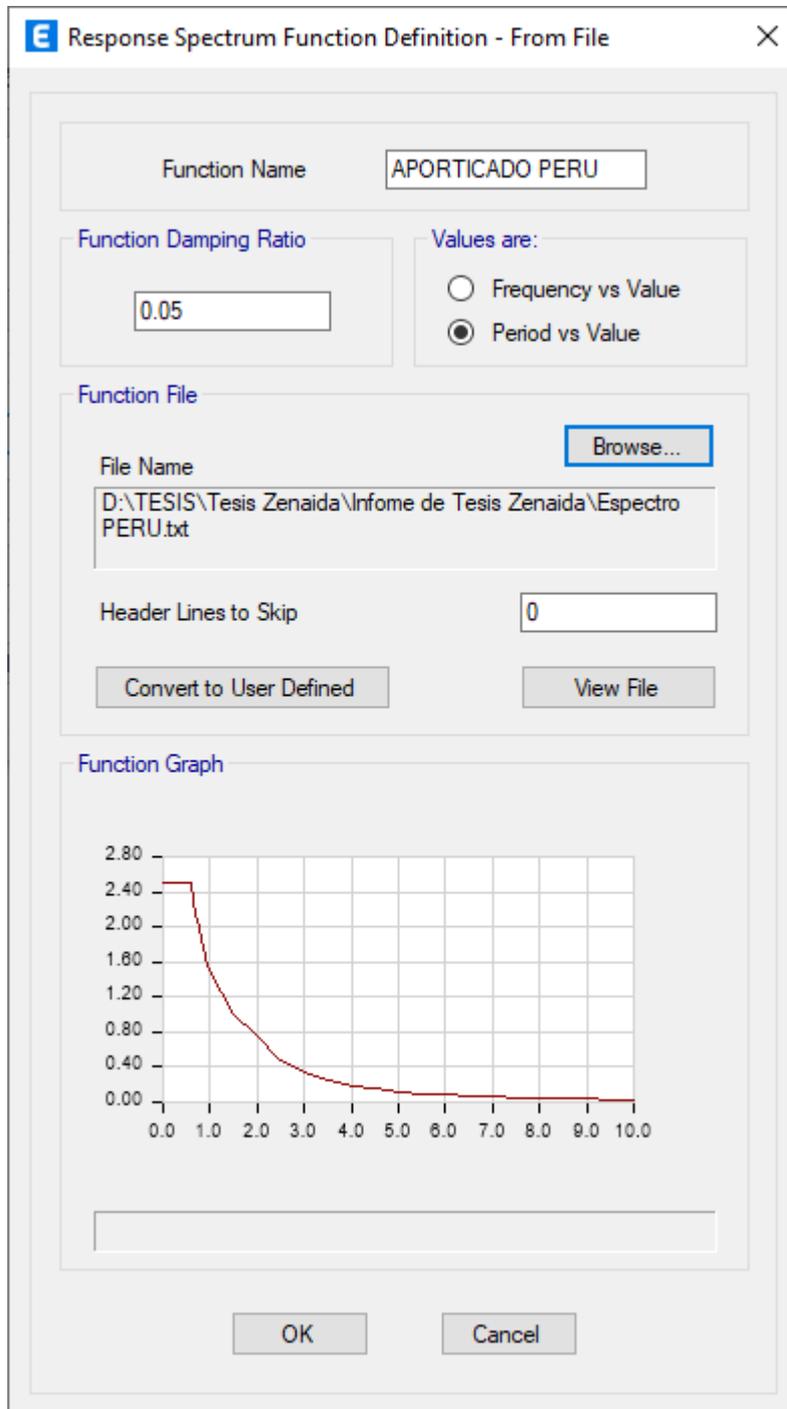


Table 7

Cortante estático en el eje X (E.030)

Story	Output Case	P tonf	VX tonf	VY tonf	T tonf-m	MX tonf-m	MY tonf-m
Story6	SX	0.00	-7.35	0	120.83	0.00	-8.82
Story5	SX	0.00	-76.64	0	1378.33	0.00	-223.43
Story4	SX	0.00	-140.04	0	2522.76	0.00	-615.54
Story3	SX	0.00	-189.41	0	3413.87	0.00	-1145.88
Story2	SX	0.00	-226.09	0	4079.64	0.00	-1778.93
Story1	SX	0.00	-249.61	0	4508.48	0.00	-2839.78

Figure 22

Cortante estático en X (E.030)

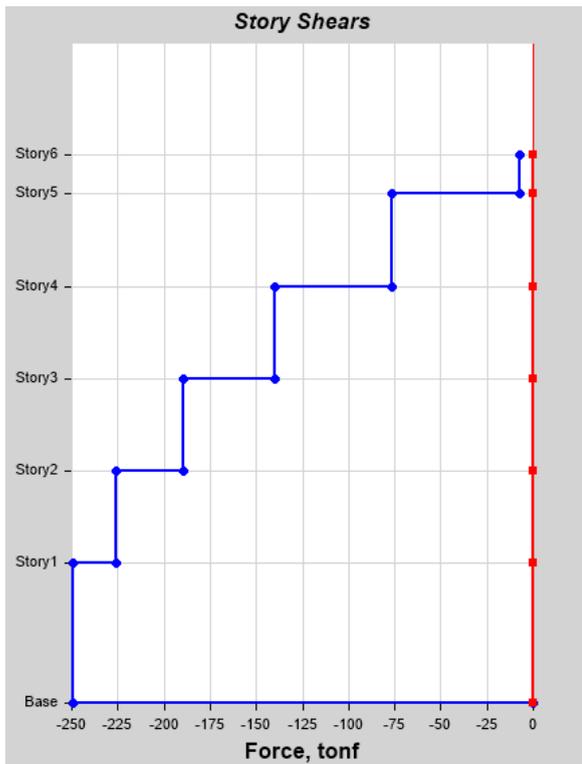


Tabla 8

Cortante dinámico en el eje X (E.030)

Story	Output Case	P	VX	VY	T	MX	MY
		tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
Story6	DIN X	0.00	6.68	1.02	92.97	1.22	8.02
Story5	DIN X	0.00	64.20	9.35	1004.08	27.38	187.70
Story4	DIN X	0.00	108.35	17.12	1699.29	75.16	487.93
Story3	DIN X	0.00	139.58	23.05	2189.17	139.44	870.22
Story2	DIN X	0.00	161.97	27.23	2537.02	215.22	1309.31
Story1	DIN X	0.00	175.32	29.51	2742.41	339.78	2031.69

Figura 23

Cortante dinámico en X (E.030)

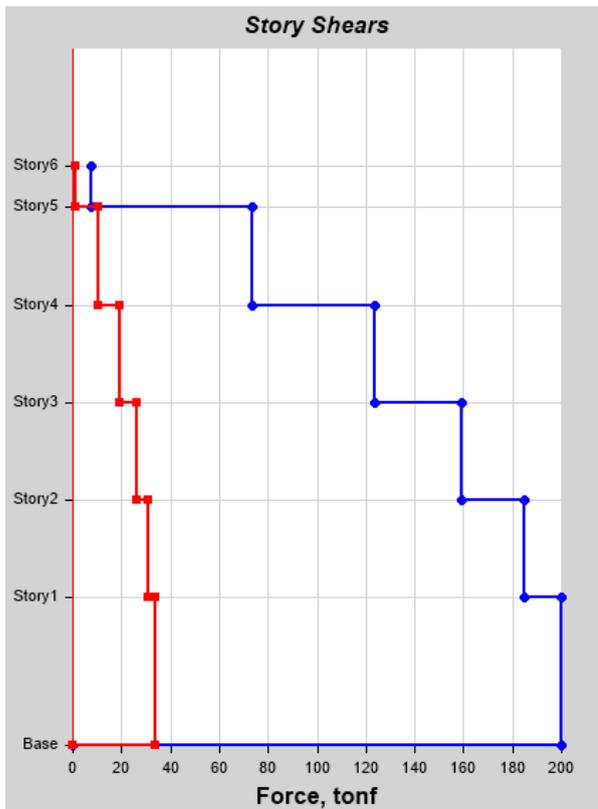


Tabla 9*Cortante estático y dinámico en el eje X (E.030)*

Dirección	Cortante
Sx	249.61 Tonf
90% Sx	224.65 Tonf
Din XX	175.32 Tonf
Relación	Escalar cortante basal
F. escala	1.28

Tabla 10*Cortante estático en el eje Y (E.030)*

Story	Output Case	P	VX	VY	T	MX	MY
		tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
Story6	SY	0.00	0.00	-7.35	-42.18	8.82	0
Story5	SY	0.00	0.00	-76.64	-385.23	223.43	0
Story4	SY	0.00	0.00	-140.04	-704.01	615.54	0
Story3	SY	0.00	0.00	-189.41	-952.23	1145.88	0
Story2	SY	0.00	0.00	-226.09	-1136.40	1778.93	8.404E-07
Story1	SY	0.00	0.00	-249.61	-1255.90	2839.78	6.388E-07

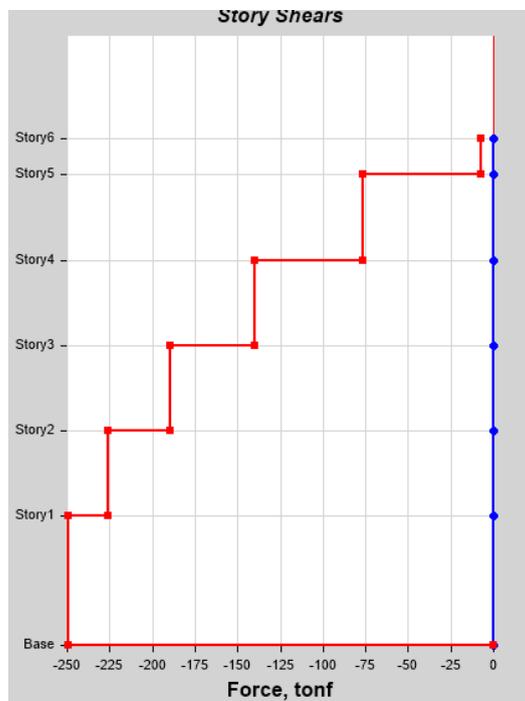
Figura 24*Cortante estático en Y (E.030)*

Tabla 11

Cortante dinámico en el eje Y (E.030)

Story	Output Case	P tonf	VX tonf	VY tonf	T tonf-m	MX tonf-m	MY tonf-m
Story6	DIN Y	0.00	0.96	6.71	46.59	8.06	1.16
Story5	DIN Y	0.00	10.28	67.69	441.09	197.54	29.94
Story4	DIN Y	0.00	18.29	119.67	778.31	529.95	81.07
Story3	DIN Y	0.00	24.02	158.85	1029.82	968.27	148.09
Story2	DIN Y	0.00	27.74	187.22	1209.64	1481.85	225.32
Story1	DIN Y	0.00	29.51	203.17	1311.02	2328.96	350.09

Figura 25

Cortante dinámico en Y (E.030)

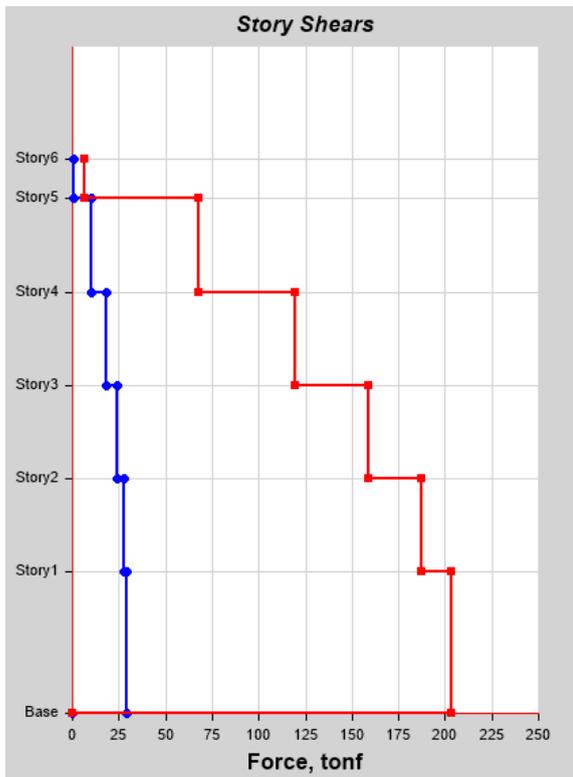


Tabla 12*Cortante estático y dinámico en el eje Y (E.030)*

Dirección	Cortante
Sy	249.61 Tonf
90% Sy	224.65 Tonf
Din YY	203.17 Tonf
Relación	Escalar cortante basal
F. escala	1.11

4.1.6. Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles (E.030).

Los límites de deformación de entrepiso se analizarán tal como se detalla en el artículo 4.6 en la norma de Diseño Sismorresistente E.030.

Tabla 13*Límites para la distorsión del entrepiso (E.030)*

Material Predominante	(Δ_i/h_{ei})
Concreto armado	0.007
Acero	0.01
Albañilería	0.005
Madera	0.01
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0.005

Nota: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018)

Tabla 14

Distorsión en el eje X (E.030)

Story	Output Case	Step Type	Direction	Drift	X	Y	Z
					m	m	m
Story6	DESP X	Max	X	0.00051	3.75	31.655	16.65
Story5	DESP X	Max	X	0.000549	5.191	32.305	15.45
Story4	DESP X	Max	X	0.000597	9.354	-0.46	12.65
Story3	DESP X	Max	X	0.000599	9.354	-0.46	9.85
Story2	DESP X	Max	X	0.00055	9.354	-0.46	7.05
Story1	DESP X	Max	X	0.000284	9.3539	0.1904	4.25
Drift máximo X =				0.000599			
Deriva elastica X =				0.001			
Deriva máxima C°A ° =				0.007			

Figura 26

Drifts máximos en X (E.030)

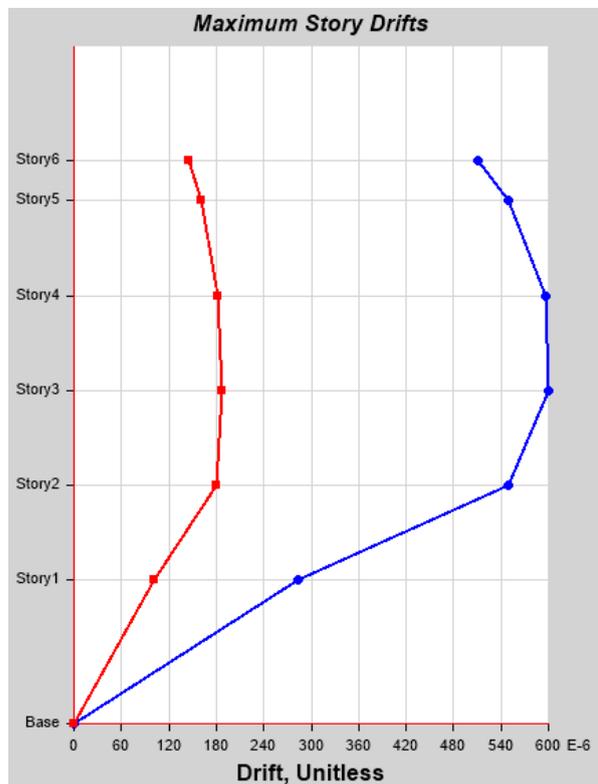


Tabla 15

Distorsión en el eje Y (E.030)

Story	Output Case	Step Type	Direction	Drift	X m	Y m	Z m
Story6	DESP Y	Max	Y	0.000383	9.3539	0.1904	16.65
Story5	DESP Y	Max	Y	0.000438	9.354	-0.46	15.45
Story4	DESP Y	Max	Y	0.000542	9.354	-0.46	12.65
Story3	DESP Y	Max	Y	0.000601	9.354	-0.46	9.85
Story2	DESP Y	Max	Y	0.000615	9.354	-0.46	7.05
Story1	DESP Y	Max	Y	0.000351	9.3539	0.1904	4.25
Drift máximo Y =				0.000615			
Deriva elastica Y =				0.001			
Deriva máxima C°A ° =				0.007			

Figura 27

Drifts máximos en Y (E.030)

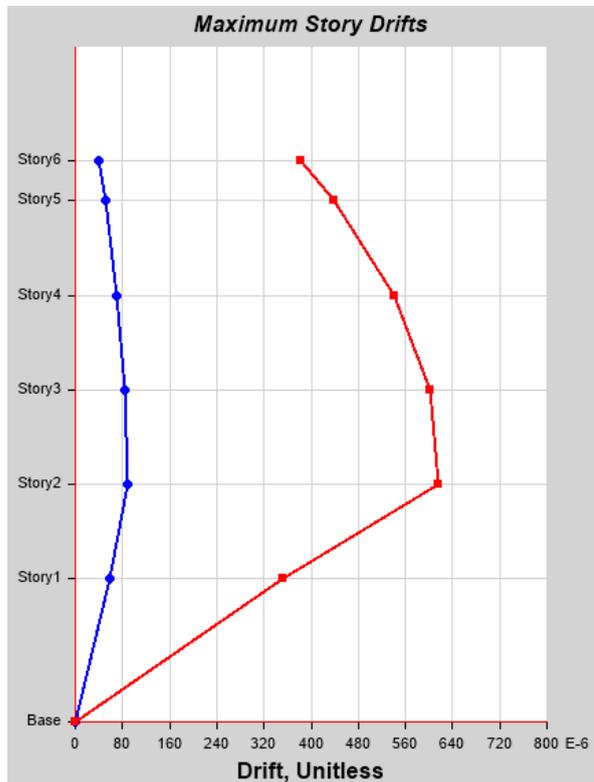


Tabla 16

Desplazamientos en el eje X (E.030)

Story	Elevation m	Location	X-Dir m	Y-Dir m
Story6	16.65	Top	0.008	0.003
Story5	15.45	Top	0.008	0.002
Story4	12.65	Top	0.006	0.002
Story3	9.85	Top	0.004	0.001
Story2	7.05	Top	0.003	0.001
Story1	4.25	Top	0.001	0.0004317
Base	0	Top	0	0
Desplazamiento maximo X =			0.008	

Figura 28

Desplazamientos en el eje X (E.030)

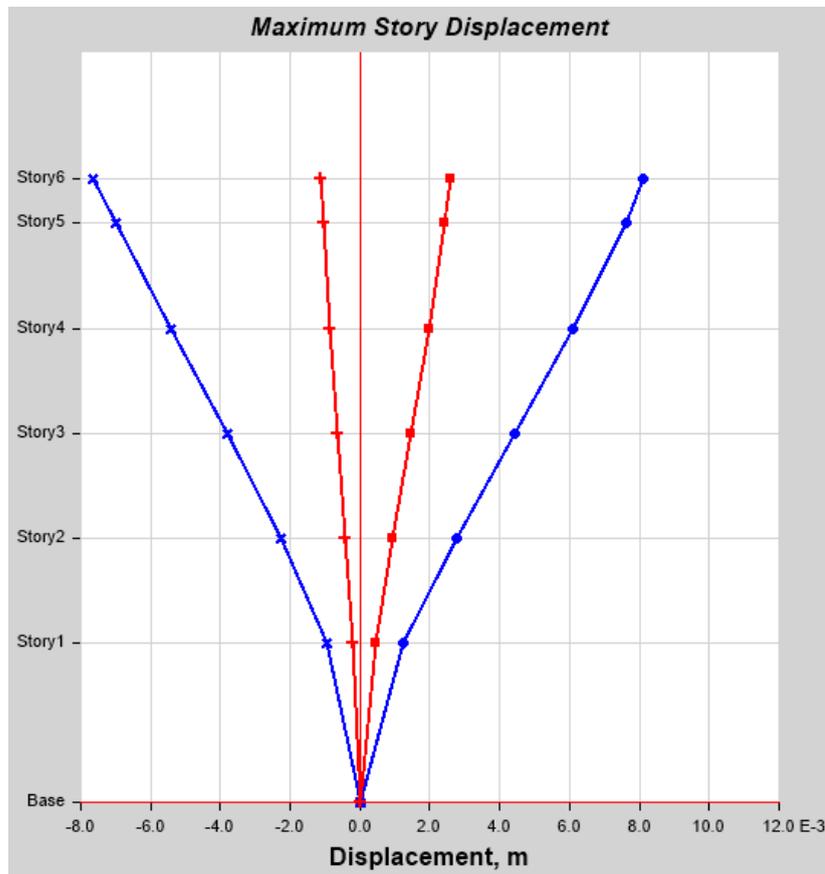


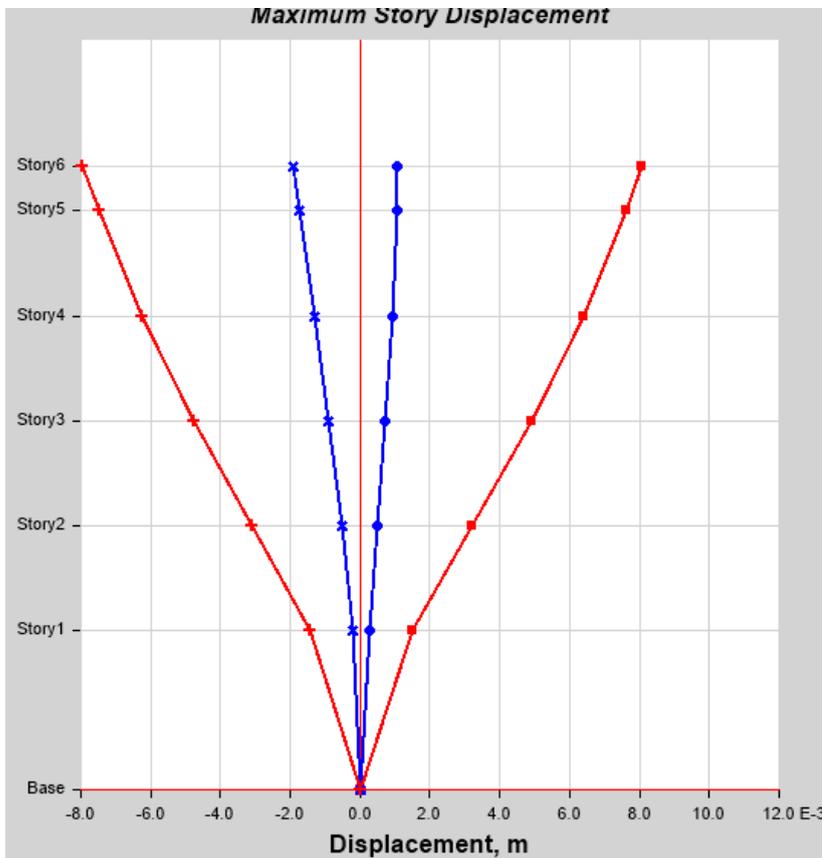
Tabla 17

Desplazamientos en el eje Y (E.030).

Story	Elevation m	Location	X-Dir m	Y-Dir m
Story6	16.65	Top	0.001	0.008
Story5	15.45	Top	0.001	0.008
Story4	12.65	Top	0.001	0.006
Story3	9.85	Top	0.001	0.005
Story2	7.05	Top	0.0004966	0.003
Story1	4.25	Top	0.0002506	0.001
Base	0	Top	0	0
Desplazamiento maximo Y =				0.008

Figura 29

Desplazamientos en el eje Y (E.030)



4.2. Análisis Estructural (GBDS)

4.2.1. Descripción General.

La presente investigación analizará una vivienda de cinco niveles, para un sistema estructural aporticado, con un tipo de suelo intermedio.

4.2.1.1. Ubicación.

- Municipio de Charaña.
- Provincia Pacajes.
- Departamento de La Paz.

4.2.1.2. Propiedades de los materiales.

a. Propiedades del concreto (GBDS).

$$f'c = 25 \text{ MPa}$$

$$Ec = 195530.58 \text{ Kg/cm}^2$$

b. Propiedades del acero (GBDS).

$$F'y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$E = 2000000 \text{ Kg/cm}^2$$

4.2.2. Cargas.

Las cargas de gravedad asignadas al modelo matemático en el software, son las siguientes:

$$\text{Acabados} = 0.10 \text{ T/m}^2$$

$$\text{Sobrecarga en azotea} = 0.10 \text{ T/m}^2$$

Sobrecarga en cuartos	= 0.20 T/m ²
Sobrecarga en corredores y escaleras	= 0.20 T/m ²

La masa sísmica cuando se trate de edificaciones de uso privado o público, donde la aglomeración no es común, no podrá ser inferior a un 25% de carga viva.

4.2.3. Análisis Estático (GBDS).

Los parámetros sísmicos que se utilizarán en la presente investigación se encuentran estipulados en Guía Boliviana de Diseño Sísmico 2020.

$$V = C_s \times W$$

$$S_o = 0.32$$

$$\tau = 1.00$$

$$R = 4.5$$

$$I_e = 1$$

$$F_a = 1.4$$

$$C_{sx} = 0.249$$

$$C_{sy} = 0.249$$

4.2.4. Análisis Dinámico (GBDS).

Figura 30

Espectro de diseño GBDS

ESPECTRO DE DISEÑO G.B.D.S.

Departamento: La Paz	So	=	0.32
Provincia: Pacajes	τ	=	1
Distrito: Charaña	Ro	=	5
Tipo de Suelo: S3	Cdo	=	4.5
Sistema Estructural: Aporticado	Ia	=	1
Importancia Estructural: II	Ip	=	0.9
Periodo de retorno: 475	R	=	4.5
	Cd	=	4.05
	Ie	=	1
	Fa	=	1.4
	Fv	=	2.00
	To	=	0.214
	Ts	=	0.857
	Tl	=	5.714
	Cs	=	0.249

T	Sa
0	0.100
0.02	0.114
0.04	0.127
0.06	0.141
0.08	0.155
0.1	0.169
0.12	0.183
0.14	0.197
0.16	0.211
0.18	0.225
0.2	0.239
0.25	0.249
0.3	0.249
0.35	0.249
0.4	0.249
0.45	0.249
0.5	0.249
0.55	0.249
0.6	0.249
0.65	0.249
0.7	0.249
0.75	0.249
0.8	0.249
0.85	0.249
0.9	0.237
0.95	0.225
1	0.213
1.5	0.142
2	0.107
2.5	0.085
3	0.071
3.5	0.061
4	0.053
4.5	0.047
5	0.043
5.5	0.039
6	0.034
6.5	0.029
7	0.025
7.5	0.022
8	0.019
8.5	0.017
9	0.015
9.5	0.014
10	0.012

Rama	Pseudoaceleración
$T < T_0$	$F_a \cdot S_0 \cdot \left[1 + 1.5 \cdot \frac{T}{T_0} \right]$
$T_0 \leq T \leq T_s$	$2.5 \cdot F_a \cdot S_0$
$T_0 \leq T \leq T_L$	$\frac{1.5 \cdot F_v \cdot S_0}{T}$
$T_L < T$	$\frac{1.5 \cdot F_v \cdot S_0 \cdot T_L}{T^2}$

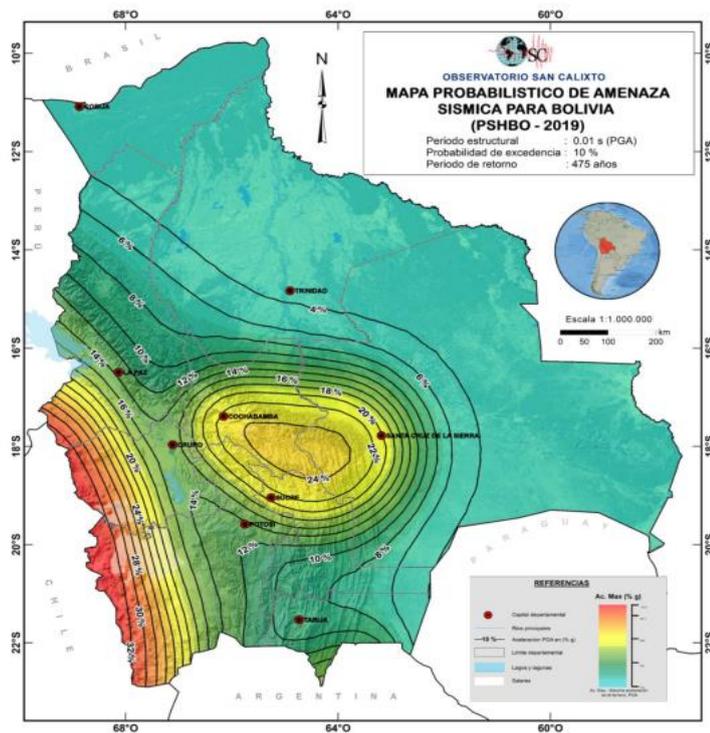
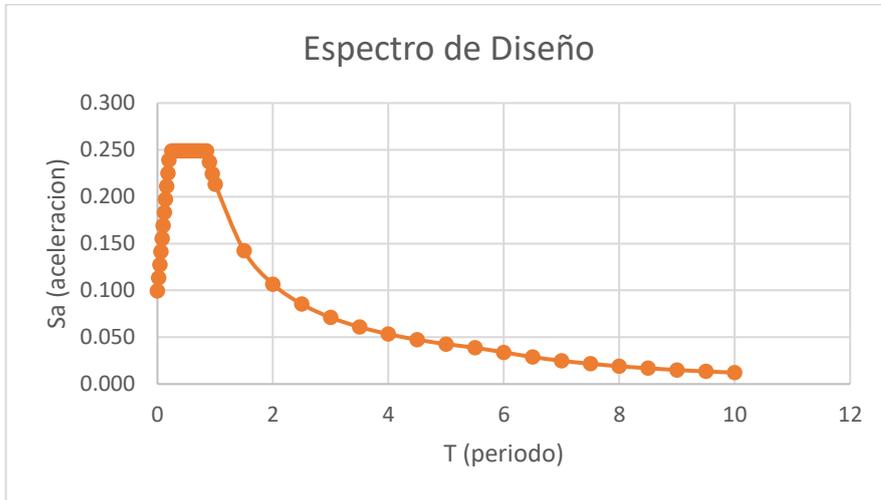


Figura 31

Gráfica del espectro de diseño GBDS



4.2.5. Modelo de la Edificación en el Software.

Figura 32

Modelo de la edificación en ETABS (GBDS)

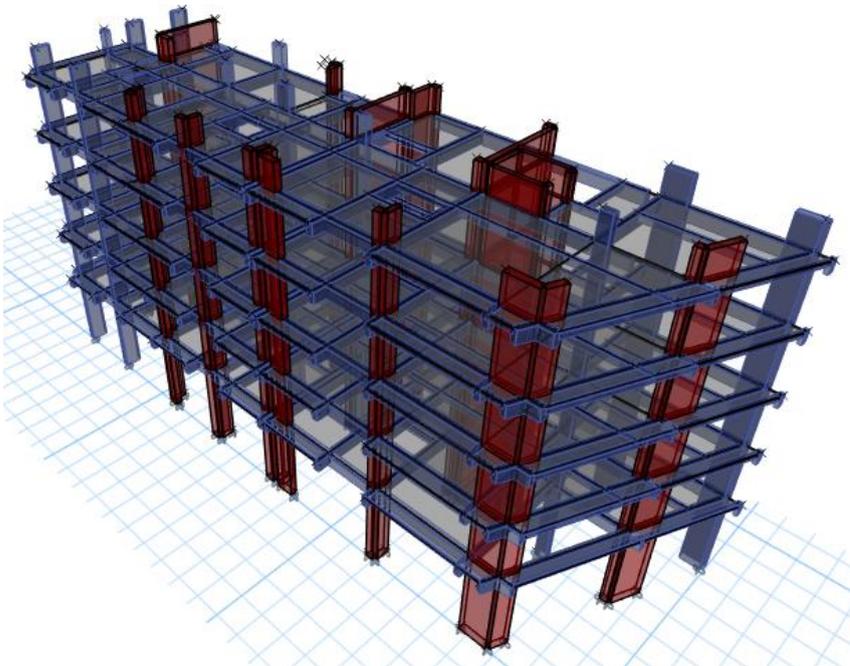


Figura 33

Espectro de diseño (GBDS)

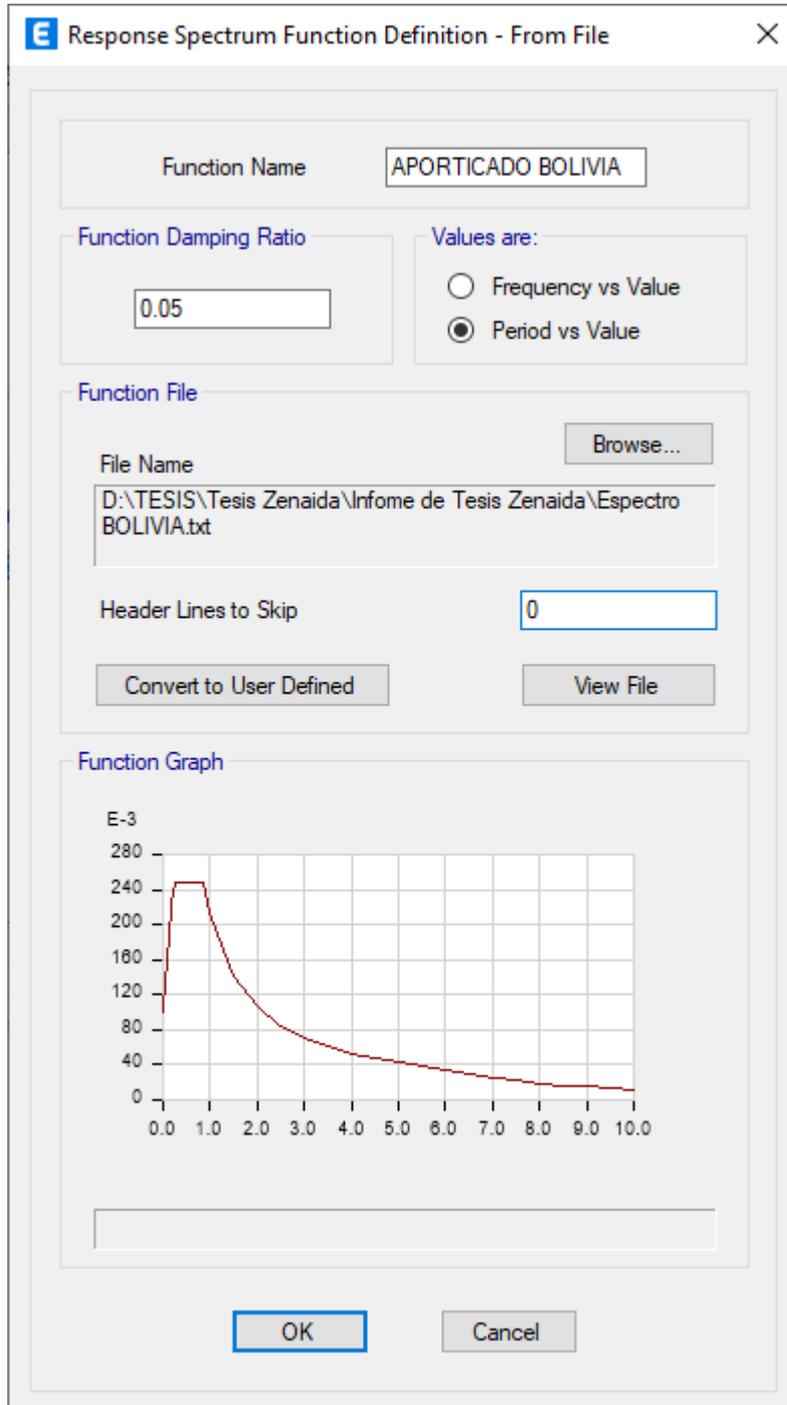


Tabla 18

Cortante estático en el eje X (GBDS)

Story	Output Case	P tonf	VX tonf	VY tonf	T tonf-m	MX tonf-m	MY tonf-m
Story6	SX	0.00	-7.18	0.00	117.99	0.00	-8.61
Story5	SX	0.00	-74.84	0.00	1345.90	0.00	-218.17
Story4	SX	0.00	-136.75	0.00	2463.40	0.00	-601.06
Story3	SX	0.00	-184.95	0.00	3333.55	0.00	-1118.92
Story2	SX	0.00	-220.77	0.00	3983.65	0.00	-1737.07
Story1	SX	0.00	-243.74	0.00	4402.40	0.00	-2772.96

Figura 34

Cortante estático en X (GBDS)

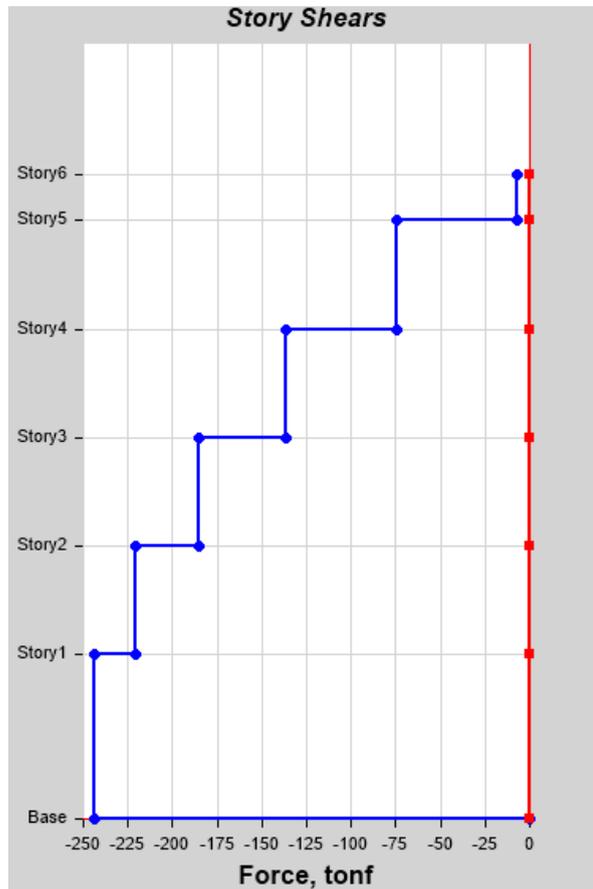


Tabla 19

Cortante dinámico en el eje X (GBDS)

Story	Output Case	P tonf	VX tonf	VY tonf	T tonf-m	MX tonf-m	MY tonf-m
Story6	DIN X	0.00	5.97	0.97	83.25	1.17	7.16
Story5	DIN X	0.00	59.35	9.01	931.84	26.37	173.30
Story4	DIN X	0.00	104.13	16.62	1635.62	72.87	463.95
Story3	DIN X	0.00	135.81	22.46	2130.29	135.66	841.61
Story2	DIN X	0.00	156.62	26.53	2454.07	209.77	1275.60
Story1	DIN X	0.00	167.16	28.67	2617.84	331.31	1978.89

Figura 35

Cortante dinámico en X (GBDS)

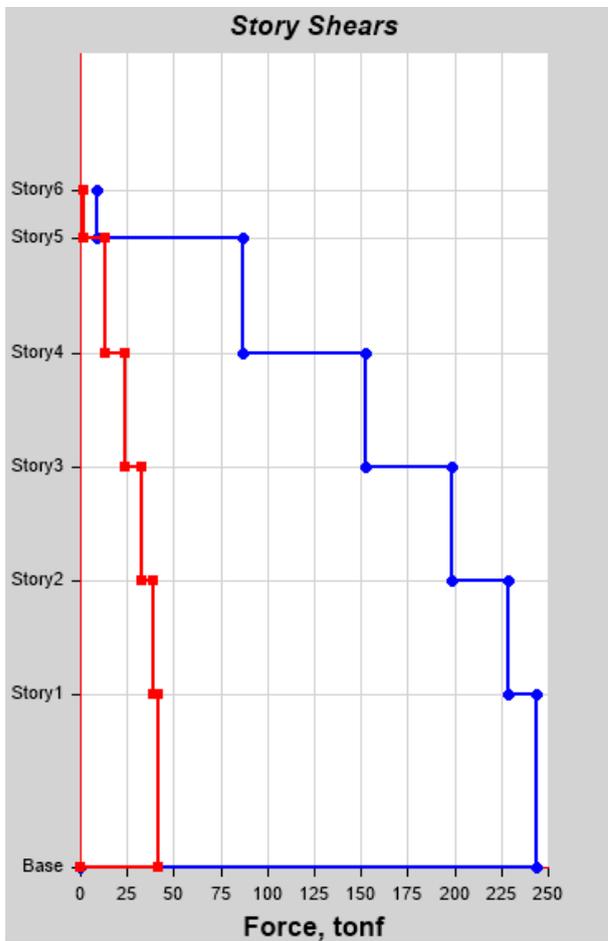


Tabla 20*Cortante estático y dinámico en el eje X (GBDS)*

Dirección	Cortante
Sx	243.74 Tonf
90% Sx	219.37 Tonf
Din XX	167.16 Tonf
Relación	Escalar cortante basal
F. escala	1.31

Tabla 21*Cortante estático en el eje Y (GBDS)*

Story	Output Case	P	VX	VY	T	MX	MY
		tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
Story6	SY	0.00	0.00	-7.18	-41.18	8.61	0.00
Story5	SY	0.00	0.00	-74.84	-376.17	218.17	0.00
Story4	SY	0.00	0.00	-136.75	-687.45	601.06	0.00
Story3	SY	0.00	0.00	-184.95	-929.82	1118.92	0.00
Story2	SY	0.00	0.00	-220.77	-1109.67	1737.07	8.40E-07
Story1	SY	0.00	0.00	-243.74	-1226.35	2772.96	6.49E-07

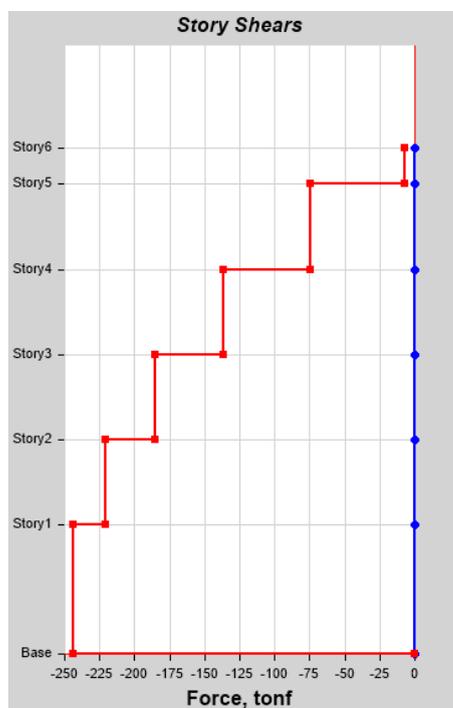
Figura 36*Cortante estático en Y (GBDS)*

Tabla 22

Cortante dinámico en el eje Y (GBDS)

Story	Output Case	P tonf	VX tonf	VY tonf	T tonf-m	MX tonf-m	MY tonf-m
Story6	DIN Y	0.00	0.93	6.11	42.67	7.33	1.11
Story5	DIN Y	0.00	9.94	63.42	414.83	184.89	28.93
Story4	DIN Y	0.00	17.80	115.26	750.70	506.76	78.74
Story3	DIN Y	0.00	23.42	154.59	1002.44	937.23	144.24
Story2	DIN Y	0.00	27.01	182.06	1176.16	1442.86	219.70
Story1	DIN Y	0.00	28.67	196.30	1266.51	2270.87	341.32

Figura 37

Cortante dinámico en Y (GBDS)

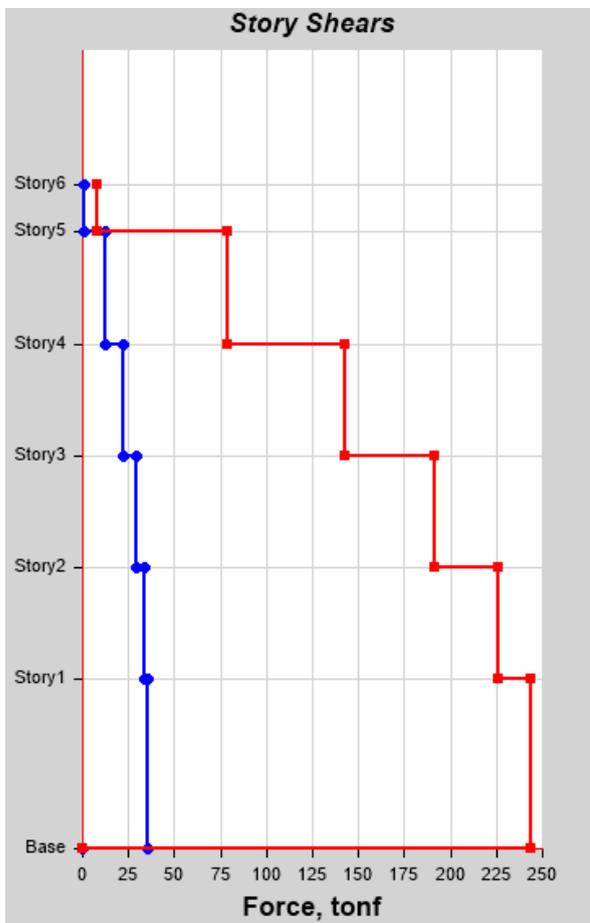


Tabla 23*Cortante estático y dinámico en el eje Y (GBDS)*

Dirección	Cortante
Sy	249.61 Tonf
90% Sy	224.65 Tonf
Din YY	203.17 Tonf
Relación	Escalar cortante basal
F. escala	1.11

4.2.6. Desplazamientos por Efecto Sísmico (GBDS).

La deriva, esta dada por la relación entre el máximo desplazamiento relativo de entrepiso y la altura de piso, no debe exceder a lo especificado en la siguiente tabla.

Tabla 24*Máxima deriva de piso*

Material predominante	$\Delta_i = \delta_i / h_i$
Hormigón armado	0.012
Muros de ductilidad limitada	0.005
Acero	0.010
Albañilería confinada y/o armada	0.004
Madera	0.007

Nota: Ministerio de obras públicas, servicio y vivienda de Bolivia (2020)

Tabla 25*Distorsión en el eje X (GBDS)*

Story	Output Case	Step Type	Direction	Drift	X	Y	Z
					m	m	m
Story6	DESP X	Max	X	0.000659	3.75	31.655	16.65
Story5	DESP X	Max	X	0.000706	5.191	32.305	15.45
Story4	DESP X	Max	X	0.00076	9.354	-0.46	12.65
Story3	DESP X	Max	X	0.000763	9.354	-0.46	9.85
Story2	DESP X	Max	X	0.000697	9.354	-0.46	7.05
Story1	DESP X	Max	X	0.000357	9.3539	0.1904	4.25
				Drift máximo X =	0.000763		
				Deriva elastica X =	0.003		
				Deriva máxima H°A ° =	0.012		

Figura 38

Drifts máximos en X (GBDS)

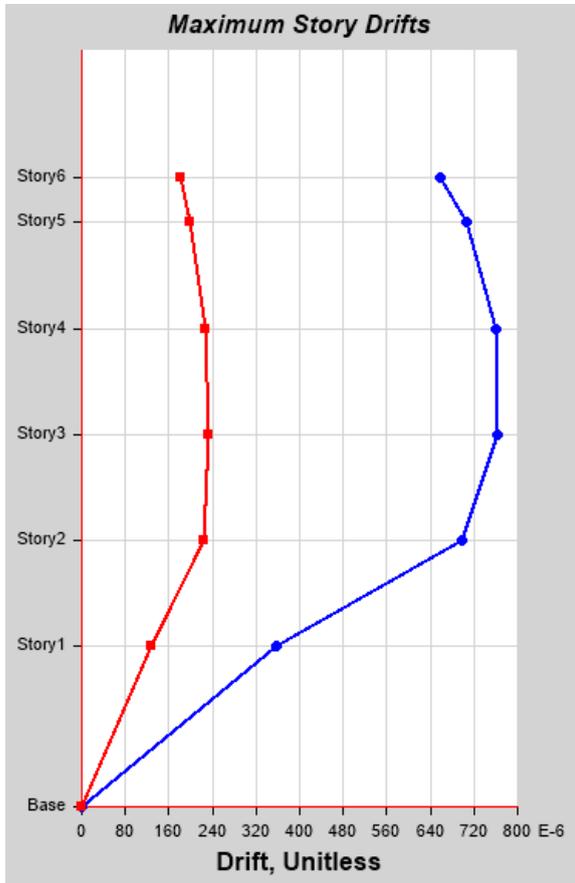


Tabla 26

Distorsión en el eje Y (GBDS)

Story	Output Case	Step Type	Direction	Drift	X m	Y m	Z m
Story6	DESP Y	Max	Y	0.000459	9.3539	0.1904	16.65
Story5	DESP Y	Max	Y	0.000525	9.354	-0.46	15.45
Story4	DESP Y	Max	Y	0.000652	9.354	-0.46	12.65
Story3	DESP Y	Max	Y	0.000726	9.354	-0.46	9.85
Story2	DESP Y	Max	Y	0.000743	9.354	-0.46	7.05
Story1	DESP Y	Max	Y	0.000423	9.3539	0.1904	4.25
Drift máximo Y=				0.000743			
Deriva elastica Y=				0.003			
Deriva máxima H°A °=				0.012			

Figura 39

Drifts máximos en X (GBDS)

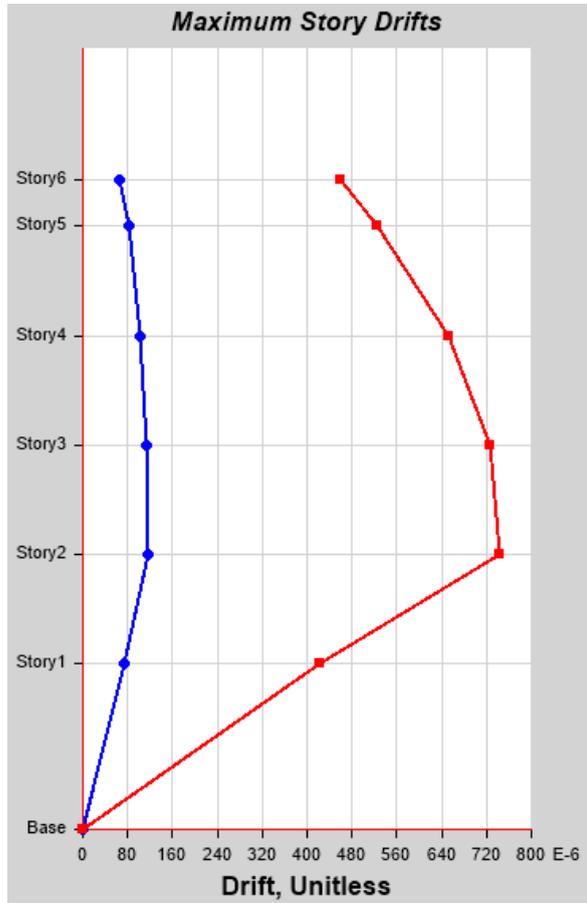


Tabla 27

Desplazamientos en el eje X (GBDS)

Story	Elevation m	Location	X-Dir m	Y-Dir m
Story6	16.65	Top	0.01	0.003
Story5	15.45	Top	0.01	0.003
Story4	12.65	Top	0.008	0.002
Story3	9.85	Top	0.006	0.002
Story2	7.05	Top	0.003	0.001
Story1	4.25	Top	0.002	0.001
Base	0	Top	0	0
Desplazamiento maximo X =			0.01	

Figura 40

Desplazamientos en el eje X (GBDS)

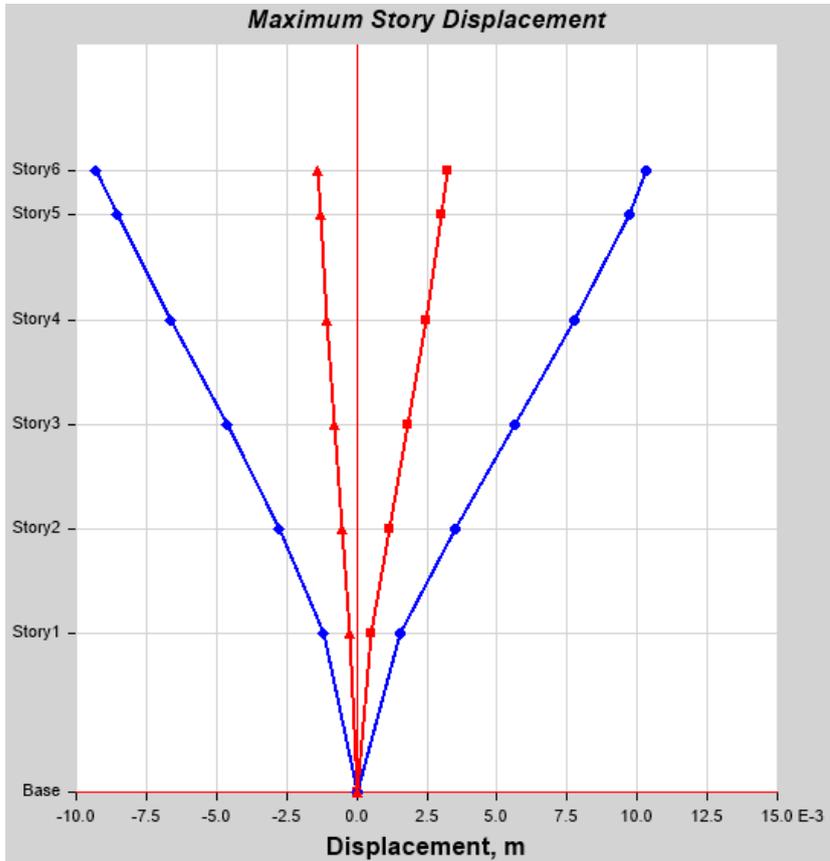


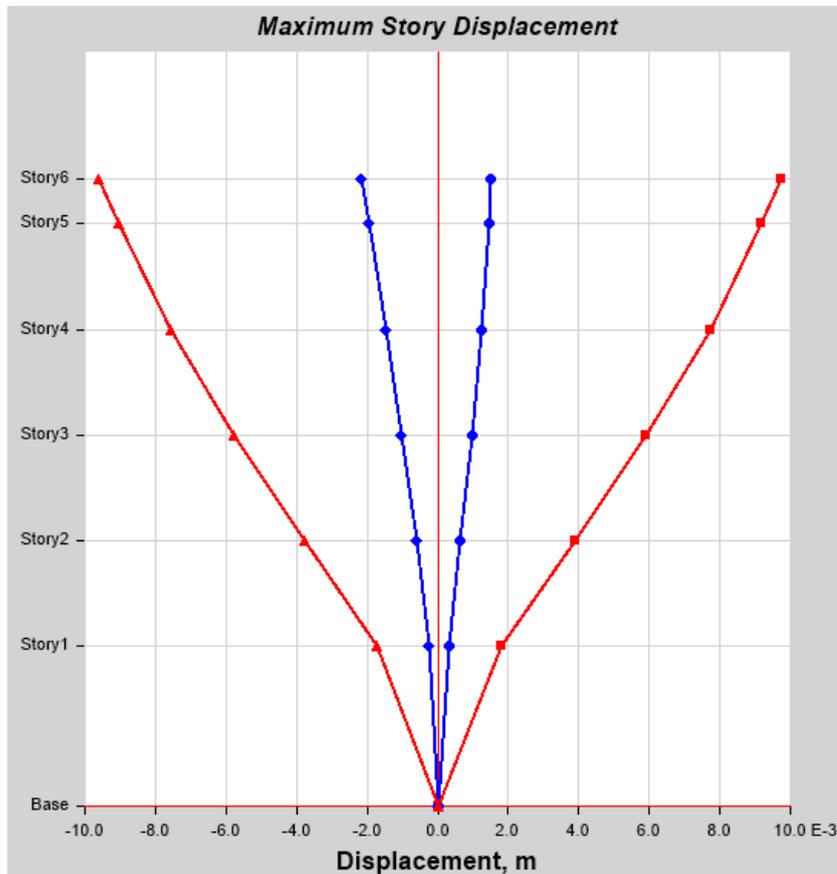
Tabla 28

Desplazamientos en el eje Y (GBDS)

Story	Elevation m	Location	X-Dir m	Y-Dir m
Story6	16.65	Top	0.001	0.01
Story5	15.45	Top	0.001	0.009
Story4	12.65	Top	0.001	0.008
Story3	9.85	Top	0.001	0.006
Story2	7.05	Top	0.001	0.004
Story1	4.25	Top	0.0003172	0.002
Base	0	Top	0	0
Desplazamiento maximo Y =				0.01

Figura 41

Desplazamientos en el eje Y (GBDS)



4.3. Contrastación de Hipótesis

Nivel de significación: El valor de significación para este estudio es del 5% (0.05).

Prueba Unilateral: Es aquel en donde la región de rechazo o zona crítica se encuentra comprendida en un extremo de la prueba t-STUDENT.

a. Como primera hipótesis se planteó lo siguiente hipótesis específica:

“Existe un método para determinar las consideraciones sísmicas que están plasmadas en las normas sísmicas de Perú y Bolivia en

edificaciones aporticadas de la ciudad de Moquegua 2021”.

Según el análisis Sísmico desarrollado en el capítulo cuatro de la presente investigación se demuestra que, si se pueden determinar las consideraciones sísmicas plasmadas en las normas sísmicas de Perú y Bolivia en edificaciones aporticadas de la ciudad de Moquegua 2021, según la figura 1 y figura2.

b. Como segunda hipótesis se planteó lo siguiente hipótesis específica:

“Existe un método para determinar los desplazamientos laterales con las normas sísmicas de Perú y Bolivia en edificaciones aporticadas de la ciudad de Moquegua 2021”.

Las medias muestrales presentan las siguientes hipótesis:

Ho: Hipótesis nula $\mu \geq x$, los desplazamientos de la GBDS son conservadoras.

Ha: Hipótesis alternativa $\mu < x$ los desplazamientos de la E.030 son conservadores.

Tabla 29*Prueba de hipótesis de desplazamientos*

Descripción	Desplazamientos
Story6	0.01000
Story5	0.01000
Story4	0.00800
Story3	0.00600
Story2	0.00300
Story1	0.00200
Media Aritmética (X)	0.00650
Varianza (σ^2)	0.00010
Desviación estándar σ	0.00345
Coefficiente de variación (Vt)	0.53071
Z (Nivel de confianza, t-Student AL 95%)	0.95
Muestra (m)	6
n	5
Nivel de significancia (α)	0.05
t teórico (Tt)	2.015
Media Poblacional (μ)	0.005
t calculado (Tc)	1.06511

Regla de decisión:

- Como el $T_c \geq T_t$, entonces rechazo la hipótesis nula, rechazando la hipótesis alterna.
- Como el $T_c < T_t$, entonces no rechazo la hipótesis nula, y acepto la hipótesis alterna.

Según la Tabla 29, rechazamos la hipótesis nula, aceptando la hipótesis alterna.

c. Como segunda hipótesis se planteó lo siguiente hipótesis específica:

“Existe un método para comparar los resultados de las derivas para determinar si la norma sísmica de Perú o la norma sísmica de Bolivia es la más conservadora para el diseño sísmico en edificaciones

aporticadas de la ciudad de Moquegua 2021”.

Las medias muestrales presentan las siguientes hipótesis:

Ho: Hipótesis nula $\mu \geq x$, las derivas de la E.030 son conservadoras.

Ha: Hipótesis alternativa $\mu < x$, las derivas de la E.030 no son conservadoras.

Tabla 30

Prueba de hipótesis de derivas

Descripción	Deriva X
Story6	0.00150
Story5	0.00162
Story4	0.00174
Story3	0.00175
Story2	0.00160
Story1	0.00082
Media Aritmética (X)	0.00151
Varianza (r2)	0.00000
Desviación estándar ®	0.00035
Coefficiente de variación (Vt)	0.23144
Z (Nivel de confianza, t-Student AL 95%)	0.95
Muestra (m)	6
n	5
Nivel de significancia (α)	0.05
t teórico (Tt)	2.015
Media Poblacional (μ)	0.00118
t calculado (Tc)	2.28647

Regla de decisión:

- Como el $Tc \geq Tt$, entonces no rechazo la hipótesis nula, rechazando la hipótesis alterna.
- Como el $Tc < Tt$, entonces rechazo la hipótesis nula, y acepto la hipótesis alterna.

Según la Tabla 30, rechazamos la hipótesis alterna, aceptando la hipótesis nula.

4.4. Discusión de Resultados

- a. Al realizar el análisis sísmico se concluyó que la norma de Diseño Sismorresistente E.030 y la Guía Boliviana de Diseño Sísmico establecen una metodología para determinar los parámetros sísmicos y construir espectros de diseño para realizar el análisis sísmico de edificaciones.
- b. Al evaluar los desplazamientos con la norma de Diseño Sismorresistente E.030 se observaron menores desplazamientos y al evaluar los desplazamientos con la Guía Boliviana de Diseño Sísmico se observaron mayores desplazamientos de diseño sísmico de edificaciones.
- c. Al evaluar las derivas con la norma de Diseño Sismorresistente E.030 se observaron menores derivas y al evaluar las derivas con la Guía Boliviana de Diseño Sísmico se observaron mayores derivas en el diseño sísmico de edificaciones.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Primera. Según el objetivo general, se logró determinar las metodologías de diseño y consideraciones sismorresistentes estableciendo los parámetros sísmicos y construyendo los espectros de diseño para realizar el análisis sísmico de edificaciones.

Segunda. Según el primer objetivo específico, se logró construir los espectros de diseño para realizar el análisis sísmico de edificaciones con la norma de Diseño Sismorresistente E.030 y la Guía Boliviana de Diseño, demostrando que ambas normas de diseño sísmico tienen todas las condiciones para realizar el diseño sísmico de edificaciones.

Tercera. Según el segundo objetivo específico, se logró evaluar los desplazamientos con la norma de Diseño Sismorresistente E.030 y la Guía Boliviana de Diseño Sísmico, donde se obtuvo un

desplazamiento máximo con la norma de Diseño Sismorresistente E.030 igual a 0.008m y un desplazamiento máximo con la Guía Boliviana de Diseño Sísmico igual a 0.010m demostrando que los desplazamientos obtenidos del software ETABS con la norma de Diseño Sismorresistente E.030 son más conservadores.

Cuarta. Según el tercer objetivo específico, se logró evaluar las derivas con la norma de Diseño Sismorresistente E.030 y la Guía Boliviana de Diseño Sísmico, donde se obtuvo una deriva máxima con la norma de Diseño Sismorresistente E.030 igual a 0.001 y una deriva máxima con la Guía Boliviana de Diseño Sísmico igual a 0.012 demostrando que las derivas obtenidas del software ETABS con la norma de Diseño Sismorresistente E.030 son más conservadores.

5.2. Recomendaciones

Primera. Revisar la construcción del espectro de diseño debido a que al momento de realizar el escalamiento de la cortante basal se encontraron dificultades.

Segunda. Realizar el análisis sísmico de edificaciones con normas de diseño sismorresistente de otros países, para evaluar el

procedimiento y resultados, con la finalidad de mejorar las normas de diseño sísmico.

Tercera. Revisar la Guía Boliviana de Diseño Sísmico en cuanto a la evaluación de resultados, para que el estudiante y profesional pueda ver facilitado su trabajo al momento de realizar el diseño sísmico de edificaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alfaro, V. (2017). *Estudio comparativo de la norma Peruana E.030 Diseño Sismorresistente y la norma Chilena NCH433 Diseño Sísmico de Edificios, y su aplicación a un edificio de concreto armado*. Tesis de Título. Universidad Privada de Tacna. Tacna, Perú.

Arias, J. L. (2020). *Proyecto de tesis: Guía para la elaboración*. Recuperado de https://repositorio.concytec.gob.pe/bitstream/20.500.12390/2236/1/AriasGonzales_ProyectoDeTesis_libro.pdf.

Centro Sismológico Euro-Mediterráneo (2019). *Un terremoto de 6,3 grados sacude Bolivia*. Recuperado de <https://www.eitb.eus/es/noticias/internacional/detalle/6268290/sismo-bolivia-15-marzo-2019-terremoto-cochabamba/>.

Coordinación Nacional de Protección Civil México (2016). *Evaluación de la seguridad estructural de edificios*. Recuperado de <https://docplayer.es/47440597-Evaluacion-de-la-seguridad-estructural-de-edificios-24-de-junio-2016.html>.

Instituto Geofísico del Perú (2008). *El terremoto de Pisco (Perú) del 15 de agosto de 2007 (7.9 Mw)*. Recuperado de <https://repositorio.igp.gob.pe/handle/20.500.12816/699>.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). *Norma Técnica Peruana E.070 Albañilería*. Lima: Macro.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). *Norma Técnica Peruana E.060 Concreto Armado*. Lima: Macro.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). *Norma Técnica Peruana E.050 Suelos*. Lima: Macro.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). *Norma Técnica Peruana E.030 Diseño Sismorresistente*. Lima: Macro.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). *Norma Técnica Peruana E.020 Cargas*. Lima: Macro.

Ministerio de Obras Públicas, Servicios y Vivienda. (2020). *Guía Boliviana de Diseño Sísmico*. La Paz, Bolivia.

Muñoz, C. (2015). *Metodología de la investigación*. México D.F., México: Oxford University Press México.

Ladera, J. (2019). *Análisis y diseño estructural comparativo entre el sistema aporticado y albañilería confinada de una vivienda multifamiliar en el*

barrio de San Carlos, distrito Huancayo 2017. Tesis de Título. Universidad Continental, Perú.

United States Geological Survey. (2011). *La capa de la Tierra en la que vivimos se divide en una docena de losas rígidas (llamadas placas tectónicas por los geólogos) que se mueven entre sí*. Recuperado de <https://pubs.usgs.gov/gip/dynamic/slabs.html>.

United States Geological Survey y Centro Sismológico Nacional Universidad de Chile. (2020). *Chile | Terremoto de Valdivia: qué efectos tuvo sobre la Tierra el Gran terremoto de 1960, el mayor sismo de la historia*. Recuperado de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-52695811>.

Zuñiga, N. (2018). *Estudio comparativo de la respuesta estructural de una edificación aporticada de 6 niveles, cimentada en la zona norte, centro y sur de la ciudad de Tacna, considerando interacción suelo estructura*. Tesis de Título. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna, Perú.

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Del plan de tesis titulado “ANÁLISIS SISMICO COMPARATIVO DE LAS NORMAS SISMICAS DE PERU Y BOLIVIA EN EDIFICACIONES PORTICADAS DE LA CIUDAD DE MOQUEGUA 2021”

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Método
<p>Problema General: ¿Cuáles son las diferencias de las metodologías de diseño y consideraciones sismorresistentes de las normas sísmicas de Perú y Bolivia en edificaciones aporticadas de la ciudad de Moquegua 2021?</p> <p>Problemas Específicos: ¿Qué consideraciones sísmicas están plasmadas en las normas sísmicas de Perú y Bolivia en edificaciones aporticadas de la ciudad de Moquegua</p>	<p>Objetivo General: Determinar las diferencias de las metodologías de diseño y consideraciones sismorresistentes de las normas sísmicas de Perú y Bolivia en edificaciones aporticadas de la ciudad de Moquegua 2021.</p> <p>Objetivos Específicos: Determinar las consideraciones sísmicas que están plasmadas en las normas sísmicas de Perú y Bolivia en edificaciones aporticadas de la ciudad de</p>	<p>Hipótesis General: Existe un método para determinar las diferencias de las metodologías de diseño y consideraciones sismorresistentes de las normas sísmicas de Perú y Bolivia en edificaciones aporticadas de la ciudad de Moquegua 2021.</p> <p>Hipótesis Especificas: Existe un método para determinar las consideraciones sísmicas que están plasmadas en las normas sísmicas de Perú y Bolivia en edificaciones aporticadas de la ciudad de</p>	<p>Variable Independiente: Análisis sísmico</p> <p>Variable Dependiente Edificaciones aporticadas</p>	<p>Tipo de investigación: La presente investigación es de tipo descriptivo porque se aplica los conocimientos sobre el manejo de las normas sísmicas peruanas y bolivianas.</p> <p>Diseño de investigación: El diseño de la investigación es correlacional, explica la influencia de la variable independiente sobre la variable dependiente, basado en la</p>

<p>2021?</p> <p>¿Cómo obtener los desplazamientos laterales con las normas sísmicas de Perú y Bolivia en edificaciones aporticadas de la ciudad de Moquegua 2021?</p> <p>¿Cómo comparar los resultados de las derivas, con las normas sísmicas de Perú y Bolivia para determinar cuál es la más conservadora para el diseño sísmico en edificaciones aporticadas de la ciudad de Moquegua 2021?</p>	<p>Moquegua 2021.</p> <p>Determinar los desplazamientos laterales con las normas sísmicas de Perú y Bolivia en edificaciones aporticadas de la ciudad de Moquegua 2021.</p> <p>Comparar los resultados de las derivas para determinar si la norma sísmica de Perú o la norma sísmica de Bolivia es la más conservadora para el diseño sísmico en edificaciones aporticadas de la ciudad de Moquegua 2021.</p>	<p>Moquegua 2021.</p> <p>Existe un método para determinar los desplazamientos laterales con las normas sísmicas de Perú y Bolivia en edificaciones aporticadas de la ciudad de Moquegua 2021.</p> <p>Existe un método para comparar los resultados de las derivas para determinar si la norma sísmica de Perú o la norma sísmica de Bolivia es la más conservadora para el diseño sísmico en edificaciones aporticadas de la ciudad de Moquegua 2021.</p>		<p>comparación de las normas sísmicas de Perú y Bolivia, con el análisis de la misma edificación.</p> <p>Población: La población está conformada por las edificaciones aporticadas de la ciudad de Moquegua.</p> <p>Muestra: La muestra a analizar será una edificación aporticada de la asociación Santa Elena Mz. A Lote 10 Sector A-3 del CPM Chen Chen del distrito de Moquegua, provincia Mariscal Nieto del departamento de Moquegua.</p>
---	---	---	--	---

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

- Cámara fotográfica
- Libreta de apuntes
- Teléfono Celular