



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**ANÁLISIS DE LA RESPUESTA SÍSMICA DE UNA ESTRUCTURA
DE CONCRETO ARMADO CON Y SIN AISLADORES SÍSMICOS
EN LA BASE SEGÚN SU VARIACIÓN EN LA ALTURA**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. EYMY JOSELIN CCALLATA APAZA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

JULIACA - PERÚ

2025



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS DE LA RESPUESTA SÍSMICA DE UNA ESTRUCTURA DE CONCRETO ARMADO CON Y SIN AISLADORES SÍSMICOS EN LA BASE SEGÚN SU VARIACIÓN EN LA ALTURA

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. EYMY JOSELIN CCALLATA APAZA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

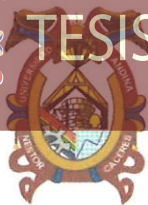
PRESIDENTE : 
Dr. ARNALDO YANA TORRES

PRIMER MIEMBRO : 
Dr. EFRAIN-PARILLO SOSA

SEGUNDO MIEMBRO : 
Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

ASESOR DE TESIS : 
Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



RESOLUCIÓN DECANAL N° 629-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 02 de julio del 2025

VISTO: El expediente N° 2025- CU-4821 presentado por el (la) Bachiller: **EYMY JOSELIN CCALLATA APAZA** estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **EYMY JOSELIN CCALLATA APAZA**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **ANÁLISIS DE LA RESPUESTA SÍSMICA DE UNA ESTRUCTURA DE CONCRETO ARMADO CON Y SIN AISLADORES SÍSMICOS EN LA BASE SEGÚN SU VARIACIÓN EN LA ALTURA**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- * **Presidente** : Dr. ARNALDO YANA TORRES
- * **1er Miembro** : Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
- * **2do Miembro** : Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

ARTICULO SEGUNDO. – RECONOCER como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Dr. LEONEL SUASACA PELINCO**.

ARTICULO TERCERO . – APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **EYMY JOSELIN CCALLATA APAZA**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **ANÁLISIS DE LA RESPUESTA SÍSMICA DE UNA ESTRUCTURA DE CONCRETO ARMADO CON Y SIN AISLADORES SÍSMICOS EN LA BASE SEGÚN SU VARIACIÓN EN LA ALTURA** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : jueves 10 de julio del 2025
- * **HORA** : 08:00 horas
- * **LUGAR** : Aula 406 - FICP

ARTÍCULO CUARTO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Mg. **WALTER J. LIZARRACA ARMAZA**
DECANO (e)
CIP. 70808



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. **Fritz Willy Mamani Apaza**
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1425-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 05 de noviembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 15742 por el señor (a): **EYMY JOSELIN CCALLATA APAZA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 1279 - 2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 240 - 2024 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **EYMY JOSELIN CCALLATA APAZA**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **ANÁLISIS DE LA RESPUESTA SÍSMICA DE UNA ESTRUCTURA DE CONCRETO ARMADO CON Y SIN AISLADORES SÍSMICOS EN LA BASE SEGÚN SU VARIACIÓN EN LA ALTURA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 240 - 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **ANÁLISIS DE LA RESPUESTA SÍSMICA DE UNA ESTRUCTURA DE CONCRETO ARMADO CON Y SIN AISLADORES SÍSMICOS EN LA BASE SEGÚN SU VARIACIÓN EN LA ALTURA**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **EYMY JOSELIN CCALLATA APAZA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **ANÁLISIS DE LA RESPUESTA SÍSMICA DE UNA ESTRUCTURA DE CONCRETO ARMADO CON Y SIN AISLADORES SÍSMICOS EN LA BASE SEGÚN SU VARIACIÓN EN LA ALTURA** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) **la**, **Dr. LEONEL SUASACA PELINCO**.

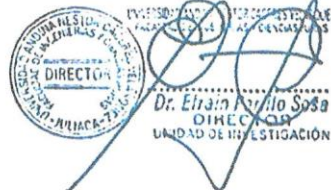
ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. MILTON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



Dr. Efraín Ayulo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1135-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 27 de setiembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 12980, presentado el señor (a) **EYMY JOSELIN CCALLATA APAZA** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 991-2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 317-2024 del integrante del comité de investigación **EPIC** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **EYMY JOSELIN CCALLATA APAZA** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **ANÁLISIS DE LA RESPUESTA SÍSMICA DE UNA ESTRUCTURA DE CONCRETO ARMADO CON Y SIN AISLADORES SÍSMICOS EN LA BASE SEGÚN SU VARIACIÓN EN LA ALTURA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 317-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **ANÁLISIS DE LA RESPUESTA SÍSMICA DE UNA ESTRUCTURA DE CONCRETO ARMADO CON Y SIN AISLADORES SÍSMICOS EN LA BASE SEGÚN SU VARIACIÓN EN LA ALTURA**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **EYMY JOSELIN CCALLATA APAZA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **ANÁLISIS DE LA RESPUESTA SÍSMICA DE UNA ESTRUCTURA DE CONCRETO ARMADO CON Y SIN AISLADORES SÍSMICOS EN LA BASE SEGÚN SU VARIACIÓN EN LA ALTURA** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **Dr. LEONEL SUASACA PELINCO**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
.....
DR. MILTÓN QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
OFICINA DE INVESTIGACIÓN
.....
Dr. Efraín Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2024
Interesado (a)



ANÁLISIS DE LA RESPUESTA SÍSMICA DE UNA ESTRUCTURA DE CONCRETO ARMADO CON Y SIN AISLADORES SÍSMICOS EN LA BASE SEGÚN SU VARIACIÓN EN LA ALTURA

INFORME DE ORIGINALIDAD

23%

INDICE DE SIMILITUD

9%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

21%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	18%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	Submitted to Prairie View A&M University Trabajo del estudiante	1%
4	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	<1%
5	assets.researchsquare.com Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	www.grafiati.com Fuente de Internet	<1%
8	docplayer.es Fuente de Internet	<1%




Metadatos Complementarios



Título de la Tesis	
ANÁLISIS DE LA RESPUESTA SÍSMICA DE UNA ESTRUCTURA DE CONCRETO ARMADO CON Y SIN AISLADORES SÍSMICOS EN LA BASE SEGÚN SU VARIACIÓN EN LA ALTURA	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	EYMY JOSELIN CCALLATA APAZA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	73824166
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0001-4466-1498
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	40865558
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-6657-665X
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	41414676
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	EFRAIN PARILLO SOSA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02416058
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	FRITZ WILLY MAMANI APAZA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02306659



Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de la Construcción - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Juliaca Coordenadas: Latitud: -15.500566 Longitud: -70.134663 URL Maps:</p>  <p>https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?mid=1QQ7e-99RG2Tl6STNnJxg76neRROoFjk&usp=sharing</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Noviembre 2024 – Julio 2025
URL de disciplinas OCDE - Librería	<p>Ingeniería Civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01</p> <p>Ingeniería de materiales https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.05.01</p>


 UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 Dr. Fritz Yully Mamani Apaza
 DIRECTOR
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo EYMY JOSELIN CCALLATA APAZA, identificado con DNI
Nro. 73824166, en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional**
 Programa de Segunda Especialidad,
 Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERÍA CIVIL

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación, Trabajo Académico denominada:

ANÁLISIS DE LA RESPUESTA SÍSMICA DE UNA ESTRUCTURA DE CONCRETO ARMADO CON Y SIN AISLADORES SÍSMICOS EN LA BASE SEGÚN SU VARIACIÓN EN LA ALTURA

Asesorado por: Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 17 de Julio del 2025


Firma del Asesor
(obligatoria)


Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



ÍNDICE

ÍNDICE.....	i
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN.....	xiv

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Exposición de la situación problemática	1
1.2. Problemas	2
1.2.1. Problema general	2
1.2.2. Problemas específicos.....	2
1.3. Objetivos.....	2
1.3.1. Objetivo general.....	2
1.3.2. Objetivos Específicos.....	2
1.4. Variables.....	3
1.4.1. Variables de caracterización:	3
1.4.2. Variables de interés.....	3
1.5. Operacionalización de variables.....	3
1.5.1. Indicadores.....	3



1.6.	Justificación	4
1.6.1.	Justificación técnica	4
1.6.2.	Justificación Económica	4
1.6.3.	Justificación Social	4

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de la investigación.....	5
2.1.1.	Antecedente local.....	5
2.1.2.	Antecedente nacional	6
2.1.3.	Antecedentes Internacional.....	7
2.2.	Bases teóricas	7
2.2.1.	Respuesta sísmica de edificios.....	7
2.2.2.	Principios y fundamentos del diseño sísmico	8
2.2.3.	Análisis de respuesta estructural estática y dinámica	8
2.2.4.	Análisis estático (fuerzas horizontales equivalentes)	8
2.2.5.	Análisis dinámico del modelo estructural.....	9
2.3.	Normatividad E.030	10
2.3.1.	Principios y fundamentos del diseño sísmico	10
2.3.2.	Consideraciones geotécnicas para el análisis.....	11
2.4.	Consideraciones de la norma E.031	11
2.4.1.	Desarrollo de los aisladores a lo largo de la historia	11
2.5.	Dimensionamiento previo de los elementos estructurales.....	11



2.5.1. Losa aligerada en una dirección.....	11
2.5.2. Dimensionamiento previo en elementos de vigas.....	12
2.5.3. Dimensionamiento previo en elementos de columnas.....	12
2.6. Concepción del aislamiento sísmico en la base.....	12
2.6.1. Elementos sísmico del sistema de aislación.....	13
2.6.2. Clases de dispositivos de aislación en la base	15
2.7. Tipos de análisis de diseño - estructuras aisladas e.031	18
2.7.1. Análisis de fuerzas estáticas.....	18
2.7.2. Análisis dinámico.....	18
2.8. Sistemas estructurales.....	19
2.8.1. Estructuras con sistemas de concreto armado.....	19

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Aspectos metodológicos de la investigación	21
3.1.1. Diseño de la investigación	21
3.1.2. Tipo de investigación.....	21
3.1.3. Nivel de la investigación.....	21
3.1.4. Enfoque de la investigación	22
3.1.5. Técnicas e Instrumentos.....	22
3.2. Población y muestra	22
3.2.1. Población.....	22
3.2.2. Muestra	23



- 3.3. Procedimiento de diseño estructural..... 23
 - 3.3.1. Definición de parámetros para el modelamiento 23
 - 3.3.2. Metrado de cargas 24
 - 3.3.3. Parámetros fundamentales para el diseño sísmico de edificaciones 26
- 3.4. Desarrollo del análisis estático de la estructura con base fija..... 29
 - 3.4.1. Descripción del modelamiento de la estructura 29
- 3.5. Control de regularidad estructural de la edificación..... 31
 - 3.5.1. Irregularidad de rigidez – piso blando 31
 - 3.5.2. Irregularidad de resistencia – piso débil 31
 - 3.5.3. Irregularidad de rigidez extrema – piso blando 31
 - 3.5.4. Irregularidad extrema de resistencia 32
 - 3.5.5. Irregularidad por discontinuidad en los elementos resistentes 32
 - 3.5.6. Irregularidad por discontinuidad extrema en los sistemas resistentes 33
 - 3.5.7. Irregularidad torsional extrema en planta 33
 - 3.5.8. Cortante basal (v) obtenido con el software 34
- 3.6. Desarrollo del análisis dinámico de la estructura con base fija..... 34
 - 3.6.1. Aceleración espectral 34
 - 3.6.2. Análisis dinámico modal espectral 34
 - 3.6.3. Parámetros para el análisis dinámico del modelo estructural 35
 - 3.6.4. Fuerza cortante mínima..... 36
 - 3.6.5. Comprobación de cortante mínima..... 37
 - 3.6.6. Control de desplazamientos admisibles - derivas 38



- 3.7. Modelado y análisis de la estructura con base aislada..... 38
 - 3.7.1. Casos de carga para la interfaz de aislamiento del modelo 39
 - 3.7.2. Combinación de cargas para el modelo estructural 40
- 3.8. Propiedades físicas de los dispositivos de aislación..... 41
 - 3.8.1. Amortiguamiento Efectivo (B_M)..... 41
 - 3.8.2. Periodo objetivo 41
 - 3.8.3. Sismo Máximo Considerado (SaM)..... 41
 - 3.8.4. Desplazamiento Total Máximo..... 42
 - 3.8.5. Propiedades físicas del dispositivo de aislamiento 43
- 3.9. Propiedades físicas calculadas..... 45
- 3.10. Propiedades mecánicas del aislador 46
 - 3.10.1. Rigidez Compuesta Del Sistema (Según E-031, 2018 - "Km")..... 46
 - 3.10.2. Fuerza Disipada E. Ciclo 46
 - 3.10.3. Fuerza Característica Q, Para Determinar El Desplazamiento De Fluencia.. 46
 - 3.10.4. Desplazamiento De Fluencia (Iterativo) 47
 - 3.10.5. Fuerza característica q..... 47
 - 3.10.6. Rigidez Inicial Del Dispositivo K1 47
 - 3.10.7. Ratio De Rigidez (Relación De Rigidez Post Fluencia / Rigidez Inicial) 47
 - 3.10.8. Periodo real del sistema 48
 - 3.10.9. Frecuencia angular del sistema 48
 - 3.10.10. Amortiguamiento efectivo de cada aislador 48



CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Periodos y masa participativa 52

 4.1.1. Masa participativa estructura con base fija 52

 4.1.2. Masa participativa estructura con base aislada 53

 4.1.3. Periodo de vibración 54

4.2. Resultado de las fuerzas cortantes 55

4.3. Resultados de desplazamientos 58

4.4. Resultados de las derivas 60

4.5. Influencia de los aisladores de base en derivas 62

CONCLUSIONES 64

RECOMENDACIONES 67

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 68

ANEXOS 70



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Techos Con Inclinación Hasta De 3° Con Respecto A La Horizontal.....	25
Tabla 2 Clases de Disposición de Sistema Estructural.....	27
Tabla 3 Fuerza Cortante En La Base Para Ambos Sentidos.....	34
Tabla 4 Fuerza Cortante En Ambos Sentidos Del Análisis Estático.....	37
Tabla 5 Fuerza Cortante En Ambos Sentidos Del Análisis Dinámico.....	37
Tabla 6 Análisis Sísmico Dinámico Final – Cumple Condición.....	37
Tabla 7 Casos de carga sísmica de la estructura sin interfaz de aislamiento.....	39
Tabla 8 Peso sísmico de la estructura con interfaz de aislamiento.....	40
Tabla 9 Propiedades Físicas Del Dispositivo De Aislamiento.....	45
Tabla 10 Modos De Vibración Y % De Masa Participativa.....	52
Tabla 11 Modos De Vibración Y % De Participación De Masa Del Modelo.....	53
Tabla 12 Modos De Vibración Para Base Fija y Base Aislada.....	54
Tabla 13 Vx para un SD- R=4.5 base fija y base aislada- Propiedades Nominales “XX”.....	55
Tabla 14 Vy para un SD- R=4.5 base fija y base aislada- Propiedades Nominales Y-Y.....	57
Tabla 15 Desplazamiento máximo - SD R=4.5 Base Fija VS SMC R=1 Base Aislada “X”	58
Tabla 16 Desplazamiento máx. - SD R=4.5 De Base Fija Vs SMC R=1 De Base Aislada “Y”.....	59
Tabla 17 Derivas Con La Aplicación De Sismo De Diseño R=4.5 Base fija Sentido “XX”	60
Tabla 18 Derivas Con La Aplicación De Sismo De Diseño R=4.5 Base fija Sentido “YY”	60
Tabla 19 Derivas Con La Aplicación Sismo De Diseño R=1 Base fija Sentido “XX”.....	61
Tabla 20 Derivas Con La Aplicación Sismo De Diseño R=1 Base fija Sentido “YY”.....	61
Tabla 21 Comparativo de derivas dirección “XX”.....	62
Tabla 22 Comparativo de derivas dirección “YY”.....	63



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Disposición Del Sistema De Aislación Sísmica	13
Figura 2 Desempeño del dispositivo del aislador HDRB	13
Figura 3 Fundamento del aislamiento sísmico en la base - espectro de aceleración.....	14
Figura 4 Elementos del Dispositivo Aislador Tipo HDRB	16
Figura 5 Tipo de Aislador Lead Rubber Bearing - LRB	17
Figura 6 Esquema del funcionamiento y detalles internos de un aislador FPS.....	17
Figura 7 Cargas De Servicio Del Modelo Estructural.....	24
Figura 8 Carga Para Techo Con Pendiente De Hasta De 3°	25
Figura 9 Factor De Amplificación Sísmica – Espectro De Diseño	27
Figura 10 Casos De Carga Para El Sismo Estático	29
Figura 11 Vista Tridimensional Del Modelo de la Estructura con Base Fija.....	30
Figura 12 Continuidad De Elementos Estructurales en el sentido “YY”	33
Figura 13 Espectro De Pseudo Aceleración Para El análisis.....	35
Figura 14 Sismo En Sentido Escalado En La Dirección “XX”	36
Figura 15 Sismo En Sentido Escalado En La Dirección “YY”	36
Figura 16 Estructura con interfaz de aislamiento	40
Figura 17 Incorporación De Propiedades De Los Dispositivos De Aislamiento	49
Figura 18 Incorporación De Las Propiedades Lineales Y No Lineales Del Dispositivo De Aislamiento.....	49
Figura 19 Propiedades de Rigidez Vertical	49
Figura 20 Propiedades No Lineales (U2, U3)	50
Figura 21 Estructura Incorporada Con La Interfaz De Aislamiento y Aisladores de base ...	50
Figura 22 Desplazamientos Del Modelo Estructural – Primer Modo	51



Figura 23 Desplazamientos Del Modelo Estructural – Segundo Modo	51
Figura 24 Periodo De Vibración Base Fija Vs Base Aislada Del Modelo	54
Figura 25 V_x para un SD- $R=4.5$ base fija y base aislada- Propiedades Nominales “XX” ..	55
Figura 26 V_x para un SD- $R=4.5$ base fija y base aislada - Propiedades Nominales “XX” ..	56
Figura 27 V_y para un SD- $R=4.5$ base fija y base aislada- Propiedades Nominales “YY” ..	56
Figura 28 V_y para un SD- $R=4.5$ base fija y base aislada- Propiedades Nominales “YY” ..	57
Figura 29 Resultado de Desplazamiento máximo -SD $R=4.5$ Base Fija VS SMC $R=1$ Base Aislada X	58
Figura 30 Desplazamiento máximo SD $R=4.5$ Base Fija Vs SMC $R=1$ Base Aislada - Y...	59
Figura 31 Derivas SD $R=4.5$ Base Fija Vs SMC $R=1$ Base Aislada – “XX”	62
Figura 32 Derivas SD $R=4.5$ Base Fija Vs SMC $R=1$ Base Aislada - Y-Y	63



RESUMEN

Esta investigación es el resultado del análisis de la respuesta sísmica de una edificación de concreto implementado con dispositivos de aislamiento como a su vez sin estos dispositivos. Se analizan el desplazamiento vertical y la respuesta sísmica generada por terremotos. La construcción de la estructura se replicó con apoyos permanentes de diferentes alturas para proporcionar una línea base. Los hallazgos se compararon con los de la segunda fase, que modeló la estructura utilizando aislantes sísmicos de alto amortiguamiento y evaluó la carga axial y el desplazamiento. La respuesta sísmica se redujo significativamente, según las normas peruanas E-030 y E-031. Se examinará un marco categórico. El edificio de siete pisos tiene 713,88 metros cuadrados por nivel. Conforme con las disposiciones de la norma sísmica, en la gráfica del mapa de zonas de la frecuencia sísmica en el Perú clasifica el desarrollo en la Zona 3, la zona terciaria. Esto demuestra la resiliencia sísmica del edificio. Realizamos una investigación práctica, cuantitativa y no experimental. El diseño transversal de este estudio mejora las duraciones y los desplazamientos mediante la rigidez vertical y la flexibilidad horizontal. Las características de la construcción inducen desviación en sistemas que presentan una base permanente y una con un sistema de base aislada. El pronóstico aproxima del dato del período de vibración fundamental de la edificación en modo fijo 1 a 0,771 segundos. Cuando se equipó en dispositivos de aislamiento, la misma estructura soportó 2,357 segundos de la misma manera. Esto es un aumento del 67%. El segundo modo de vibración tuvo una duración de 0,616 segundos. La flexibilidad horizontal de los aislantes de base mejoró la efectividad de la construcción de base fija aislada en un 73 %, extendiendo su vida útil a 2,322 segundos. Es factible realizar comparaciones con la estructura singular. Como resultado de la respuesta de diseño sísmico, las fuerzas de corte sísmico de base se redujeron en un 72 % en el sentido "X-X" y en un 79 % en el sentido "Y-Y" (coeficiente de desviación estándar = 7). Tanto las estructuras de base fija como las autoportantes lograron



esto. Esto fue evidente en las orientaciones verticales y horizontales. Las fuerzas cortantes sísmicas de base ejercidas sobre la estructura disminuyeron considerablemente. En la dirección X, el edificio con base apartada puede desplazarse 38,2356 centímetros, mientras que la construcción con base fija puede desplazarse 4,4172 centímetros. Los edificios de base fija pueden alcanzar 3,3545 centímetros en la dirección Y-Y, mientras que las estructuras de base aislada pueden lograr 38,6327 centímetros. Debido a la flexibilidad horizontal de los aislantes. La construcción con características de base fija no llegan a cumplir con el código de la norma E-030 debido a valores de deriva de $10,3/1000$ en el sentido X-X y $7,1/1000$ en el sentido "Y-Y." Las estructuras con base aislada pueden tener valores E-031 de $2,8/1000$ en la dirección X-X y $1,8/1000$ en la dirección Y-Y. En los ejes X-X e Y-Y, los aislamientos aumentan los desplazamientos absolutos en un 80 % y un 78 %, respectivamente. Esta construcción sirve como una cimentación duradera. El aislamiento de la cimentación puede amplificar la vibración y el movimiento de la estructura. Esto podría explicarse por la notable plasticidad de los mecanismos de aislamiento. Lo logramos mediante análisis.

Palabras claves: Aislamiento, rigidez, amortiguamiento, flexibilidad, vibración.



ABSTRACT

A reinforced concrete structure's seismic response during an earthquake will be compared with and without base seismic isolators depending on its height. The structure's seismic reaction will be assessed. Initial research was done at two times. The initial step was to recreate the structure with permanent supports at different heights to provide a reference dataset. This created a reference data set. Second-step data from modeling the structure with high-damping seismic isolators and analyzing their axial load and displacement was compared to first-step data. The estimated seismic response characteristics also decreased significantly. E-030 seismic-resistant design standard allows Category A usage for the intended structure. This certification requires meeting Peruvian requirements E-030 and E-031. The Peruvian zoning map, standard E-030, specifies seven floors of 713.88 square meters each. It will be in Zone 3. The study was applied, quantitative, and cross-sectional, with no experiments. This study's concept was supported by the structure's vertical stiffness and horizontal flexibility, which increased periods and displacements. The fixed base structure operates with 0.771 seconds of fundamental vibration. However, installing isolation devices on the same building takes 2.357 seconds. This disparity is significant since the second mode of vibration, 0.616 seconds, has increased 67%. Correlation links the structural response to the fundamental vibration period. The base isolators' lateral flexibility gave the composite base structure a 2.322 period. Isolated structure has 2.322 period. This means the solitary structure grew 73% over time. A 72% reduction in X-X seismic base shear forces and a 79% reduction in Y-Y seismic base shear forces were observed during the structural evaluation for SD R= 7 of the isolated base and fixed base. This was found during building inspection. Building assessment aided this understanding. The isolated base structure can move 38.2356 centimeters in the same direction as the fixed base structure, which can move 4.4172 along the X-X axis. The horizontal flexibility of the isolators causes this. The isolated



base structure measures 38.6327 centimeters Y-Y, whereas the fixed base construction measures 3.3545. This highlights the differences between the structures. The two numbers below are oriented X-X. Therefore, the structure with an embedded base does not meet E-030 standards, when looking X-X, the drift number may be 10.3/1000 and when looking Y-Y, it might be 7.1/1000. The values were aligned by X-X. On the other hand, E-031 values of 2.8/1000 in the X-X and 1.8/1000 in the Y-Y directions may be achieved by the isolated base structure. The two numbers are in accordance with E-03. When contrasted with a concrete base, isolators have the potential to lessen X-X displacements by 80% and Y-Y displacements by 78%. The outcomes are impacted by the method of study. These values depend on the analytical standpoint. Base isolation must enhance structural vibration and displacement to meet the design idea of isolation. They can adapt to several situations, making isolation devices versatile. Our research indicates this demand is met.

Keywords: Isolation, stiffness, damping, flexibility, vibration.



INTRODUCCIÓN

Perú ha experimentado una creciente frecuencia de terremotos, lo que ha provocado considerables daños estructurales. Por consiguiente, los ingenieros deben promover soluciones esenciales para mitigar las pérdidas humanas y económicas, mejorando el rendimiento estructural y anticipando el aumento de las presiones sísmicas.

El comportamiento estructural de una estructura se refiere a su reacción ante desplazamientos y deformaciones (derivadas). Al ser sometida a tensiones externas (terremotos), sufrirá daños que dependen de elementos como la rigidez, la configuración estructural y los materiales. Esta tesis analizará como una estructura de clase A se comporta ante un evento sísmico de acuerdo con lo establecido en la norma de diseño sísmico E-030. Además, se utilizarán aislantes de base HDRB de alta amortiguación como parte del experimento. En cuanto a su coeficiente de absorción máximo, estos aislantes tendrán un valor comprendido entre el 10 % y el 15 %. Desde principios del siglo XX, esta táctica ha sido utilizada en países en desarrollo por diversos gobiernos. Se utiliza una capa de aislamiento de interfaz para separar la superestructura de la subestructura, se busca mejorar la flexibilidad horizontal de la superestructura, lo que, en última instancia, se traducirá en un aumento del rendimiento de toda la estructura durante eventos sísmicos. Se sugiere el diseño de una institución sanitaria (pública y privada) destinada a alojar a personas heridas y enfermas, junto con personal médico, administrativo y auxiliar. Esto implica un margen de riesgo significativo, y su funcionalidad debe garantizarse durante y después de un sismo. Este marco considera tanto los daños estructurales como los no estructurales, así como los daños al contenido, incluyendo instalaciones y equipos médicos, debido a la gran relevancia económica de este tipo de daños.

El desarrollo en su etapa inicial del trabajo de investigación contempla realizar, la evaluación estructural comenzará con un análisis sísmico estático que utiliza fuerzas



comparables. Esto cumple con la norma NTP E-030. La etapa posterior consiste en realizar un análisis dinámico de la cimentación permanente. Este estudio utilizará un espectro de diseño con un valor $R=4.5$, que representa un sistema estructural dual que incluye marcos y muros. Una vez logrado esto, el edificio cumplirá con los requisitos de calidad. Los dispositivos de aislamiento de base HDRB, la estructura aislará las interfaces. Para una configuración de SMC con $R=1$, esto se ejecutará de acuerdo con las estipulaciones de la norma NTP E.031, que describe las circunstancias.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Exposición de la situación problemática

México, una ciudad situada en el Cinturón de Fuego ubicado en el océano Pacífico, que concentra casi el 80 % de los movimientos sísmicos a nivel del mundo. Se recomienda precaución, ya que no se registraron terremotos significativos antes de 2015. Este problema requiere el análisis y la aplicación de tendencias de construcción innovadoras para evitar una catástrofe nacional. Mediante el uso de un sistema compuesto por muros y pisos estructurales separados por sensores HDBR, este estudio se centra en analizar cómo se comporta sísmicamente una estructura de hormigón reforzado aplicando sistemas de aislamientos sísmicos para mejorar el desempeño de edificaciones ante eventos sísmicos recurrentes.

Las estructuras, incluyendo edificios gubernamentales e instalaciones que albergan grandes poblaciones, como hospitales y clínicas, deben presentar una susceptibilidad mínima a los terremotos para garantizar su continuidad operativa después del evento. En varios países industrializados, se utilizan diseños arquitectónicos que incluyen calefacción por suelo radiante, lo que mitiga y disminuye la transferencia de energía asociada a este fenómeno cuando el edificio se eleva del suelo. En lugar de centrarse en aumentar la resistencia estructural, el objetivo principal del aislamiento sísmico es mitigar la actividad sísmica.



1.2. Problemas

1.2.1. *Problema general*

¿Cómo será la respuesta ante un evento sísmico de una edificación con estructura de concreto con y sin aislamiento en la base que presenta variaciones en Altura?

1.2.2. *Problemas específicos*

1. ¿En qué medida será la influencia de la aplicación de aisladores de base en el comportamiento de una edificación de sistema estructural de concreto que presenta variación en altura?
2. ¿En qué medida será el cumplimiento de las especificaciones sísmicas de la norma E.031, con la implementación de un sistema de aislamiento sísmico en una estructura de concreto que presenta variación en altura?

1.3. Objetivos

1.3.1. *Objetivo general*

Analizar la respuesta ante un evento sísmico de una edificación con estructura de concreto con y sin aislamiento en la base que presenta variaciones en Altura.

1.3.2. *Objetivos Específicos*

1. Analizar la influencia de la aplicación de aisladores de base en el comportamiento de una edificación con sistema estructural de concreto que presenta variación en altura.
2. Comprobar el cumplimiento de las especificaciones sísmicas de la norma E.031, con la implementación de un sistema de aislamiento sísmico en una estructura de concreto que presenta variación en altura.



1.4. Variables

1.4.1. Variables de caracterización:

- Modelamiento sísmico, estático
- Modelamiento sísmico, dinámico
- Espectro de respuesta sísmica
- Dispositivos de asilamiento

1.4.2. Variables de interés

- Desempeño de la estructura de categoría A, que cuenta con 7 niveles de concreto para una disposición de sistema estructural dual con aisladores de base de alto amortiguamiento.
- Especificaciones de respuesta sísmicas de la estructura con la implementación de dispositivos de aislamiento.

1.5. Operacionalización de variables

1.5.1. Indicadores

1.5.1.1. Indicadores De Caracterización

- Configuración estructural en altura y en planta.
- Ubicación de la zona de estudio.
- Espectro de respuesta sísmica.

1.5.1.2. Indicadores De Interés

- Tipología del sistema estructural
- Irregularidades
- Parámetros de respuesta sísmica



1.6. Justificación

1.6.1. Justificación técnica

La respuesta arquitectónica a grandes terremotos, como los ocurridos en Northridge (Los Ángeles, 1994) y Kobe (1995), se vio enormemente potenciada por el aislamiento sísmico, lo que resultó en una mejora drástica tanto de la seguridad humana como de la integridad estructural tras la catástrofe.

1.6.2. Justificación Económica

Una vez superado el terremoto, comenzarán a notarse las ventajas económicas, lo que se traducirá en una disminución de los gastos de mantenimiento, reparación y/o reconstrucción de edificios. Estos beneficios son duraderos.

1.6.3. Justificación Social

El uso de aislantes de cimentación para mitigar los efectos de un sismo fuerte mejoraría significativamente tanto la seguridad humana como la integridad estructural de las estructuras después del desastre que comprometa la seguridad de las edificaciones. Estas personas, que han sufrido las repercusiones de los terremotos a lo largo de sus vidas, experimentarían un gran aumento en su confianza, seguridad y tranquilidad si eligieran esta opción.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Nuestro trabajo debe completarse antes de la publicación del material de referencia con referencias sobre antecedentes que nos ayuden a la validación de los resultados esperados del desarrollo del trabajo de investigación.

2.1.1. Antecedente local

Cruz (2018) examinó la "Eficiencia Sísmica de la Infraestructura del Hospital Materno Infantil de la Localidad de Juliaca, Diseñado Sobre un Dispositivo de Aislamiento en la Base". Cruz publicó su estudio en 2018. El estudio se centró en Juliaca, en San Román, ubicado cerca de Puno. En "Considerando la Flexibilidad", el objetivo principal fue determinar la reacción sísmica del mecanismo de aislamiento recomendado más efectivo. Esto proporcionaría un rendimiento superior al reducir las presiones de corte y alcanzar una tensión entre pisos (IST) inferior a 0,25 g. Debido a que la longitud de oscilación es superior a dos segundos, el aislante demuestra una excelente eficiencia dimensional al evaluar cada variable. Esto ayuda a minimizar el contacto entre el suelo y la estructura al examinar estructuras aisladas. En estructuras con un período inferior a 0,2 segundos y ubicadas en suelos blandos, se observan patrones de ISE.



2.1.2. Antecedente nacional

La tesis realizada que titula "Análisis y Diseño de una Estructura de Concreto con Sótano de Seis Niveles con Aisladores Elastomérico de Núcleo de Plomo", presentada por Medina y Choque en 2017, tuvo como objetivo evaluar, implementar y diseñar un sótano de seis pisos empleando hormigón armado simple y aislamiento elastomérico con núcleo de plomo. El razonamiento lo indicaba claramente. Los resultados se obtuvieron durante 2530 segundos en el primer modo (dirección Y-Y), y durante 2506 segundos en el segundo modo (dirección X-X). En el primer modo, la fracción másica modal fue del 99,91 % y en el segundo, del 99,97 % durante todo el proceso. Ambos valores se mantuvieron constantes durante todo el procedimiento. Al realizar el cálculo, se utilizó el primer modo para determinar la fracción másica modal.

La cimentación experimentó 8,79 toneladas de desplazamientos elásticos en el sentido "X" y 1986,37 Ton. en el sentido "Y". Se realizaron dos mediciones de gramos. Los aisladores sísmicos registraron una energía de corte elástica aproximadamente de 360,08 Ton. en la dirección "X", mientras que en la dirección Y-Y se registraron 352,64 toneladas. Se obtuvieron mediciones simultáneas para ambos valores. Esto se comparó con la dirección X-X, que también se tuvo en cuenta. El uso de aislantes sísmicos se redujo en un 82,07 % en la dirección X-X y en un 82,26 % en la dirección Y-Y entre ambas direcciones. Este resultado fue consecuencia de múltiples factores con la implementación que se realizó en una estructura de concreto.

En conclusión, la instalación de aislantes sísmicos en la estructura no solo aumenta el grado de seguridad, sino que también implica un aumento en los gastos a corto plazo. Al reducir los gastos asociados con las reparaciones sísmicas, tanto para elementos estructurales como no estructurales, se obtienen ventajas económicas duraderas a largo plazo. Esto mejora sustancialmente la economía. Este es un



beneficio significativo esperado en el periodo de vida útil de una estructura de concreto.

2.1.3. Antecedentes Internacional

Pérez y Vásquez (2016) titulan su artículo "Diseño de Aisladores Sísmicos de Base para una Edificación de Uso de Oficinas de Diez Pisos con una Estructura de Marco Rígido de Hormigón". El estudio fue realizado en Managua, Nicaragua. Este estudio examinó las características dinámicas de una estructura con cimentación fija en comparación con una construcción con aislamiento sísmico. Se compararon ambas construcciones. Se prestó especial atención al período, la aceleración, la distorsión y el cortante basal. El análisis de datos reveló que el dispositivo del sistema de aislación de la cimentación con elementos dispositivos del tipo LRB que permite la reducción de la fuerza de corte y las aceleraciones hasta en 91 %. Los datos de aceleración del terreno alcanzaron sus niveles más bajos posibles, 0,13 g, lo que resultó en una reducción del 92 %. Se observó una reducción del 90 % en las fuerzas cortantes basales. En consecuencia, se determina que la estructura exhibe un desempeño estructural muy superior al del diseño de edificación habitual.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Respuesta sísmica de edificios

Es posible establecer una conexión directa entre las características del suelo y la reacción sísmica de una estructura a una influencia externa. Esto se debe a que las cualidades dinámicas de una estructura están estrechamente relacionadas con las características del suelo en su interior. Según Bazán y Meli (2002), La tensión lateral acumulada, o cortante basal, junto con el desplazamiento del vértice de la estructura, determina su rigidez estructural. La conexión del cortante basal es la siguiente. Esta



relación permite evaluar la rigidez estructural de la estructura. El cortante basal es otro nombre para el cortante basal. La importancia de esta conexión es fundamental al analizar el comportamiento de sistemas no lineales. Las técnicas de la Norma E.030 evalúan la respuesta sísmica de las estructuras. Cumple con el Reglamento Nacional de Edificación (RNE). Esta categoría abarca numerosos procedimientos. Estos procesos incluyen el cortante basal, la deformación del forjado, el desplazamiento lateral estructural y las métricas de aceleración de nivel.

2.2.2. Principios y fundamentos del diseño sísmico

El diseño de resistencia sísmica se fundamenta a los siguientes principios establecidos en la Norma E.031, que exige las acciones siguientes; Impedir la pérdida y resguardar la vida humana, asegurando su seguridad, Afirmar y asegurar el funcionamiento permanente de los servicios esenciales, reducir los daños en la infraestructura de las viviendas en general.

2.2.3. Análisis de respuesta estructural estática y dinámica

Bajo las consideraciones establecidas en el Reglamento Nacional de Edificación (RNE), es necesario realizar un análisis estructural de las estructuras para cumplir con los requisitos. Lo dispuesto en la Norma E.031, La Norma E.030 de la Norma Técnica Nacional (NTP) exige el uso de un espectro de diseño para determinar la magnitud de las cargas distribuidas de manera permanente, las sobre cargas o vivas y las fuerzas sísmicas a las que están expuestas en su periodo de vida.

2.2.4. Análisis estático (fuerzas horizontales equivalentes)

Con el propósito de garantizar el cumplimiento de las disposiciones establecidas en la Norma E.030, las tensiones sísmicas deben representarse mediante una serie de energías de fuerzas sometidas en el centro de la masa en cada piso del sistema



estructural de la construcción. Para cumplir con esta obligación regulatoria, se utiliza esta estrategia.

El Artículo 19 de la Norma E.030, que se encuentra en la página 9, este enfoque se puede utilizar para investigar esfuerzos sísmicos en zonas sísmicas que se clasifican como normales y tienen una altura que no excede los treinta metros.

2.2.5. Análisis dinámico del modelo estructural

2.2.5.1. Análisis dinámico modal espectral de respuesta sísmica

El cumplimiento del código de la Norma E.030 es fundamental para poder desarrollar de manera correcta la aplicación del espectro de respuesta sísmica para el diseño de edificaciones con sistemas estructurales convencionales. El espectro elástico y el espectro inelástico se separarán del espectro de diseño para futuras investigaciones. El desarrollo para poder realizar el diseño espectral modal de respuesta sísmica, donde se aplica el espectro de respuesta inelástica. Para considerar el coeficiente de reducción sísmica, denotado por R , representa el intervalo de parámetros de diseño, un estadístico que indica la diferencia entre estos dos espectros, se ve influenciado por diversas variables. Estos factores incluyen el tipo de sistema estructural utilizado y las imperfecciones intrínsecas del edificio. El parámetro que se muestra en la página 14 puede utilizarse para calcular este intervalo de parámetros de diseño sísmico.

2.2.5.2. Análisis dinámico tiempo – historia del modelo estructural

Núñez (2017) afirma que, para realizar análisis de historial temporal, es esencial utilizar ambos componentes horizontales de los datos del acelerograma. Es fundamental seleccionar y evaluar estos componentes según su idoneidad. El registro



de al menos tres pares de eventos sísmicos servirá de base para esta investigación (p. 15).

2.2.5.3. Periodo fundamental de vibración (T)

Neyra (2019) define la longitud de movimiento de una estructura como el tiempo necesario para que la estructura se mueva hacia y desde el mismo punto de origen. El período es el punto en el tiempo que marca la conclusión de un ciclo. Además, la duración necesaria para completar un ciclo será constante en todas las condiciones, independientemente de la distancia recorrida.; siempre será el mismo. Dos factores, la masa y la rigidez del elemento (columna)— determinan el período. Además, el período está determinado por la posición de la masa, lo que significa que las estructuras altas tendrán un período más largo, pero los edificios de baja altura tendrán períodos más cortos (p. 16). Esto se debe a que los períodos se ven influenciados por la ubicación de la masa.

2.3. Normatividad E.030

La base fundamental de la normativa de aplicación obligatoria se basa en conservar la vida humana y disponer de construcciones con todas las condiciones de seguridad estructural es la filosofía con la cual fue fundamentada dicha norma.

2.3.1. Principios y fundamentos del diseño sísmico

La idealización del fundamento de la norma se basa bajo los siguientes principios fundamentales:

- a. Ningún tipo de pérdidas humanas.
- b. No debe haber interrupción de la atención de los servicios esenciales.
- c. Minimizar daños estructurales.



2.3.2. Consideraciones geotécnicas para el análisis

Las consideraciones geotécnicas del suelo o el terreno están dispuestas en la literatura de la norma de diseño sísmico, que son consideradas para realizar los análisis del comportamiento estructural ante eventos sísmicos de manera de evaluar su desempeño. Además de ello se debe considerar el perfil del suelo de acuerdo a las condiciones geotécnicas donde se encuentre anclada la estructura por medio de un estudio de refracción sísmica para estos casos, que es una prueba que permite analizar la propagación de la onda sísmica en el subsuelo.

2.4. Consideraciones de la norma E.031

2.4.1. Desarrollo de los aisladores a lo largo de la historia

Además, debido a su eficacia exponencial en la protección de edificios durante eventos sísmicos, el aislamiento sísmico se ha empleado ampliamente en los últimos quince años, como mencionan Korswagen et al. (2012). El aislamiento sísmico se desarrolló por primera vez hace cien años.

2.5. Dimensionamiento previo de los elementos estructurales

De manera preliminar según la distribución estructural se procede al pre-dimensionamiento de los elementos estructurales del modelo estructural, según las recomendaciones de la literatura de diseño en concreto armado.

2.5.1. Losa aligerada en una dirección

Para el dimensionamiento previo de la losa se considera la siguiente condición para determinar el espesor de la losa según las condiciones de carga definidas para el análisis posterior:

Si: $L1/L2 \leq 2$ losa en 2 sentidos



2.5.2. Dimensionamiento previo en elementos de vigas

Las normas técnicas peruanas estipulan que las vigas, integradas en un marco estructural, deben tener un ancho mínimo de 25 centímetros, con un requisito de altura mayor. También se pueden insertar vigas de menor ancho, siempre que no generen estructuras.

Blanco (1994) presenta las ecuaciones para el pre-dimensionamiento de vigas principales utilizando las expresiones matemáticas planteadas para determinar estas dimensiones.

2.5.3. Dimensionamiento previo en elementos de columnas

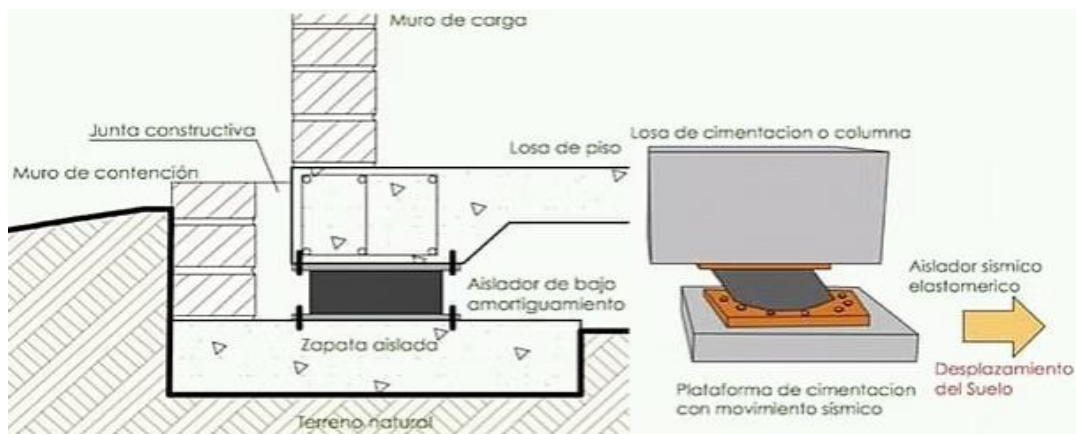
El predimensionamiento de los elementos estructurales de columnas asume que las condiciones prácticas descritas en Morales (2006) son suficientes para determinar estas dimensiones. Morales recomienda utilizar la ecuación que se presenta en la literatura de su bibliografía para determinar las dimensiones previas de la sección de la columna.

2.6. Concepción del aislamiento sísmico en la base

La norma (E.031) describe los componentes estructurales de los aisladores, así como los componentes responsables de transferir fuerzas a los diferentes componentes del dispositivo de aislación sísmica. Estos componentes incluyen elementos de vigas y losas, así como sus enlaces. El dispositivo de aislación sísmica está integrado por varios componentes, de los cuales son denominados un conjunto del sistema. El cumplimiento de los dispositivos de contención de fuerzas, los equipos que disipan la energía y los dispositivos de contención de las derivas que se incluyen en esta categoría depende de que cumplan con los estándares básicos de diseño establecidos en la norma sísmica (pág. 67).

Figura 1

Disposición Del Sistema De Aislación Sísmica



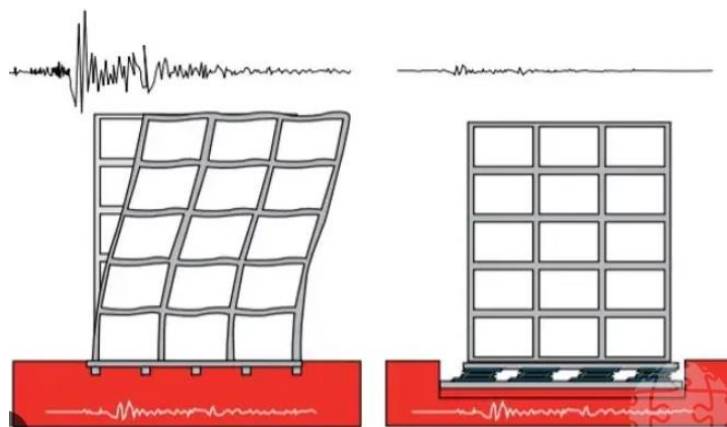
Nota. Suntaxi, T. J. L. (2019). "Análisis De Un Edificio Con Aisladores De Base"

2.6.1. Elementos sísmico del sistema de aislación

Tipanluisa (2017) proclama que la premisa fundamental del aislamiento sísmico es garantizar que la vida útil primaria de la estructura pueda soportar las fases más severas de un sismo. Esto se logra ofreciendo flexibilidad horizontal en la cimentación del edificio. Existen diversas condiciones en las que la incorporación de flexibilidad para acelerar el tiempo requerido resultará en una elevación del nivel de desplazamiento relativo. Por consiguiente, mejorar el amortiguamiento es crucial para minimizar los desplazamientos (p. 1).

Figura 2

Desempeño del dispositivo del aislador HDRB

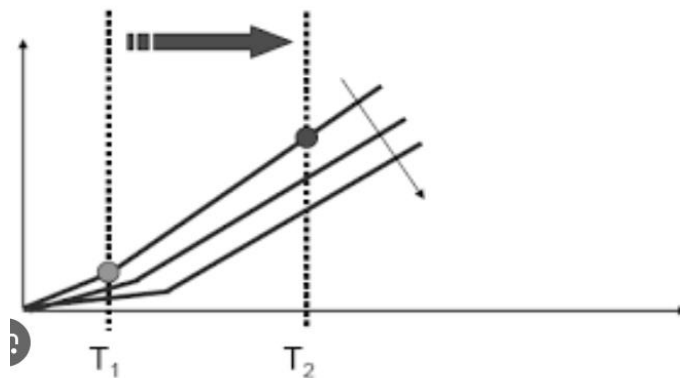


Nota. Korswagen, Arias y Huaranga (202). "Aisladores Sísmicos"

En su estudio de 2012, Korswagen, Arias y Huaranga descubrieron que la incorporación de aisladores en el proceso de construcción resultaría en una reducción en la magnitud de las fuerzas sísmicas. Esta es la inferencia derivada de sus resultados. Esto se debe a que el período de vibración puede alterarse, lo cual es posible gracias a la flexibilidad de la estructura. A medida que aumenta la flexibilidad estructural, se prevé una reducción correspondiente de la aceleración espectral dentro del edificio, lo que conlleva una disminución proporcional de las fuerzas sísmicas ejercidas. En contraste con la cimentación de una estructura sin aislamiento, la cimentación de una estructura con aislamiento muestra una disminución en su rigidez estructural, lo que conlleva mayores desplazamientos en la estructura aislada. Esta es una característica adicional significativa. Este valor debe controlarse, esto se debe a que tanto los componentes estructurales como los no estructurales pueden sufrir daños cuando existe un desplazamiento relativo considerable entre niveles. Por ello, es esencial gestionar este parámetro. En consecuencia, su regulación es fundamental. Por lo tanto, en ciertas circunstancias, se utiliza un sistema que incorpora amortiguadores para maximizar la efectividad de los aislantes. La restricción de este movimiento resultante de un mayor amortiguamiento también se ilustra en la Figura 8. (página 16).

Figura 3

Fundamento del aislamiento sísmico en la base - espectro de aceleración



Nota: Korswagen Y otros, (2012).



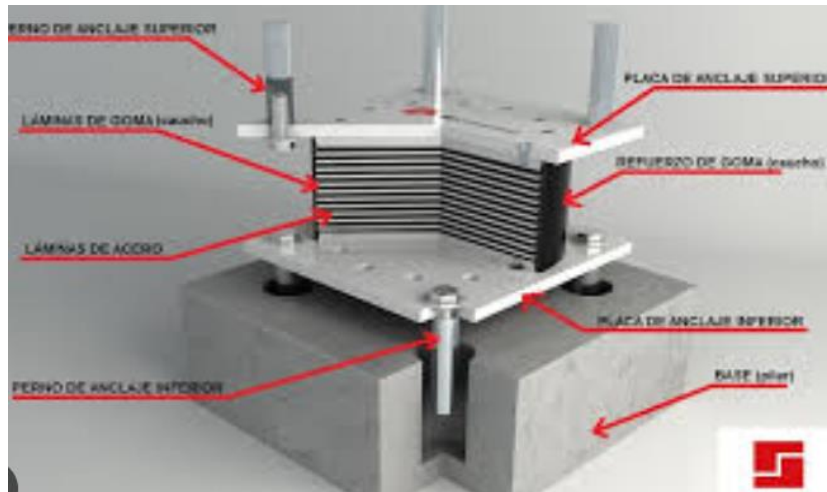
2.6.2. Clases de dispositivos de aislación en la base

Existen numerosas clasificaciones de aislantes de base, según Suntaxi (2016), cada una con características únicas. Los componentes que conforman estas características incluyen los materiales con los que están contruidos, sus propiedades, procesos, precios, investigación teórica y los tipos de estructuras más adecuados para sus diversas aplicaciones. Todos estos aislantes de base, por otro lado, cumplen la misma función: desconectar la estructura de la tierra a la que está conectada. En la página 19, el objetivo de este trabajo de investigación es brindar una explicación general de los tres tipos básicos de aisladores de base que se encuentran habitualmente en el mercado actual.

2.6.2.1. Dispositivos de Aislación Elastomérico de Alto Amortiguamiento

(HDR)

Una de las observaciones de Quispe (2018) fue que el dispositivo de aislación de alto amortiguamiento elimina la necesidad de un núcleo de plomo, ya que proporciona una funcionalidad equivalente a la de este tipo de dispositivo de aislación sísmica. Donde la producción de los dispositivos de aislantes elastoméricos con características de alta amortiguación (HDR), que se intercalan entre láminas de acero, requiere el uso de caucho tratado con aditivos. Estos aditivos pueden consistir en lubricantes, carbono en polvo, las resinas, los polímeros u otros componentes permiten que el caucho proporcione de forma autónoma una mejor amortiguación. Se coloca una placa de acero sobre las superficies superior e inferior del núcleo con fines regulatorios. Según la página 71, la amortiguación de este tipo particular de aislante se sitúa entre el 10 % y el 20 % para deformaciones angulares inferiores al doble del valor 2.

Figura 4*Elementos del Dispositivo Aislador Tipo HDRB*

Nota: Korswagen, Arias y Huaranga (202). "Aisladores Sísmicos"

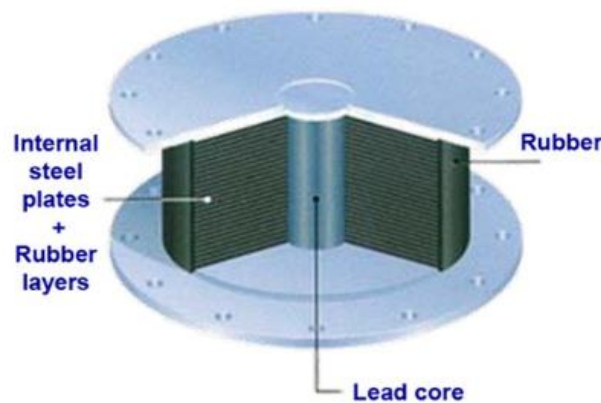
2.6.2.2. Dispositivo de aislación elastomérica con núcleo de plomo

Son conceptualizados como dispositivos de protección ante acciones sísmicas compuestos por capas de placas de material de caucho y materiales metálicos. Esta información se proporciona en la página titulada "Sistemas de Aislamiento Dinámico", publicado en 2007. El caucho contenido en el interior del aislante funciona como un resorte. Lateralmente, son bastante lisos, pero verticalmente, son muy gruesos e inflexibles. Las delgadas capas de caucho reforzadas con cuñas de acero contribuyen a la mayor rigidez vertical de la construcción. Elemento aislante puede moverse lateralmente con mínima rigidez y soportar tensiones axiales significativas gracias a su alta rigidez vertical. La amortiguación la proporciona el núcleo de plomo, que sufre una deformación plástica en respuesta al movimiento lateral del aislante durante un sismo (p. 7).

El porcentaje de amortiguamiento puede oscilar entre el 15 % y el 35 %. Este aumento se atribuye a la construcción de aislantes de fricción lineal, o LRB, que incluyen un núcleo de plomo (p. 6).

Figura 5

Tipo de Aislador Lead Rubber Bearing - LRB



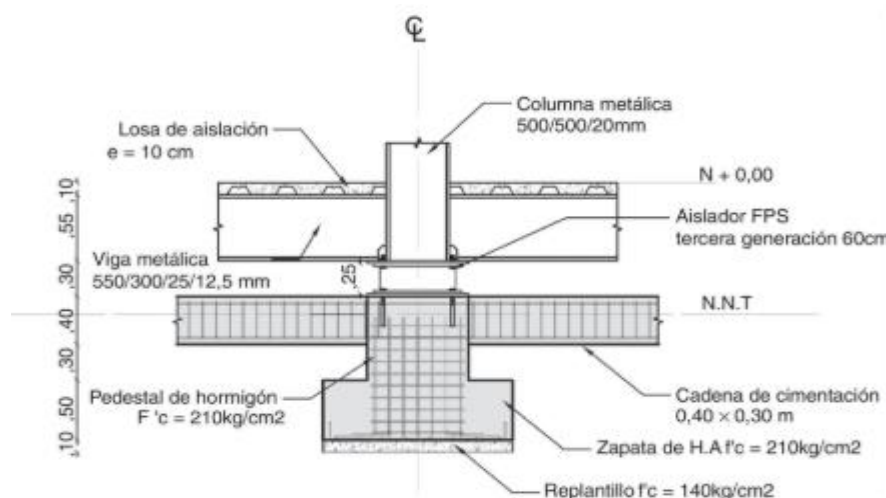
Nota. Medina M. G. M. & Choque, C. J. T. (2017)

2.6.2.3. Aisladores De Péndulo Friccional (F.P.S)

Suntaxi (2016) describe los dispositivos de los aisladores de fricción como mecanismos de deslizamiento que utilizan en la superficie, generalmente de acero inoxidable. Mediante un mecanismo deslizante y un efecto péndulo, se logra crear la sensación de aislamiento. Se utiliza una superficie cóncava de acero inoxidable para mover una corredera articulada, componente de este dispositivo (pág. 29).

Figura 6

Esquema del funcionamiento y detalles internos de un aislador FPS.



Nota: (Suntaxi, 2016)



2.7. Tipos de análisis de diseño - estructuras aisladas e.031

Existen dos procedimientos analíticos únicos descritos en la Norma Peruana E.031, relativa a la configuración de estructuras aisladas. Las siguientes secciones ofrecen una descripción más detallada de estas técnicas.

2.7.1. *Análisis de fuerzas estáticas*

El enfoque de fuerza estática similar, cuyos detalles se incluyen en la Norma E-0.31, demuestra su idoneidad para la construcción de estructuras de aislamiento sísmico, siempre que se cumplan ciertos parámetros. El enfoque que se utilizará para lograr este propósito es la evaluación de los límites máximos y mínimos de las características de los dispositivos de aislación sísmica. Para su comodidad, en seguida, se describe por completo de todas las circunstancias potencialmente peligrosas.

2.7.2. *Análisis dinámico*

Mediante el análisis de historial temporal, la Norma E-0.31 facilita el diseño de edificios diseñados para aislarse de la actividad sísmica. Además, se debe ejecutar el diseño de cualquier edificación que incluya aislamiento sísmico y no cumpla con los criterios descritos en el Artículo 18, Sección 18.1 de esta Norma Técnica. Es esencial que los resultados utilizados en el diseño de componentes estructurales, bajo ninguna circunstancia, ser inferiores a los derivados del análisis modal espectral dinámico.

Cuando cumplen con todas las especificaciones indicadas en las secciones del Artículo 17 de la Norma E.031 (página 74), se puede utilizar el análisis modal de espectro de respuesta sísmica en el diseño estructural con dispositivos de aislamiento sísmico. Esto es así siempre que se cumplan los criterios.



2.8. Sistemas estructurales

2.8.1. Estructuras con sistemas de concreto armado

Son definidos bajo las consideraciones del (RNE) que tiene la responsabilidad de garantizar que todos los componentes del sistema estructural de hormigón armado sismorresistente puedan cumplir con los requisitos que están definidos en las disposiciones establecidas en el código de la Norma E.060.

2.8.1.1.Sistema de Pórticos

Es necesario que las columnas del pórtico reciban al menos el ochenta por ciento del esfuerzo cortante generado en la base. Si existen muros estructurales, estos se construyen de tal manera que, gracias a su rigidez, puedan soportar una parte de la fuerza sísmica total.

2.8.1.2.Muros Estructurales

Un sistema en el que los muros estructurales son la principal fuente de resistencia sísmica, además, estas están sometidas a al menos el 70% del esfuerzo cortante ejercido en la base.

2.8.1.3.Sistema Dual

Para ofrecer resistencia a los impactos de la actividad sísmica, los muros y pórticos estructurales trabajan conjuntamente para crear esta resistencia. Para poner esto en perspectiva, la energía de corte que absorben los muros en la parte de la base del sistema estructural puede variar entre más del 20 % y menos del 70 % de la fuerza cortante total.



2.8.1.4. Muros de Ductilidad Limitada (EMDL)

Una característica destacada de estas construcciones es su sistema estructural, que consiste en la ausencia de extremos restringidos y la organización del refuerzo vertical en una sola capa. Este sistema es lo que confiere a las estructuras su aspecto distintivo, además de proporcionar resistencia a la actividad sísmica y a la gravedad mediante muros de hormigón armado de menor espesor. Es posible construir un máximo de ocho plantas con esta técnica.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Aspectos metodológicos de la investigación

Los aspectos metodológicos considerados para el desarrollo de trabajo de investigación en sus distintas fases desarrolladas, para lograr los objetivos planteados, son descritos a continuación:

3.1.1. *Diseño de la investigación*

El diseño que se ha considerado es no experimental transversal, establecido según la naturaleza de la investigación.

3.1.2. *Tipo de investigación*

De acuerdo a las consideraciones metodológicas de la investigación para este trabajo de investigación se define que el tipo de investigación es Aplicada.

3.1.3. *Nivel de la investigación*

De la literatura recomendada se ha podido llegar a definir que la investigación se encuentra en un nivel descriptivo, en el cual se desarrollara la descripción de los sistemas de aislación sísmica buscando un interés en el desempeño de estructuras de concreto.



3.1.4. Enfoque de la investigación

Para el desarrollo de la investigación en todas sus etapas, se ha trabajado con un enfoque cuantitativo.

3.1.5. Técnicas e Instrumentos

3.1.5.1. Técnicas

La técnica se basa en el desarrollo y el planteamiento de modelos matemáticos para evaluar el comportamiento sísmico con la implementación de aisladores sísmicos en la base considerando los códigos de las normas para el planteamiento estructural de una edificación.

3.1.5.2. Instrumentos

Para la etapa de gabinete, la investigación utilizará las siguientes herramientas y datos para recopilar la información necesaria, donde se realiza la recopilación de antecedentes de la investigación, para posteriormente desarrollar el modelamiento asistido en computadora con el uso del software ETABS 2020 V1, para posteriormente realizar la edición, el análisis y procesamiento de resultados.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

La población considera como el universo de la investigación, son las edificaciones de concreto de categoría esencial con sistema estructural del tipo dual según la norma de diseño sismorresistente E-030, de donde se podrá definir la muestra representativa.



3.2.2. *Muestra*

Para la muestra se ha considerado en planteamiento de una edificación de concreto de sistema estructural tipo dual, edificación considerada como esencial según el código de la norma E.030, con la implementación de dispositivos de aislación sísmica en la base de características de alto amortiguamiento, estructura que está conformada por 7 pisos con altura variable de 2.9 m de entrepiso que cuenta con ascensor.

3.3. **Procedimiento de diseño estructural**

Dicha versión 1.1 Etabs de 2020 se utilizará para el análisis sísmico y el modelado estructural. Se asignarán datos precalculados que abarcan el predimensionamiento, la gravedad específica de los materiales utilizados, la investigación incluirá la disposición de las cargas junto con otros datos significativos

3.3.1. *Definición de parámetros para el modelamiento*

La posterior disposición es esencial para definir con precisión los materiales que se utilizarán en el método de modelado para cimentaciones aisladas, embebidas y fijas.

Para el concreto se ha considerado las siguientes disposiciones:

1. Resistencia a la compresión: 280 kg/cm²
2. Módulo elástico del concreto: 2509980 Ton/m²
3. Peso unitario del concreto: 2.4 Ton/m³

Para el acero se ha considerado las siguientes disposiciones:

1. Fluencia del acero: 4200 kg/cm²
2. Módulo elástico del acero: 2×10^6 kg/cm²

3.3.2. *Metrado de cargas*

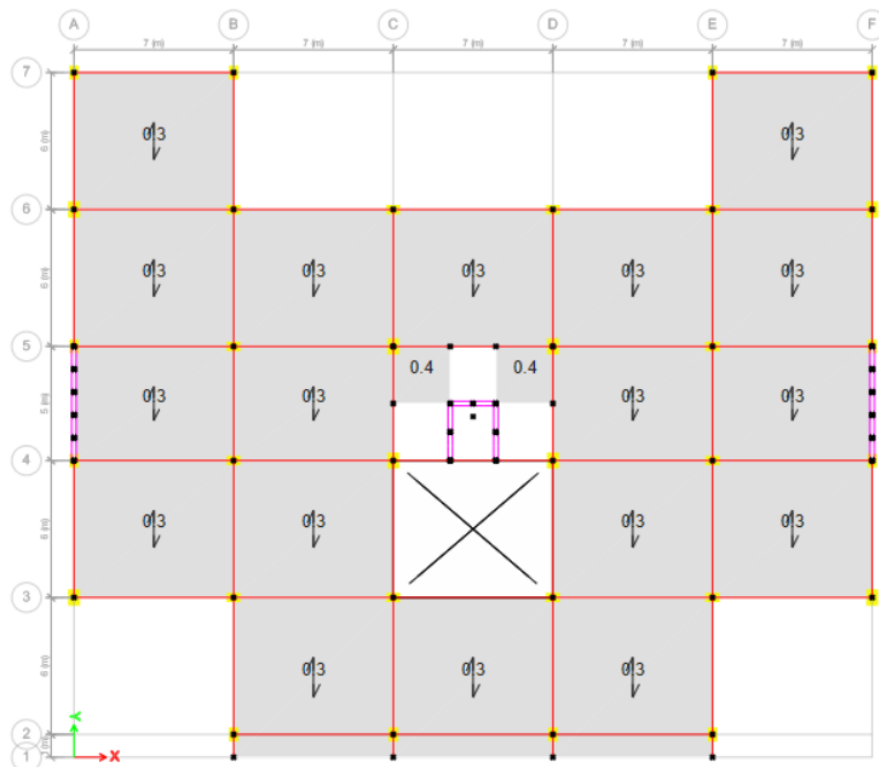
Se tendrán en cuenta diversas consideraciones durante el cálculo de la medición de cargas, que se realizará de acuerdo con la Norma Nacional de Construcción E-0.20. Al realizar este procedimiento, se considerarán las cargas vivas (LL) y las cargas muertas (DL).

3.3.2.1. Cargas vivas (CV)

La sección 6.1 de la Norma E.020, exige que una clínica, definida como hospital, evalúe su carga útil (espacio habitable). Esta evaluación debe incluir la ocupación de las habitaciones, excluyendo los muros móviles. Además, esta determinación se realizará de acuerdo con las normas. Dicho de otro modo, la superficie habitable se determinará por el número de personas que ocupan cada habitación.

Figura 7

Cargas De Servicio Del Modelo Estructural



Nota. Sistema Estructural - Etabs 2020 v1.1

3.3.2.2. Carga viva para techo

Según la información proporcionada en el Artículo 7.1 del Capítulo 3 de la Norma de Carga E-020, la carga útil que se aplicará a la cubierta (superficie habitable) corresponderá a lo siguiente:

Tabla 1

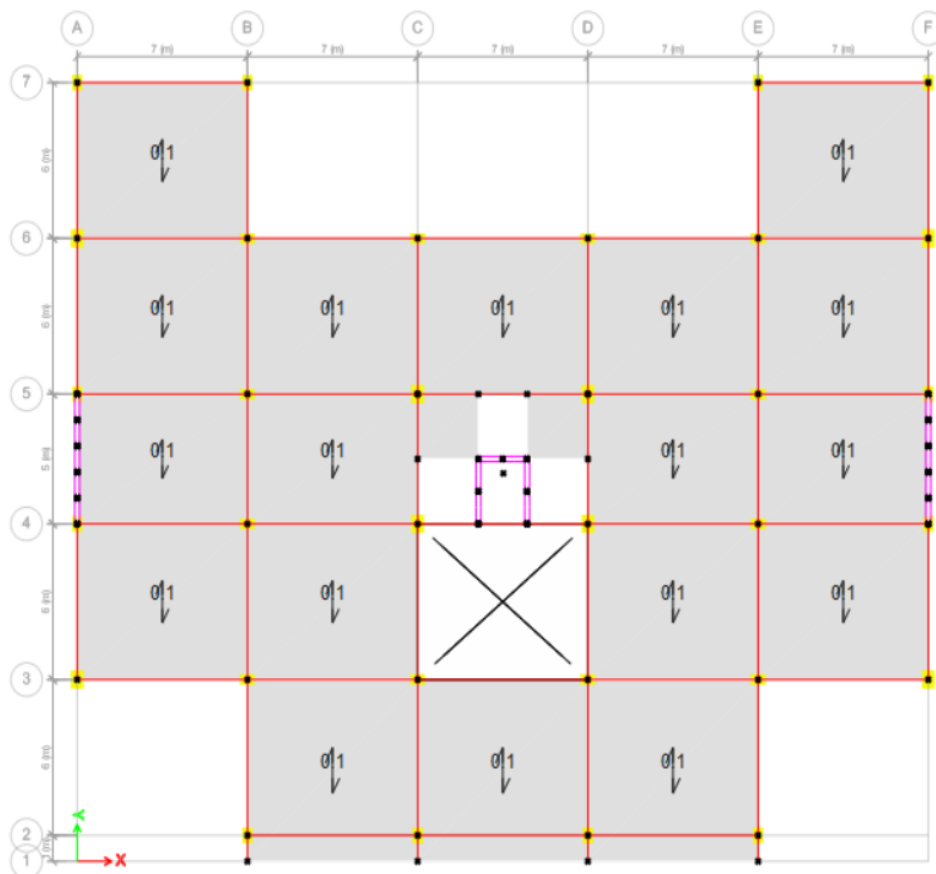
Techos Con Inclinación Hasta De 3° Con Respecto A La Horizontal

Pesos unitarios	kg/m ²
Inclinación hasta de 3°	100

Nota. Norma E.020 – Cargas

Figura 8

Carga Para Techo Con Pendiente De Hasta De 3°



Nota. Modelo Estructural - Etabs 2020 v1.1



3.3.2.3. Cargas muertas (CM)

Para considerar las cargas permanentes, estos son los aspectos que establece la norma de carga E.020, donde considera para acabados y tabiquerías una carga de 100 kg/m².

3.3.3. *Parámetros fundamentales para el diseño sísmico de edificaciones*

3.3.3.1. Factor de zona "Z"

En el gráfico del mapa sísmico del Perú revela que el sismo de Juliaca se produjo en la Zona 3, como se muestra en dicho mapa, con una aceleración horizontal máxima de 0,35 g. Esto se basa en su mapa sísmico.

3.3.3.2. Perfil De Suelo "S"

La Norma NTP E-030 exige la evaluación del perfil del suelo según lo descrito en el Artículo 13, se tiene en cuenta para calcular el factor de suelo, denotado con la letra R. Para llevar a cabo esta actividad, se trabajará con un factor de suelo S2 con un valor de 1,15 para el parámetro S.

3.3.3.3. Parámetros de Sitio "S, TP y TL"

Catálogo Ilustrado a continuación demuestra que un período corto, denominado período dominante, es comparable a un período largo. Esto concuerda con la norma E-030. En el caso de un perfil de suelo de tipo S2, esta es la situación.

Donde se han establecido los siguientes casos:

T_P (s): 0.6 Período corto.

T_L (s): 2.0 Período largo.

3.3.3.4. Periodo fundamental de la estructura

Con la fórmula dispuesta en el código de la norma E.030, se puede determinar la duración del tiempo con antelación del sistema estructural, con los datos de la altura de la edificación y el coeficiente del sistema estructural.

Tabla 2

Clases de Disposición de Sistema Estructural

	Las edificaciones susceptibles a este fenómeno incluyen
CT = 60	las construcciones de mampostería, las edificaciones de concreto con doble refuerzo, muros robustos e inflexibles.

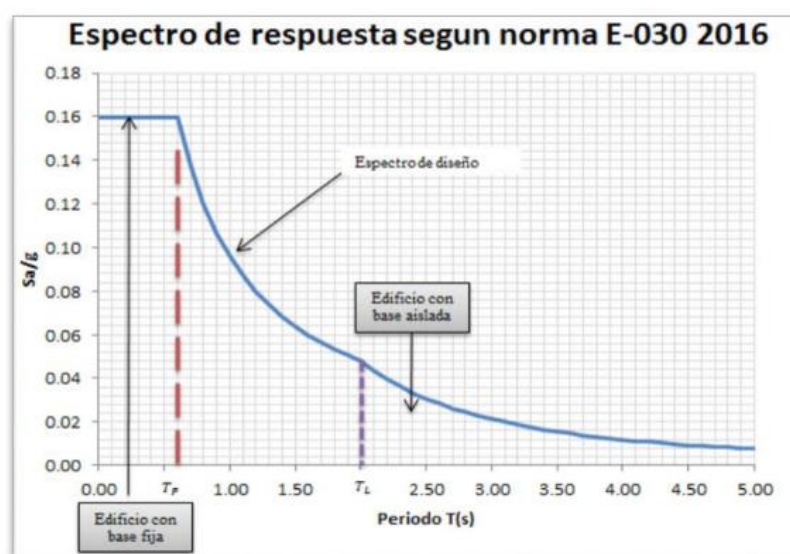
Nota. E.030 "Diseño Sismo resistente".

3.3.3.5. Factor de amplificación sísmica (c)

El decimocuarto punto es obligatorio para la Norma E-030 – 2018, que establece que el período "T" se definirá según las características del suelo, los siguientes son algunos términos que definen la letra "C".

Figura 9

Factor De Amplificación Sísmica – Espectro De Diseño



Nota. Medina M. G. M. & Choque, C. J. T. (2017)



3.3.3.6. Coeficiente de amplificación sísmica (C)

Inicialmente, examinaremos la siguiente condición:

$$T < T_p ; \text{ Por lo tanto, } C = 2.5$$

3.3.3.7. Factor de uso (u)

El código E.030 de la norma, indica que el factor puede representarse como (U=1) se designa como uno para construcciones con aislamiento sísmico de base, aunque diseñadas de forma distinta.

Edificios clasificados como primera categoría de Nueva Construcción tienen esta cimentación. Al estar equipada con aislamiento sísmico. Debido a que se especifica un factor de uso unitario en las zonas sísmicas 4 y 3, se considerará el valor $U = 1$.

3.3.3.8. Clase de sistema estructural

El método de cálculo se basará en las fuerzas asignadas a los componentes estructurales de la construcción propuesta. Para cumplir con los requisitos de esta tesis, se estableció que el sistema de muros en cuestión tenía componentes de un sistema estructural dual considerando un coeficiente de reducción igual a 7.

3.3.3.9. Configuración del sistema estructural

Para garantizar el cumplimiento de la aplicación de la norma E.031, los materiales aislantes técnicos deben comportarse de acuerdo con los criterios de regularidad del sistema estructural establecidos en el código E.030 de la norma, para el desarrollo del análisis con los parámetros de la norma E.030.

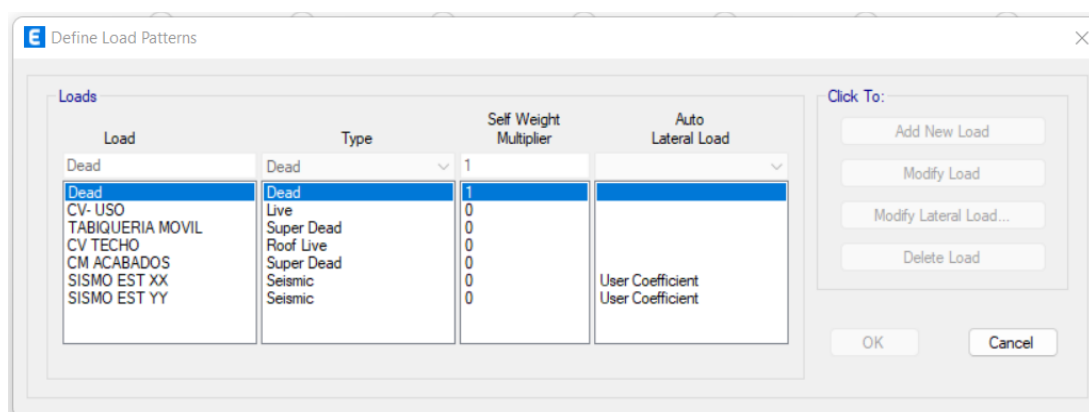
3.4. Desarrollo del análisis estático de la estructura con base fija

3.4.1. Descripción del modelamiento de la estructura

- El sector de salud privado con una superficie de techo de 748,9311 metros cuadrados por planta se encuentra entre los proyectos propuestos que se consideran para construir en el plan.
- Las secciones de la estructura, así como las características de los componentes estructurales, se documentan para simular la estructura. Estos elementos incluyen elementos de pórtico para las columnas y vigas, elementos de muro para los muros estructurales y un elemento nervado para la losa como elemento portante.
- Mediante el uso del coeficiente de cortante basal calculado previamente, se especificaron las disposiciones de carga sísmica en ambos sentidos en el programa Etabs.

Figura 10

Casos De Carga Para El Sismo Estático



Nota. Aplicación del Software - Etabs 2020 v1.1

Cada nivel de la construcción tiene sus propios diafragmas, lo cual es un factor importante a considerar, además de los brazos rígidos para discretizar las losas y la fuente de masa, considerando los siguientes factores:

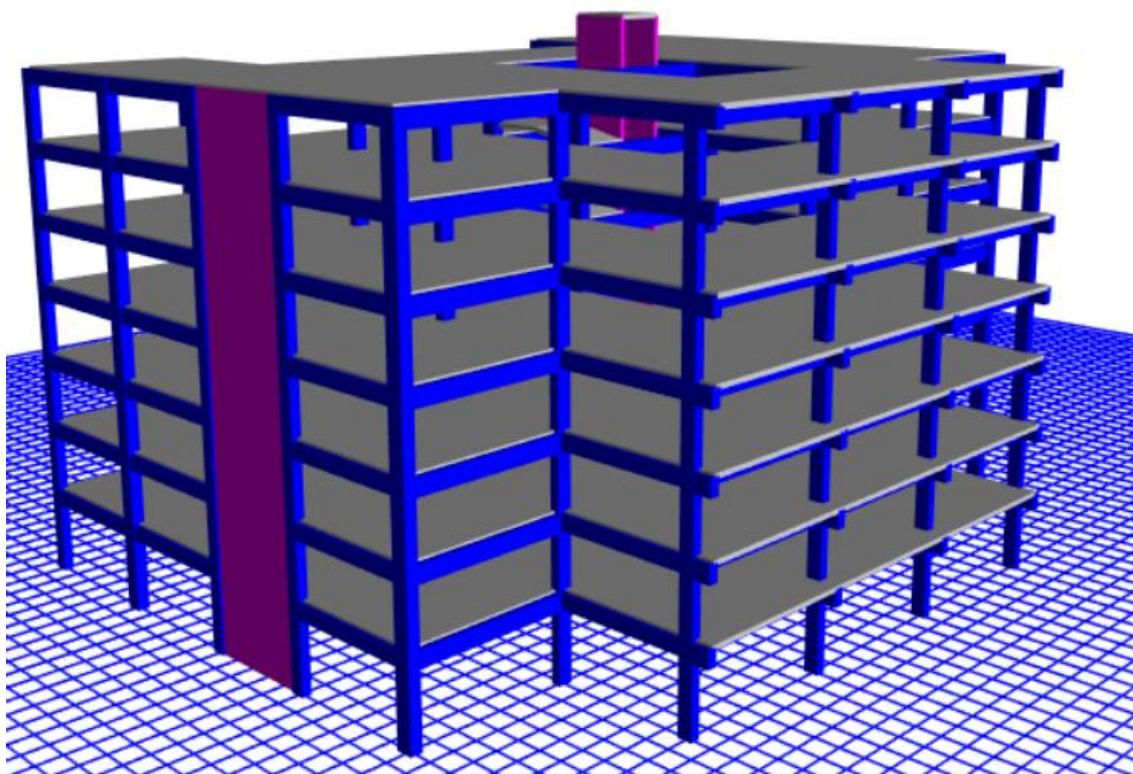
$$100 \% \text{ CM} + 50 \text{ CV} + 50 \% \text{ CT}$$

Estas especificaciones pueden utilizarse para obtener los conceptos de E.030 es la carga sísmica de la norma. Para realizar cálculos adicionales, esta información será fundamental, ya que permitirá al ordenador realizar predicciones más precisas sobre los resultados. Esto se debe a que el programa puede operar con componentes finitos.

En la siguiente ilustración, se presenta una perspectiva tridimensional de la construcción con cimentación fija.

Figura 11

Vista Tridimensional Del Modelo de la Estructura con Base Fija



Nota. Modelo estructural, Elaboración propia ETABS V.20.1.1



- Las características estructurales deben cumplir con la Tabla n.º 10 de la Norma E.030. El gráfico se desprende que las edificaciones de clase A1 y A2, que estén ubicados en las Zonas 4, 3 y 2, son representativos. Los requisitos de la Norma E.031 se calcularán como parte de este proyecto para lograr este objetivo.

3.5. Control de regularidad estructural de la edificación

3.5.1. Irregularidad de rigidez – piso blando

E-030 es la Norma que define una irregularidad en los ejes X e Y de un piso como una condición en la que los pisos superiores presentan rigidez lateral inferior al setenta u ochenta por ciento de la rigidez media de los tres pisos adyacentes a la mayor altura. Los ejes X e Y del piso presentan una discrepancia de acuerdo con la Norma Técnica E-030. La descripción en cuestión se encuentra justo encima de la descripción en cuestión. Para determinar si existe irregularidad, se aplicará un factor de irregularidad de $I_a = 0,75$. La técnica utilizada para evaluar esta anomalía consiste en calcular la fuerza cortante de la viga y dividirla se han movido entre sí

3.5.2. Irregularidad de resistencia – piso débil

Esto se debe a la resistencia al corte de un piso cuando es menor al 80% de la resistencia al corte del piso superior, se trata de un ejemplo de irregularidad de resistencia, según lo estipula la Norma E-030 de 2018. Esto puede ocurrir en cualquier momento y en cualquier dirección analítica.

3.5.3. Irregularidad de rigidez extrema – piso blando

Esta irregularidad se produce cuando la rigidez lateral de un piso llega a ser menor al 60% de la rigidez del piso superior o al 70% de la rigidez promedio de los tres pisos adyacentes. Independientemente del marco analítico, esto sigue siendo una posibilidad.



Para determinar el valor de la rigidez lateral en un piso, es necesario examinar su fuerza de corte y el desplazamiento correspondiente bajo tensión uniforme. La rigidez lateral de un material se determina entre el desplazamiento y la fuerza de corte del centro de masas. Usted posee rigidez lateral. Esto se realiza para evaluar la rigidez lateral del material.

3.5.4. Irregularidad extrema de resistencia

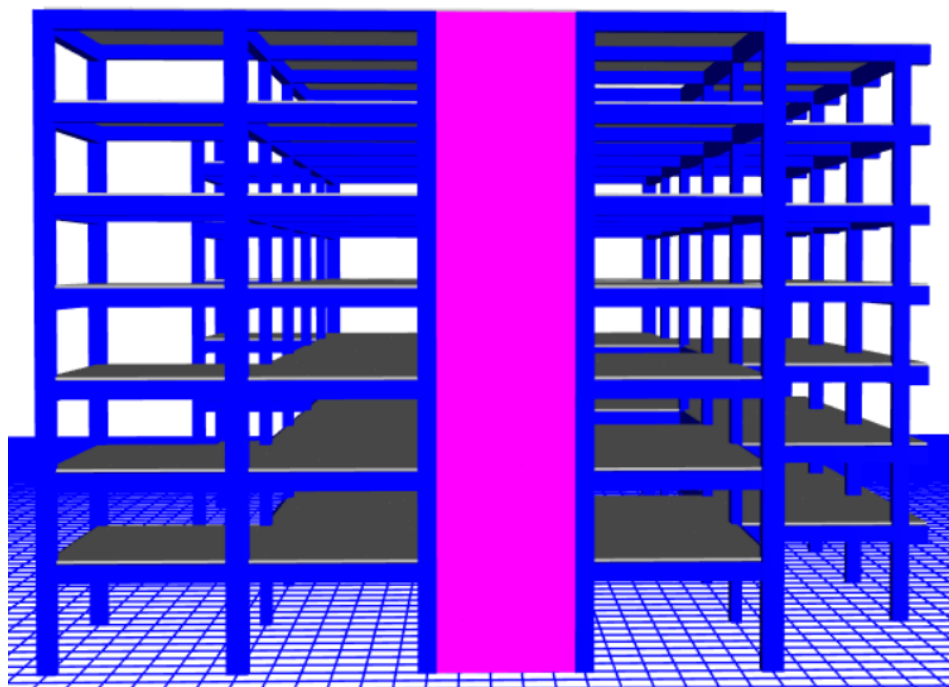
El estudio del código E.030 de la norma, es comparable a una evaluación rigurosa de anomalías de resistencia. Menos del 65 % de la resistencia al corte del nivel superior es atribuible a la resistencia. Las dos plantas varían únicamente en este aspecto.

3.5.5. Irregularidad por discontinuidad en los elementos resistentes

Un componente que contribuye con más del 10% de la fuerza de corte presenta desalineación vertical como el resultado de una modificación en la orientación o un desplazamiento del eje que excede el 25% de sus dimensiones relevantes; en ese caso, se dice que la estructura es irregular. Esto cumple con la Norma E-030, creada en 2018. Durante el estudio, se descubrió que la estructura contaba con un sistema de muros compuesto por componentes verticales que se extendían en la edificación. Por lo tanto, ninguna irregularidad podrá ser atribuido a una discontinuidad en los componentes relacionados con la resistencia.

Figura 12

Continuidad De Elementos Estructurales en el sentido "YY"



Nota. Etabs 2020 v1.1 Modelo Tridimensional Elevación Frontal

3.5.6. Irregularidad por discontinuidad extrema en los sistemas resistentes

Fuerza cortante resistida por componentes discontinuos supera el 25 por ciento de la fuerza cortante total, se establece una irregularidad, según lo estipula la Norma E-030 de 2018. Debido a que no existen componentes discontinuos resistentes al corte en los sistemas resistivos, es imposible lograr una discontinuidad excesiva en estas situaciones.

3.5.7. Irregularidad torsional extrema en planta

La irregularidad torsional se considera grave cuando el desplazamiento en un extremo de la estructura, que incluye la excentricidad, supere en 1,5 veces el desplazamiento promedio en condiciones de carga idénticas ($\Delta Prom$). Este es el caso cuando la excentricidad se considera accidental. La Tabla 9 del documento E-030 de 2018 detalla esta información. Esto se cumple independientemente de la orientación analítica.

3.5.8. Cortante basal (v) obtenido con el software

En la tabla a continuación se puede encontrar una representación del coeficiente de amplificación sísmica y el exponente asociado al período de vibración, peso y esfuerzo cortante basal de la estructura.

Tabla 3

Fuerza Cortante En La Base Para Ambos Sentidos

Name	Ecc Ratio	Top Story	C	K	Weight Used Ton-f	Base Shear Ton-f
S. E. "XX"	0.05	Historia4	0.223611	1.136	4879.65807	1091.1458
S.E. "YY"	0.05	Historia4	0.223611	1.136	4879.65807	1091.1458

Nota. Elaboración propia - Etabs 2020.v1.1

3.6. Desarrollo del análisis dinámico de la estructura con base fija

3.6.1. Aceleración espectral

Se utilizará la ecuación que se muestra a continuación para generar un espectro de pseudoaceleración inelástica. Esta investigación explorará cada dirección horizontal nominal. Para garantizar que esto se realice correctamente, se deben cumplir nuestros criterios de diseño sismorresistente.

Durante nuestra investigación, realizaremos un análisis modal espectral dinámico. Como resultado, se generará un espectro de diseño, con una desviación estándar total de siete mediciones.

3.6.2. Análisis dinámico modal espectral

Se elabora un informe de investigación que examinaron la integración del modelo espectral dinámico pueden utilizarse en el diseño de cualquier estructura, según lo estipula la norma creada para el diseño sismorresistente. Se requiere una inspección completa de la estructura. En este contexto particular, existe una relación entre la masa de la estructura

y su rigidez estructural. El objetivo es prevenir la deformación lateral, la rigidez estructural es responsable de prevenir el movimiento, mientras que la masa es responsable de generarlo.

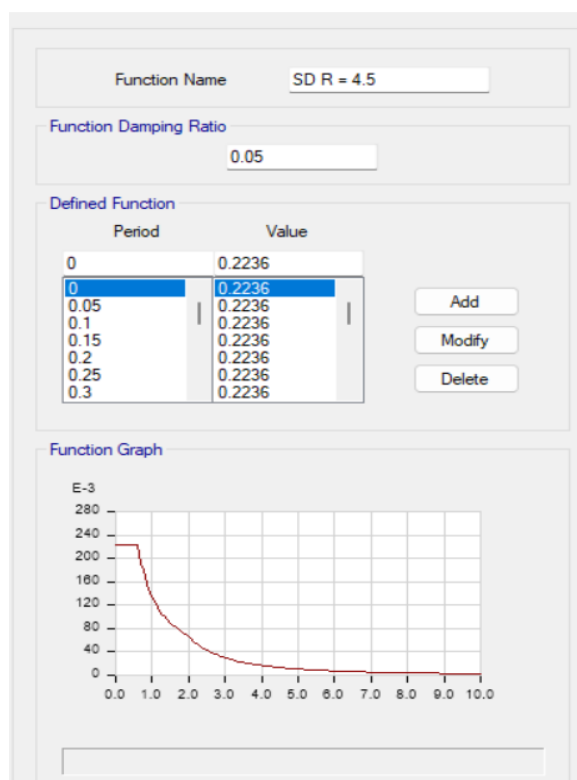
Para el análisis vertical, se requiere un espectro con valores que representen dos tercios del espectro horizontal. El artículo 10.14 de la norma de referencia define los valores C. Puede consultarse allí. En caso de ser relevante, el coeficiente sísmico se determinará mediante la siguiente ecuación, en regiones donde la duración del sismo sea inferior a $0,2 T_p$. Sin embargo, esto sólo es relevante en lugares donde la duración es corta.

3.6.3. *Parámetros para el análisis dinámico del modelo estructural*

Los parámetros para el desarrollo del análisis dinámico del modelo estructural están definidos en el código E.030 de la norma sísmica.

Figura 13

Espectro De Pseudo Aceleración Para El análisis



Nota. Elaboración propia - Etabs 2020 v1.1

Figura 14

Sismo En Sentido Escalado En La Dirección "XX"

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	SD R = 4.5	11.7763
Acceleration	U2	SD R = 4.5	3.5329

Nota. Elaboración propia - Etabs 2020 v1.1

Figura 15

Sismo En Sentido Escalado En La Dirección "YY"

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U2	SD R = 4.5	10.1871
Acceleration	U1	SD R = 4.5	3.0561

Nota. Elaboración propia - Etabs 2020 v1.1

3.6.4. Fuerza cortante mínima

La Norma E-030 de 2018, que es la RNE, establece los requisitos que se enumeran a continuación:

- Importe determinado según el Artículo 25 es del 80 % para edificaciones estándar y del 90 % para construcciones atípicas.

Tabla 4*Fuerza Cortante En Ambos Sentidos Del Análisis Estático*

ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO				
Historia	Caso de Salida	Ubicación	V-X Ton-f	V-Y Ton-f
Historia 1	S. E. XX	Abajo	-1091.1458	0
Historia 1	S. E. YY	Abajo	0	-1091.1458

Nota. Elaboración Del Autor**Tabla 5***Fuerza Cortante En Ambos Sentidos Del Análisis Dinámico*

ANÁLISIS SÍSMICO DINÁMICO INICIAL				
Historia	Caso de Salida	Ubicación	V-X Ton-f	V-Y Ton-f
Historia 1	S. D. XX	Abajo	727.1642	255.129
Historia 1	S. D. YY	Abajo	221.5498	840.6055

Nota. Elaboración Del Autor

3.6.5. Comprobación de cortante mínima

En cuanto a las irregularidades reguladas por la Norma E-031, la fórmula aplicable es la siguiente:

$$V_{Din} \geq 90\% V_{Est}$$

Si no se cumplen los criterios anteriores, la escala debe establecerse mediante un factor de relación entre ellos. En este caso, la estructura analizada se considera convencional.

factor de relación en X-X = 1.20

factor de relación en Y-Y = 1.03

Tabla 6*Análisis Sísmico Dinámico Final – Cumple Condición*

ANÁLISIS SÍSMICO DINÁMICO FINAL				
Historia	Caso de Salida	Ubicación	V-X Ton-f	V-Y Ton-f
Historia 1	S. D. XX	Abajo	872.9158	306.2669
Historia 1	S. D. YY	Abajo	230.0657	872.9166

Nota. Elaboración Del Autor

3.6.6. Control de desplazamientos admisibles - derivas

La norma E-030 de 2018 se utiliza para evaluar los desplazamientos laterales en construcciones convencionales. Este cálculo se basa en el artículo 32 del RNE. Para facilitar el logro de este objetivo, aumente los resultados del análisis elástico lineal en 0,75 R para tener en cuenta la reducción de los esfuerzos sísmicos. El desplazamiento lateral solo se puede establecer después de esta etapa.

En la construcción de un muro estructural, objeto de esta tesis, es fundamental garantizar el cumplimiento estricto de los valores máximos permitidos de deriva. Estas derivas se conocen como distorsión de la losa. Para los fines de esta categorización de materiales, se proporciona una tabla que enumera los valores máximos que se pueden lograr en la construcción de hormigón armado.

Utilizaremos la siguiente ecuación para calcular las derivas de la estructura irregular en examen:

$$\Delta \text{ Inelastico} = R * \Delta \text{ elastico}$$

$$Dr = \text{Desplazamiento relativo} = \frac{\text{Desplazamiento lateral superior}}{\text{Desplazamiento lateral inferior}}$$

El proceso de instalación de la interfaz de aislamiento y sus componentes se lleva a cabo una vez examinadas y cumplidas las normas necesarias.

3.7. Modelado y análisis de la estructura con base aislada

- La interfaz de aislamiento adecuada se construirá sobre la estructura existente de forma permanente, de acuerdo con las especificaciones establecidas para el diseño y

la construcción. Esta interfaz incluirá capiteles, vigas de conexión y una losa rígida. Se prevé realizar nuevamente las evaluaciones de los diseños estático y dinámico. Se realiza una evaluación de la respuesta dinámica estructural para confirmar el cumplimiento de lo dispuesto en el código E.031 de la norma, también conocida como "Aisladores Sísmico". De acuerdo con los requisitos de la Norma E-0.31, que exige que los espectros máximos de diseño se consideren como CMS para el modelado.

- Los dispositivos evaluados cuentan con longitudes de aproximadamente de 1.00 m de diámetro, un metro de longitud y 0,80 metros de altura. Estas especificaciones se basaron en las sugerencias generales de numerosos académicos.

3.7.1. Casos de carga para la interfaz de aislamiento del modelo

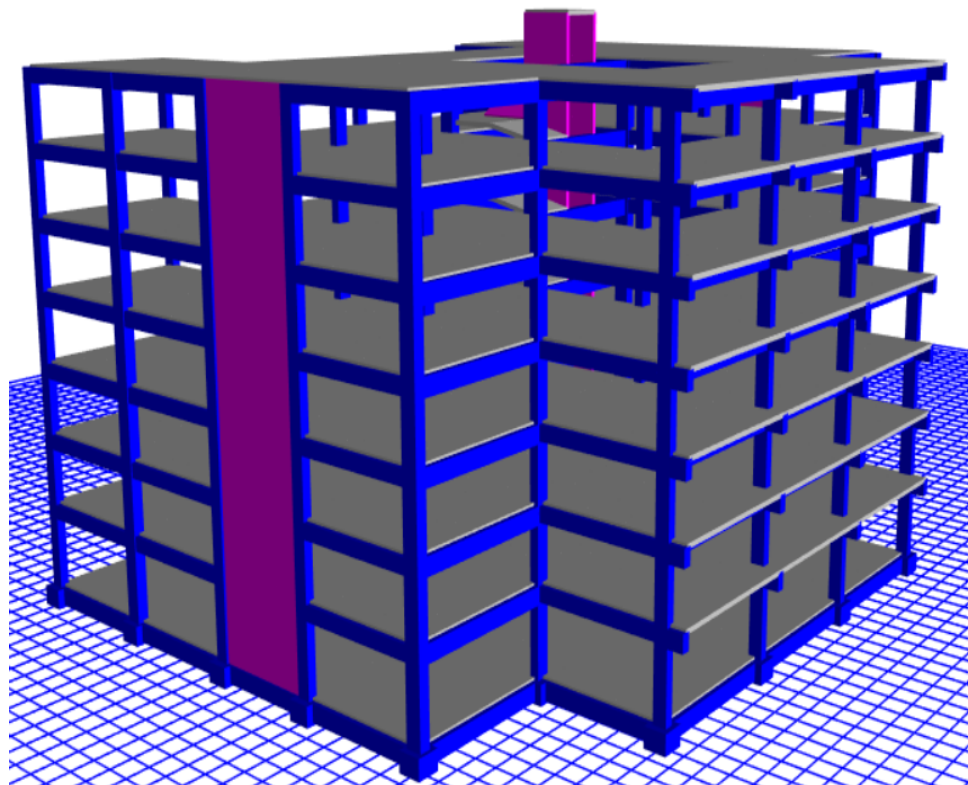
La estructura debe aumentar su masa debido tanto al alto grado de conexión como a las características de aislamiento. Como resultado de la construcción de este nivel, que incluirá capiteles, vigas de conexión y una losa sólida, el peso de la estructura aumentará con el tiempo. Esto será consecuencia de la construcción de este nivel.

Tabla 7

Casos de carga sísmica de la estructura sin interfaz de aislamiento

CASOS DE CARGA	CARGA Ton-f
P. S.	4555.1734
C. M.	3801.2398
C. V.	1512.8667

Nota. Elaboración Del Autor

Figura 16*Estructura con interfaz de aislamiento**Nota.* Modelo Estructural - Etabs 2020 v1.1**Tabla 8***Peso sísmico de la estructura con interfaz de aislamiento*

CASOS DE CARGA	CARGA Ton-f
P. S.	5468.8913
C. M.	4594.2078
C. V.	1752.3665

Nota. Elaboración Del Autor

3.7.2. Combinación de cargas para el modelo estructural

La norma NTP E-031, apartado 12.1, exige la identificación de combinaciones de carga. Se debe, en particular, a que el aislante estará expuesto a una serie de cargas estructurales combinadas y no estructurales, además de a las deformaciones laterales que los sismos generan en el modelo estructural.



3.8. Propiedades físicas de los dispositivos de aislación

El éxito del modelo proyectado se garantizará mediante el uso de apoyos de plomo-caucho, también conocidos como dispositivos de aislación de base con núcleo de plomo. Cuando llegue el momento, para fines de diseño y análisis, se describirán con mayor detalle las características nominales.

3.8.1. Amortiguamiento Efectivo (B_M)

En la quinta tabla, la Norma E.02 proporciona un desglose completo de las características del factor de amortiguamiento. El valor de B_M es la relación entre el amortiguamiento efectivo, denotado como β_M , y el amortiguamiento crítico, que se establece en el 5 %. Esta conexión se refiere a la ordenada espectral. Esta relación se muestra mediante la ordenada espectral. Esta relación se representa mediante la ordenada espectral.

Se utilizará un valor de amortiguamiento de $\beta_{eff} = 15\%$ para determinar la capacidad de amortiguamiento de este proyecto específico. El factor de amortiguamiento, B_M , fue exactamente 1,38 tras cálculos exhaustivos con los datos del factor de amortiguamiento.

3.8.2. Periodo objetivo

Se establecerá un plazo específico para este proyecto de tesis, considerando el siguiente valor.

$$T = 3.5 \text{ seg}$$

3.8.3. Sismo Máximo Considerado (SaM)

La mayor carga sísmica que se considera para realizar el análisis será dada bajo la siguiente expresión matemática:

$$S_{aM} = 1.5 \text{ ZUCS g}$$

3.8.4. *Desplazamiento Total Máximo*

Se utilizará la siguiente ecuación para calcular el MDT de acuerdo con la Norma E.031, que podría estar ubicado en este sitio en particular.

$$D_{TM} = D_M \left(1 + \left(\frac{y}{P_T^2} \right) \left(\frac{12e}{b^2 + d^2} \right) \right)$$

Por consiguiente, es fundamental que el desplazamiento total (MDT) sea de al menos 1,15 kilómetros por minuto.

$$D_{TM} > 1.15 D_M$$

Donde:

y = Las mediciones de tensión sísmica en milímetros se adquieren ortogonalmente a la dirección de la tensión. Para determinar la medida entre el elemento de interés y el centro de rigidez, determine la distancia. Esta distancia se mide en metros.

e = Se realizan cálculos para determinar la excentricidad accidental, donde la mayor dimensión perpendicular a la fuerza sísmica y se expresa en milímetros. Para calcular la excentricidad, se debe hallar la distancia prevista entre el centro de masas de la estructura. Esta distancia se determina mediante la ecuación de excentricidad. Los milímetros sirven como unidad de medida para esta distancia. Así se calcula la excentricidad.

b = Proyecciones de planos de construcción medidas en milímetros.

d = Las proyecciones de planos de construcción medidas en milímetros son mayores.

P_T = El uso del análisis dinámico permite establecer una relación entre la longitud de traslación efectiva del sistema compuesto por un dispositivo de

aislamiento y su período de rotación, esta relación no debe ser mucho menor que uno.

$$P_T = \frac{1}{r_a} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i^2 + y_i^2)}{N}}$$

Donde:

r_a = Es posible determinar el radio de giro del sistema de aislamiento sísmico mediante esta ecuación. La respuesta a esta ecuación se puede determinar analizando sistemas de aislamiento configurados en una disposición rectangular $b \times d$. Este radio específico se mide en milímetros, la medida empleada en la evaluación.

$$r_a = \frac{1}{12} (b^2 + d^2)^{1/2}$$

N = Número de aisladores.

Y_i X_i . Las longitudes horizontales a lo largo del eje del sistema de aislación sísmica se miden en milímetros para lograr una mayor precisión. Es necesario medir la longitud entre el centro de masas y el aislador para realizar el cálculo. Estas distancias se miden en milímetros, ya que el milímetro es la unidad de medida.

3.8.5. *Propiedades físicas del dispositivo de aislamiento*

Aplicaremos una deformación cortante de 1,5 y un módulo de corte de 0,8 megapascuales (MPa), de acuerdo con la norma E-031, la que seguirá nuestra empresa. Esto garantiza el cumplimiento de la norma.

3.8.5.1. Rigidez Horizontal Del Dispositivo Keff

El dispositivo a emplearse para implementarse en una estructura, deberá considerar considerar la rigidez horizontal que deben tener estos equipos, que son especificaciones proporcionadas por los fabricantes.

$$k_h = P_{U\text{máx}} \times \left(\frac{2\pi}{T_M} \right)^2$$

Donde:

P_u = Carga para un aislador

T_M = Periodo Asumido

3.8.5.2. Altura de caucho del dispositivo (H_r)

Las cifras exactas se determinarán en función de las circunstancias de producción de cada organización. Utilizamos la correlación entre el desplazamiento de diseño y la altura del caucho empleado en la aplicación para realizar este cálculo con precisión. Esta relación también es comparable a la deformación cortante real. Considerando los hallazgos de esta investigación, En este caso, si suponemos que el dato del valor de γ es del 150 %, procederemos.

3.8.5.3. Área del dispositivo (A)

La siguiente ecuación puede utilizarse para calcular el tamaño del dispositivo de aislamiento con el que se trabajara para el modelado estructural, para lo cual de manera simplificada podemos utilizar la siguiente expresión matemática:

$$A = \frac{K_h \times H_r}{G}$$

Donde:

K_h = Rigidez horizontal en (Kn)

G = Módulo de corte del caucho (Catalogo TENSA)

A = Área total sometida a compresión axial.

H_r = Altura total de caucho.

3.8.5.4. Diámetro del dispositivo (A)

La estimación del diámetro a considerar del dispositivo de aislamiento, debe ser estimado en función a la aplicación de las expresiones matemáticas recomendadas para dicho calculo.

- Primera estimación del diámetro del aislador (D_1)

$$d=2 \left(\sqrt{\frac{A}{\pi}} \right)$$

3.9. Propiedades físicas calculadas

En resumen, las propiedades físicas estimadas para la elección del dispositivo de aislamiento se pueden mostrar en la siguiente tabla, el cual a sido considerado para realizar el desarrollo del modelado estructural.

Tabla 9

Propiedades Físicas Del Dispositivo De Aislamiento

PROPIEDADES FÍSICAS DEL DISPOSITIVO DE AISLAMIENTO		
DESCRIPCIÓN	TIPO HDRB	UNIDAD
RIGIDIZ HORIZONTAL DEL DISPOSITIVO	0.94	Mpa.m (Kn/mm)
ALTURA DE CAUCHO	0.23	m
AREA DEL DISPOSITIVO	0.27	m ²
DIAMETRO DEL AISLADOR	0.58	m
DESPLAZAMIENTO MAXIMO	0.34	m
DESPLAZAMIENTO TOTAL MAXIMO	0.37	m
PORCENTAJE DE AMORTIGUAMIENTO	0.15	-----
CANTIDAD DE AISLADORES HDRB	32	Unidades
CARGA EN DISPOSITIVO A (centro)	292.14	Tn

Nota. Elaboración Del Autor



Consulte los catálogos de varios fabricantes para elegir el dispositivo de aislamiento adecuado, teniendo en cuenta los parámetros físicos del dispositivo de aislamiento sísmico, así como los cálculos realizados previamente.

El dispositivo seleccionado, de acuerdo a las necesidades de uso es el TDRI-650-NM-175 es el que utilizaremos para el desarrollo del modelado estructural.

3.10. Propiedades mecánicas del aislador

Las propiedades mecánicas consideradas serán según los fundamentos que se aplicaran para el análisis de respuesta sísmica, con el que se podrá determinar de manera analítica dichos valores.

3.10.1. Rigidez Compuesta Del Sistema (Según E-031, 2018 - "Km")

Expresión matemática recomendada para su aplicación según la norma sísmica que a continuación se muestra:

$$K_H = (n)K_e^A$$

3.10.2. Fuerza Disipada E. Ciclo

El parámetro de la fuerza disipada se puede estimar bajo la consideración siguiente:

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

3.10.3. Fuerza Característica Q, Para Determinar El Desplazamiento De Fluencia

El desplazamiento de fluencia, que es característico de este tipo de fuerza será determinado a partir de la siguiente expresión:

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

3.10.4. Desplazamiento De Fluencia (Iterativo)

La condición del desplazamiento de fluencia estimado de manera iterativa será trabajada por la siguiente condición matemática:

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

3.10.5. Fuerza característica q.

La fuerza considerada característica o equivalente será determinada a partir de la siguiente expresión matemática:

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

3.10.6. Rigidez Inicial Del Dispositivo K1

De manera preliminar se debe considerar una rigidez inicial del dispositivo de aislamiento para lo cual se usará la siguiente expresión:

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

3.10.7. Ratio De Rigidez (Relación De Rigidez Post Fluencia / Rigidez Inicial)

Se podrá obtener dicha relación de manera inicial en función a la siguiente expresión.

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

3.10.8. Periodo real del sistema

En el sistema de aislamiento sísmico, podremos considerar el periodo real de la estructura para lo cual se podrá estimar bajo la siguiente expresión:

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

3.10.9. Frecuencia angular del sistema

Dentro del proceso de análisis la frecuencia angular es fundamental para realizar la evaluación, en donde se cuenta con la siguiente condición:

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

3.10.10. Amortiguamiento efectivo de cada aislador

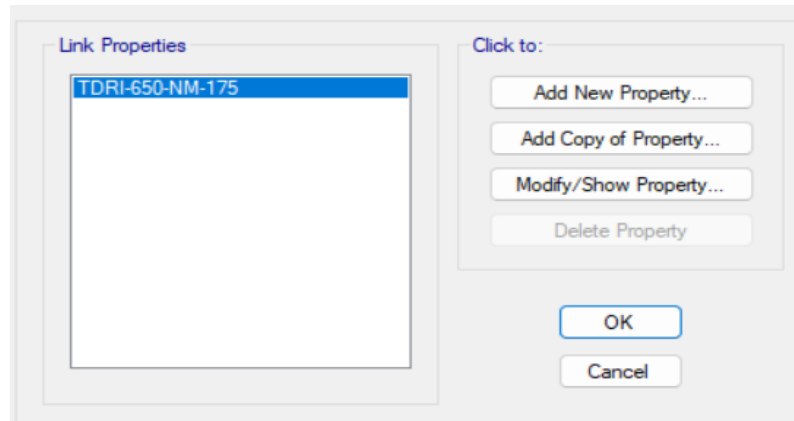
El amortiguamiento como condición para reducir la energía sísmica que podría alcanzar a la estructura, debe ser un dato muy importante para ser considerado en el análisis del modelo estructural.

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

En los enlaces a continuación, puede consultar imágenes que ilustran el proceso de introducción de datos para las características nominales de los aisladores HDRB. Gracias a esto, podrá especificar los aislantes básicos utilizados en la aplicación.

Figura 17

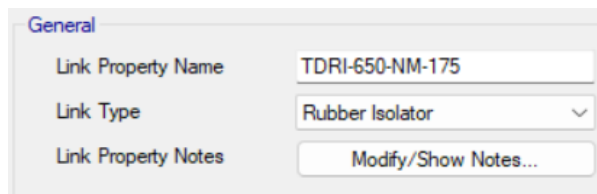
Incorporación De Propiedades De Los Dispositivos De Aislamiento



Nota. Elaboración propia - Etabs 2020 v1.1

Figura 18

Incorporación De Las Propiedades Lineales Y No Lineales Del Dispositivo De Aislamiento

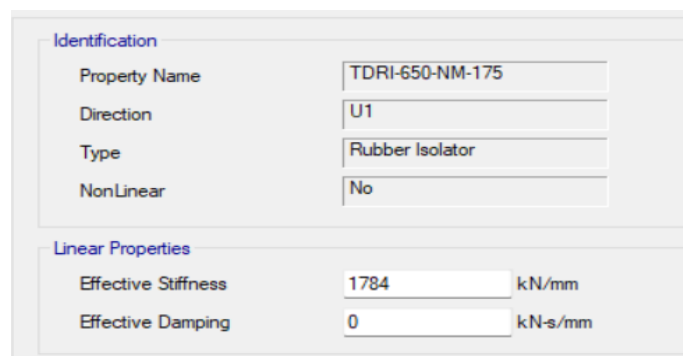


Nota. Elaboración del Autor - Etabs 2020 v1.1

– **Vertical (U1)**

Figura 19

Propiedades de Rigidez Vertical



Nota. Elaboración del Autor - Etabs 2020 v1.1

– Propiedades Lineales (U2, U3) y Propiedades No Lineales (U2, U3)**Figura 20***Propiedades No Lineales (U2, U3)*

Identification	
Property Name	TDRI-650-NM-175
Direction	U2
Type	Rubber Isolator
NonLinear	Yes

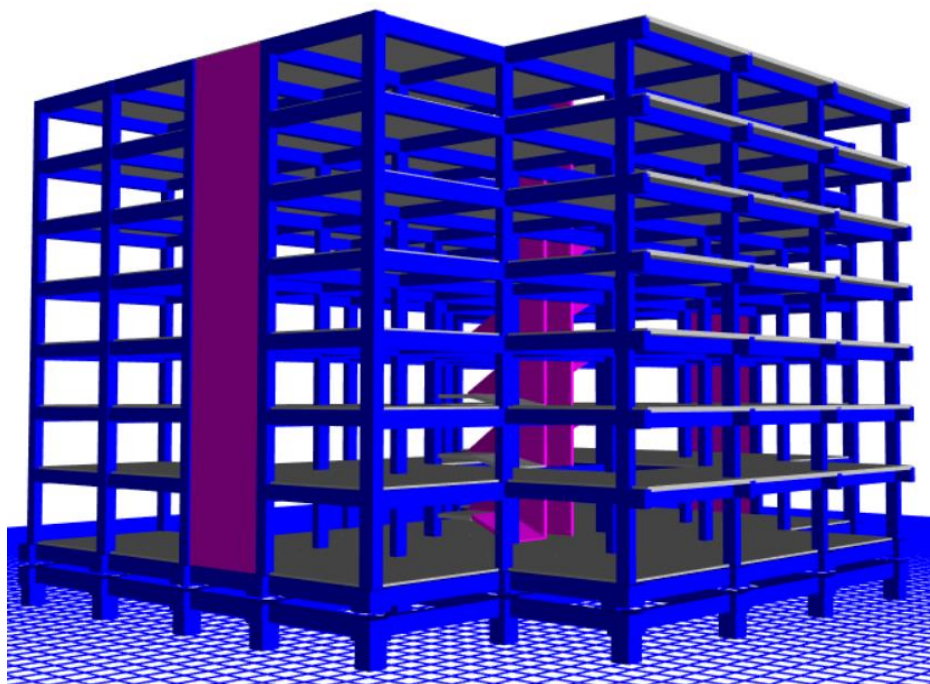
Linear Properties	
Effective Stiffness	1.47 kN/mm
Effective Damping	0.13 kN-s/mm

Shear Deformation Location	
Distance from End-J	0 mm

Nonlinear Properties	
Stiffness	11.58 kN/mm
Yield Strength	134.64 kN
Post Yield Stiffness Ratio	0.096

Nota. Elaboración del Autor - Etabs 2020 v1.1

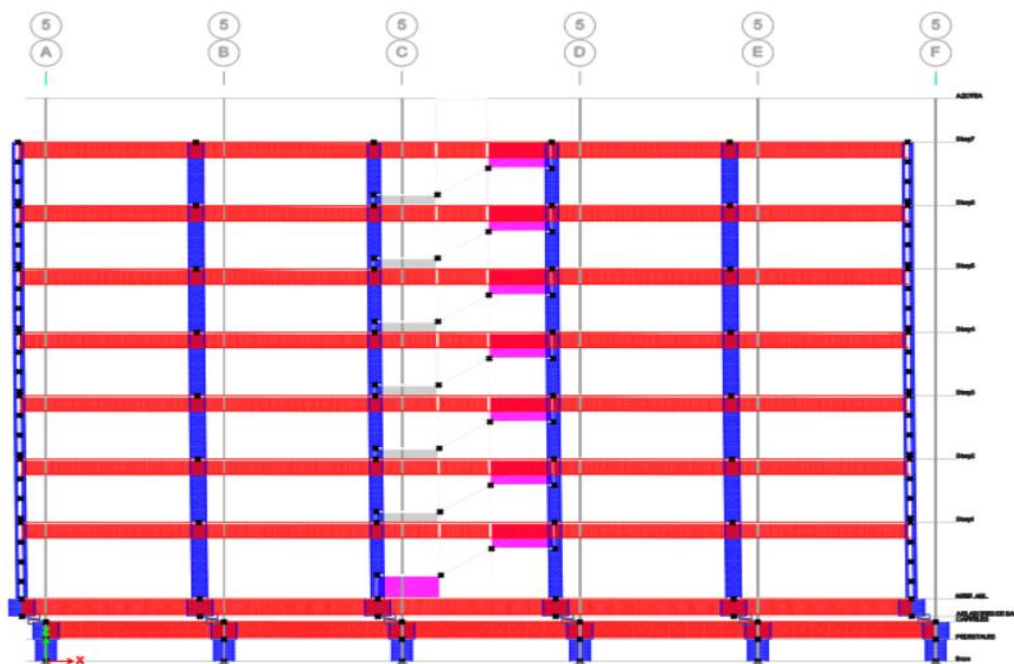
La imagen incluida en este artículo presenta una ilustración tridimensional de la estructura integrada, el marco de soporte (que incluye aisladores tipo HDRB) y la interfaz de aislación, que presenta propiedades mecánicas recomendadas para este tipo de dispositivo.

Figura 21*Estructura Incorporada Con La Interfaz De Aislamiento y Aisladores de base*

Nota. Elaboración del Autor - Etabs 2020 v1.1

Figura 22

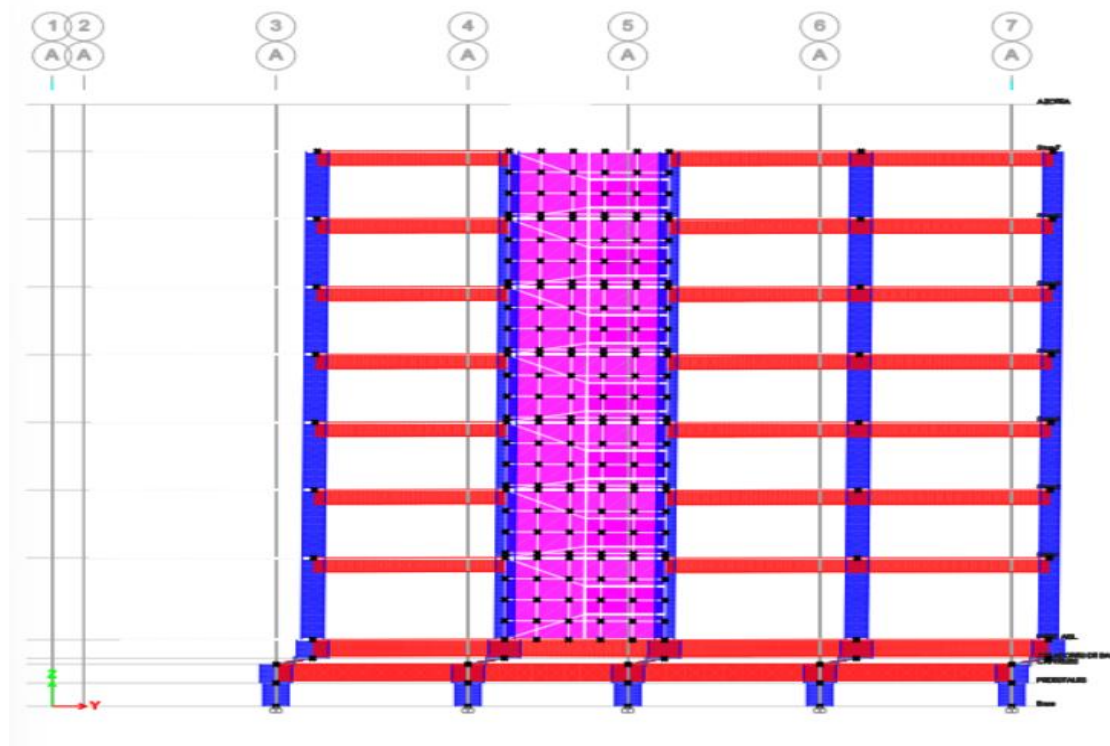
Desplazamientos Del Modelo Estructural – Primer Modo



Nota. Elaboración del Autor - Etabs 2020 v1.1

Figura 23

Desplazamientos Del Modelo Estructural – Segundo Modo



Nota. Elaboración del Autor - Etabs 2020 v1.1

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Periodos y masa participativa

Los resultados esperados del análisis se muestran a continuación en las tablas siguientes:

4.1.1. Masa participativa estructura con base fija

Tabla 10

Modos De Vibración Y % De Masa Participativa

MASA PARTICIPATIVA ESTRUCTURA EMPOTRADA					
Caso	Modo	Periodo (Seg.)	U-X	U-Y	R-Z
Modo	1	0.771	0.8423	0.0011	0.0008
Modo	2	0.616	0.0009	0.7711	4.44E-06
Modo	3	0.532	0.0009	1.27E-06	0.7723
Modo	4	0.228	0.1095	1.15E-05	0.0001
Modo	5	0.152	1.66E-05	0.1554	3.21E-06
Modo	6	0.132	0.0182	0.0006	0.0758
Modo	7	0.131	0.0146	0.0004	8.32E-02
Modo	8	0.094	0.0095	0.0001	5.61E-07
Modo	9	0.078	0.0036	0.0001	1.45E-06
Modo	10	0.073	0.0001	0.049	5.89E-07
Modo	11	0.066	0.0002	1.43E-05	3.77E-06
Modo	12	0.064	3.28E-06	5.75E-07	0.0481
Modo	13	0.054	9.27E-07	1.72E-06	0
Modo	14	0.048	1.26E-06	0.0151	0.00E+00
Modo	15	0.042	0	0	1.38E-02
Modo	16	0.036	0	0.0058	1.85E-06
Modo	17	0.035	0	0.0003	2.98E-05
Modo	18	0.033	0	0	0.0053
Modo	19	0.031	0	0.0008	0
Modo	20	0.027	0	0	0.0006
Modo	21	0.026	0	8.87E-06	0
TOTAL			99.98%	99.98%	100.00%

Nota. Elaboración del Autor - Etabs 2020 v1.1

Interpretación De Resultados: Tanto el tiempo de vibración como los valores de la masa de participación se calcularon de acuerdo con la Norma E-030. Esto se realizó para ambas direcciones, alcanzando un máximo del 100,00 % en la dirección X-X y del 99,77 % en la dirección Y-Y. Esto se realizó para una estructura con cimentación permanente.

4.1.2. Masa participativa estructura con base aislada

Tabla 11

Modos De Vibración Y % De Participación De Masa Del Modelo

MASA PARTICIPATIVA ESTRUCTURA AISLADA HDRB					
Caso	Modo	Periodo (Seg.)	U-X	U-Y	R-Z
Modo	1	2.357	0.9511	6.45E-06	0.0021
Modo	2	2.322	6.61E-06	0.9542	0
Modo	3	2.049	0.002	0	0.9458
Modo	4	0.45	0.0036	6.83E-07	4.71E-06
Modo	5	0.42	6.24E-07	0.0026	0.00E+00
Modo	6	0.357	3.15E-06	0	0.0022
Modo	7	0.196	0.0001	0	0.00E+00
Modo	8	0.135	0	2.53E-05	0.00E+00
Modo	9	0.125	1.20E-05	0	0.00E+00
Modo	10	0.115	0	0	2.25E-05
Modo	11	0.093	1.65E-06	0	0
Modo	12	0.078	0	0	0.00E+00
Modo	13	0.07	0	1.35E-06	0
Modo	14	0.066	0	0	0.00E+00
Modo	15	0.061	0	0	1.39E-06
Modo	16	0.054	0	0	0
Modo	17	0.047	0	0	0
Modo	18	0.041	0	0	0.00E+00
Modo	19	0.036	0	0	0
Modo	20	0.035	0	0	0
Modo	21	0.032	0	0	0
TOTAL			95.68%	95.68%	95.01%

Nota. Elaboración del Autor - Etabs 2020 v1.1

Análisis De Resultados: Se desarrollaron procedimientos de para determinar el período de vibración y la participación de masa en ambas direcciones para un edificio con cimentación fija. Los resultados mostraron que el período de vibración alcanzó el

95,68 % en la dirección X-X y el 95,68 % en la dirección Y-Y. Este método se ajustó completamente a la norma E-030 en todos los casos en que se empleó.

4.1.3. Periodo de vibración

Los resultados del periodo de vibración del modelo estructural sometido a las acciones sísmicas fueron los siguientes:

Tabla 12

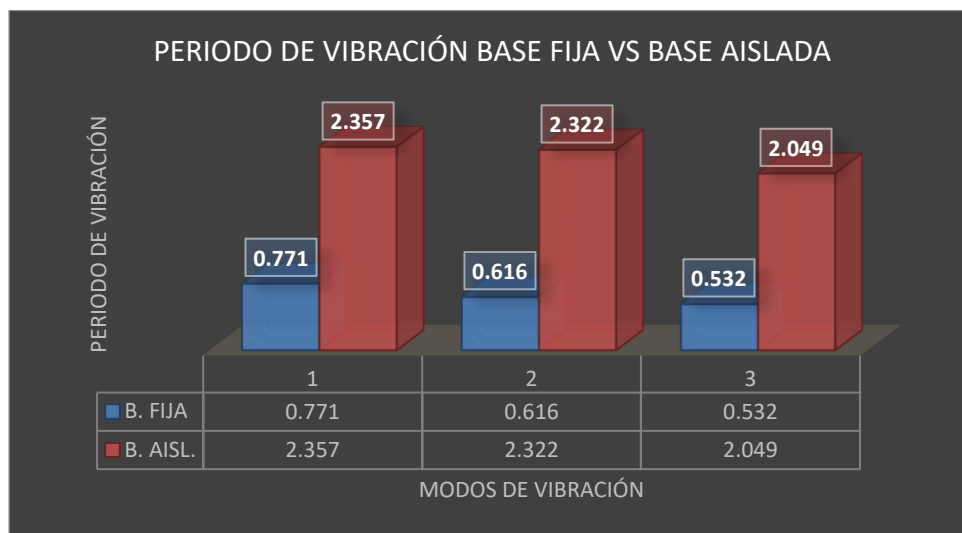
Modos De Vibración Para Base Fija y Base Aislada

PERIODO DE VIBRACION BASE CONVENCIONAL VS BASE AISLADA				
Caso	Modo	BASE FIJA	BASE AISLADA HDRB	INFLUENCIA % B. FIJA VS B. HDRB
Modo	01	0.771	2.357	67%
Modo	02	0.616	2.322	73%
Modo	03	0.532	2.049	74%

Nota. Elaboración del Autor

Figura 24

Periodo De Vibración Base Fija Vs Base Aislada Del Modelo



Nota. Elaboración del Autor

Interpretación De Resultados: Dicho concepto de estructuras independientes tiene su origen en los largos periodos de construcción, que pueden resultar en valores hasta tres veces superiores a los de los edificios con cimentaciones permanentes.

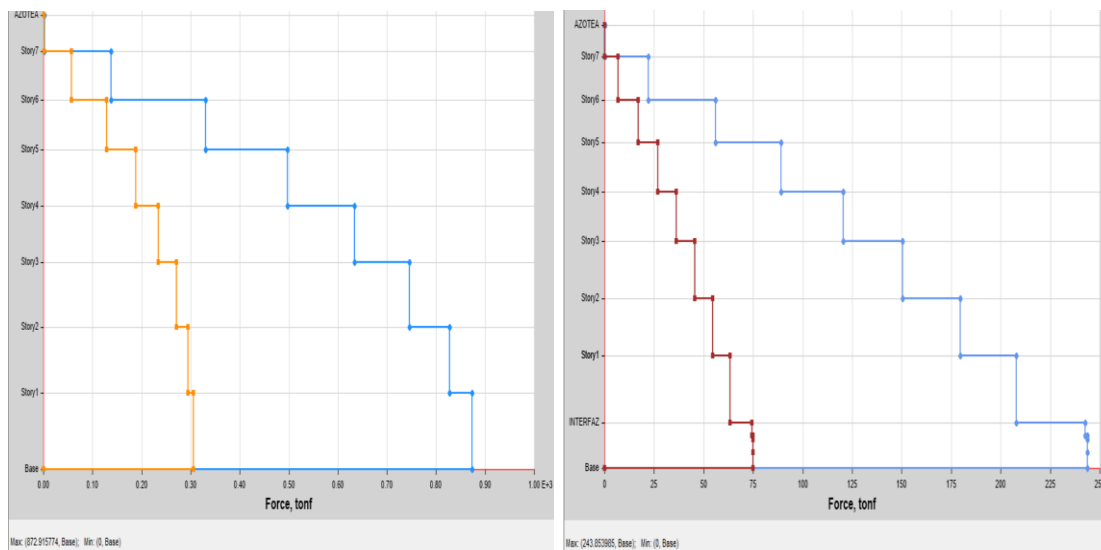
4.2. Resultado de las fuerzas cortantes

El resultado de las fuerzas cortantes bajo las condiciones de base fija y base aislada se muestran a continuación:

4.2.1. Fuerzas Cortantes SD R=4.5 Base Fija Y Base Asilada SMC R=1 dirección "XX"

Figura 25

V_x para un SD- R=4.5 base fija y base aislada- Propiedades Nominales "XX"



Nota. Elaboración del Autor

Tabla 13

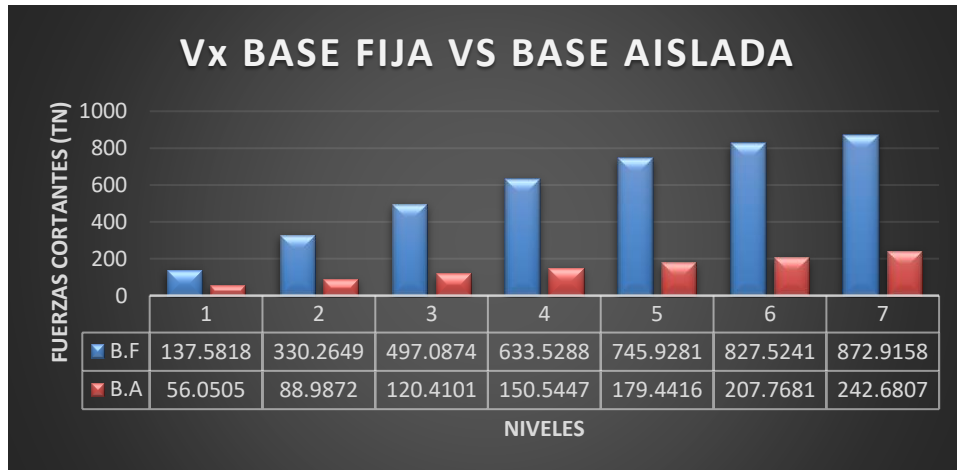
V_x para un SD- R=4.5 base fija y base aislada- Propiedades Nominales "XX"

FUERZA CORTANTE (V _x) - BASE FIJA VS BASE AISLADA			
NIVEL	B. FIJA	B. AISLADA	INFLUENCIA B. FIJA VS B. HDRB
	V-X (Tn)	V-X (Tn)	
Historia 7	137.5818	56.0505	59%
Historia 6	330.2649	88.9872	73%
Historia 5	497.0874	120.4101	76%
Historia 4	633.5288	150.5447	76%
Historia 3	745.9281	179.4416	76%
Historia 2	827.5241	207.7681	75%
Historia 1	872.9158	242.6807	72%

Nota. Elaboración del Autor

Figura 26

V_x para un SD- R=4.5 base fija y base aislada - Propiedades Nominales "XX"



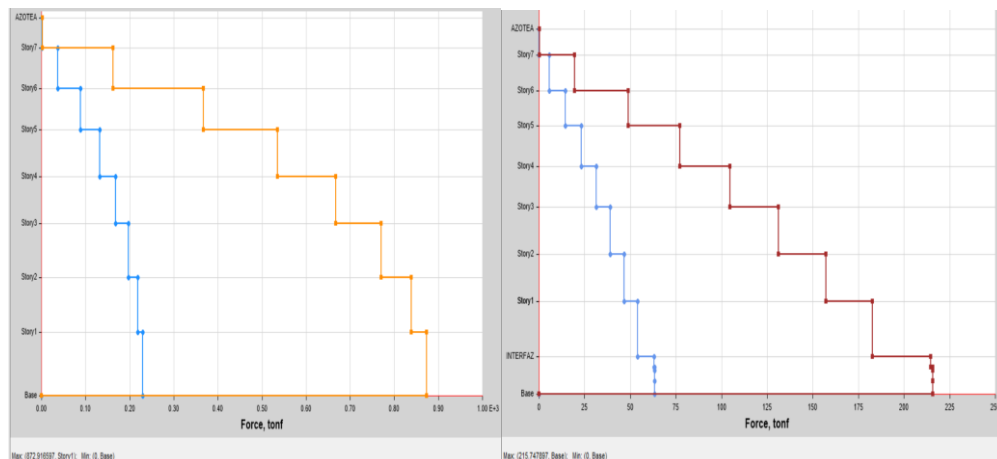
Nota. Elaboración del Autor

Interpretación De Resultados: Una cimentación estable permitió que la estructura alcanzara una respuesta sísmica de diseño (SD-R) de 4,5 y una fuerza cortante máxima de 872,9158 TN. Por otro lado, la estructura separada de la base tenía un mecanismo de control estructural (SCM-R) de 1, lo que resultó en una fuerza cortante (V_x) de 242.6807 TN. Este fue el resultado de la fuerza cortante. Esto representa una reducción de hasta el 72 % en la base.

4.2.2. Fuerza De Corte SD R=4.5 Base Fija Y Base Asilada sentido "Y"

Figura 27

V_y para un SD- R=4.5 base fija y base aislada- Propiedades Nominales "YY"



Nota. Elaboración del Autor

Tabla 14

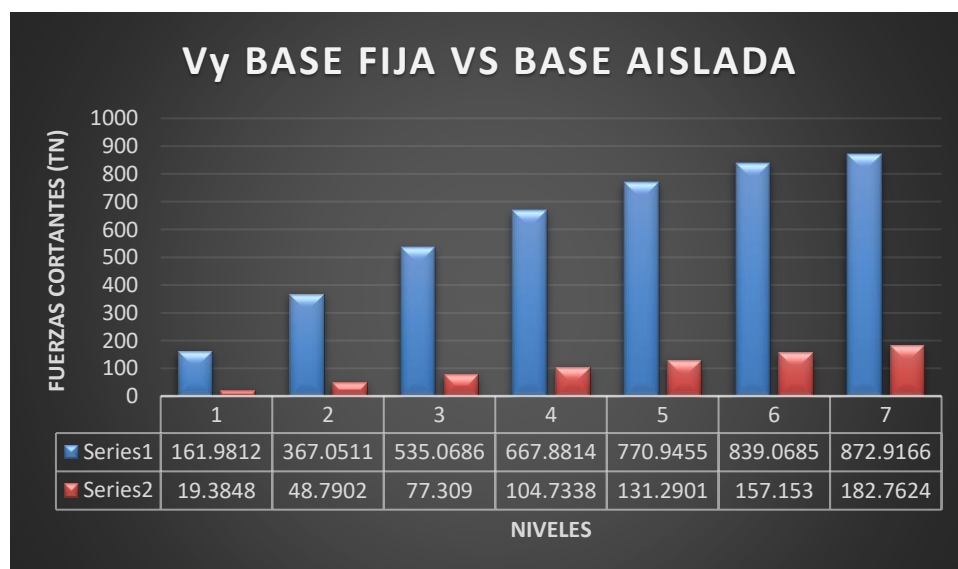
Vy para un SD- R=4.5 base fija y base aislada- Propiedades Nominales Y-Y

FUERZA CORTANTE (Vy) - BASE FIJA VS BASE AISLADA			
NIVEL	BASE FIJA	BASE AISLADA HDRB	INFLUENCIA B. FIJA VS B. HDRB
	V-X (Tn)	V-Y (Tn)	%
Historia 7	161.9812	19.3848	88%
Historia 6	367.0511	48.7902	87%
Historia 5	535.0686	77.309	86%
Historia 4	667.8814	104.7338	84%
Historia 3	770.9455	131.2901	83%
Historia 2	839.0685	157.153	81%
Historia 1	872.9166	182.7624	79%

Nota. Elaboración del Autor

Figura 28

Vy para un SD- R=4.5 base fija y base aislada- Propiedades Nominales "YY"



Nota. Elaboración del Autor

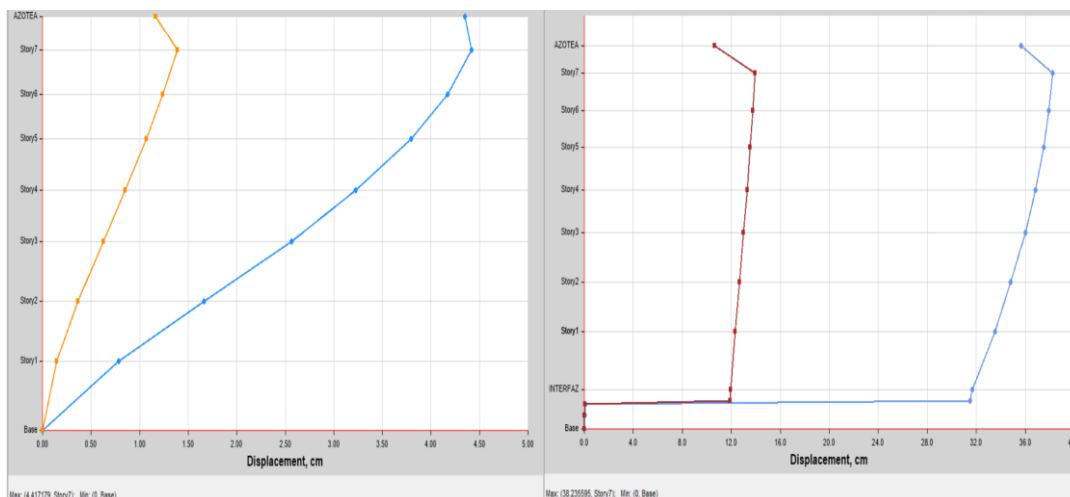
Interpretación De Resultados: Cuando la razón de diseño de corte (SD-R) se ajustó a 4,5, la estructura con base fija experimentó una fuerza cortante máxima de 872,9166 TN, el valor más alto posible. Con una razón del método del coeficiente sísmico (SCM R) de 1, la estructura con base aislada tuvo una fuerza cortante (Vx) de 182,7624 TN. Este fue el resultado del análisis estructural. Esto representa una reducción de hasta el 79 % en la base.

4.3. Resultados de desplazamientos

4.3.1. Desplazamiento máximo SD R=4.5 Base Fija Vs SMC R=1 Base Aislada - "X"

Figura 29

Resultado de Desplazamiento máximo -SD R=4.5 Base Fija VS SMC R=1 Base Aislada X



Nota. Elaboración del Autor

Tabla 15

Desplazamiento máximo - SD R=4.5 Base Fija VS SMC R=1 Base Aislada "X"

DESPLAZAMIENTOS - BASE FIJA VS BASE AISLADA			
DESCRIPCION	DESPLAZAMIENTO MAX. BASE FIJA	DESPLAZAMIENTO MAX. BASE AISLADA HDRB	INFLUENCIA B. FIJA VS B. HDRB
Historia	X-Dir cm	X-Dir cm	%
Historia 7	4.4172	38.2356	88%
Historia 6	4.1687	37.9316	89%
Historia 5	3.7948	37.4888	90%
Historia 4	3.2262	36.8118	91%
Historia 3	2.5651	35.9985	93%
Historia 2	1.6635	34.8175	95%
Historia 1	0.7822	33.5193	98%

Nota. Elaboración del Autor

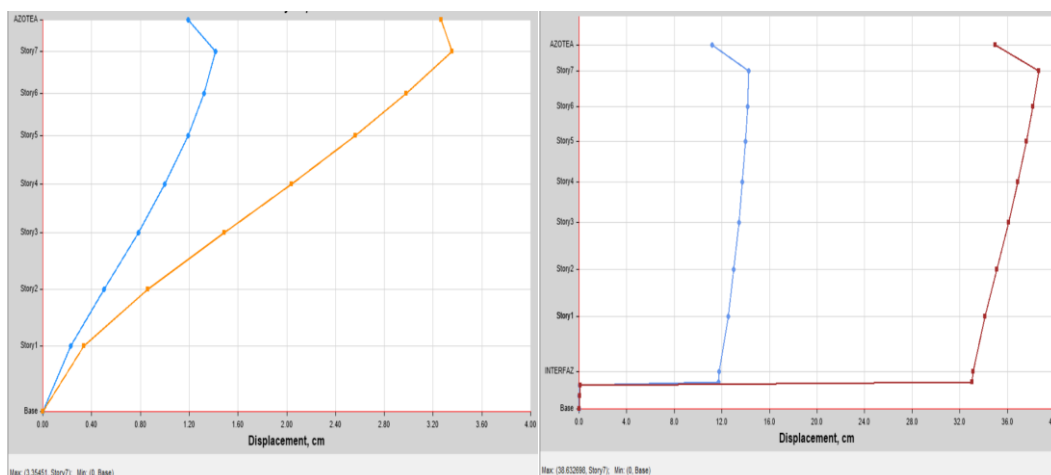
Interpretación De Resultados: El diseño del aislador de base indicó que la estructura aislada experimentó un desplazamiento máximo en el sentido XX de 38,2356 milímetros. En el séptimo nivel, tanto la estructura de base fija como la estructura con base aislada presentaron un desplazamiento de 4,4172 milímetros.

4.3.2. Desplazamiento máximo SD R=4.5 Base Fija Vs SMC R=1 Base Aislada -

“Y”

Figura 30

Desplazamiento máximo SD R=4.5 Base Fija Vs SMC R=1 Base Aislada - Y



Nota. Elaboración del Autor

Tabla 16

Desplazamiento máx. - SD R=4.5 De Base Fija Vs SMC R=1 De Base Aislada “Y”

DESPLAZAMIENTOS - BASE FIJA VS BASE AISLADA			
DESCRIPCION	DESPLAZAMIENTO MAX. BASE FIJA	DESPLAZAMIENTO MAX. BASE AISLADA HDRB	INFLUENCIA B. FIJA VS B. HDRB
Historia	Y - Dir cm.	Y - Dir cm.	%
Historia 7	3.3545	38.6327	91%
Historia 6	2.9807	38.1354	92%
Historia 5	2.5632	37.5832	93%
Historia 4	2.0367	36.8732	94%
Historia 3	1.4877	36.0939	96%
Historia 2	0.8621	35.1162	98%
Historia 1	0.3376	34.1346	99%

Nota. Elaboración del Autor

Interpretación De Resultados: Las normas de construcción del aislador de base permitieron un desplazamiento de 38,6327 milímetros en dirección Y-Y, lo que produjo el desplazamiento del modelo estructural con base aislada. Tanto la construcción con cimiento fijo como la estructura con base aislada presentaron un desplazamiento de 3,3545 milímetros en el séptimo nivel. Ambas construcciones presentan un desplazamiento máximo comparable. Ambas estructuras son idénticas.

4.4. Resultados de las derivas

4.4.1. Control de derivas con $sd r=4.5$ base fija sentido "XX"

Tabla 17

Derivas Con La Aplicación De Sismo De Diseño $R=4.5$ Base fija Sentido "XX"

DERIVAS (Sentido "XX")									
Nivel	Diafragma	Caso	UX (m)	Altura (m)	D. RELATIVO	D. ELASTICO	D. INELASTICO	E-030	CONTROL E-030
NIVEL 7	D7	S. D. X Max.	0.04006	2.7	0.0020	0.0008	0.0034	0.007	OK
NIVEL 6	D6	S. D. X Max.	0.038012	2.7	0.0033	0.0012	0.0054	0.007	OK
NIVEL 5	D5	S. D. X Max.	0.034762	3.1	0.0051	0.0016	0.0073	0.007	No Cumple
NIVEL 4	D4	S. D. X Max.	0.029704	3.1	0.0059	0.0019	0.0086	0.007	No Cumple
NIVEL 3	D3	S. D. X Max.	0.02376	3.6	0.0082	0.0023	0.0103	0.007	No Cumple
NIVEL 2	D2	S. D. X Max.	0.01552	3.6	0.0081	0.0023	0.0102	0.007	No Cumple
NIVEL 1	D1	S. D. X Max.	0.007376	4.2					

Nota. Elaboración del Autor

Análisis De Resultados: El esquema de base fija no cumple los requisitos, ya que presenta una deriva superior a 0,007 centímetros entre las primeras cinco capas. Esto concuerda con el criterio de deriva máxima en la dirección X-X.

Tabla 18

Derivas Con La Aplicación De Sismo De Diseño $R=4.5$ Base fija Sentido "YY"

DERIVAS (Sentido "YY")									
Nivel	Diafragma	Caso	UY (m)	Altura (m)	D. RELATIVO	D. ELASTICO	D. INELASTICO	E-030	CONTROL E-030
NIVEL 7	D7	S. D. Y Max.	0.029884	2.7	0.0033	0.0012	0.0056	0.007	OK
NIVEL 6	D6	S. D. Y Max.	0.026553	2.7	0.0037	0.0014	0.0062	0.007	OK
NIVEL 5	D5	S. D. Y Max.	0.022837	3.1	0.0047	0.0015	0.0068	0.007	OK
NIVEL 4	D4	S. D. Y Max.	0.018148	3.1	0.0049	0.0016	0.0071	0.007	No Cumple
NIVEL 3	D3	S. D. Y Max.	0.013255	3.6	0.0056	0.0015	0.0070	0.007	OK
NIVEL 2	D2	S. D. Y Max.	0.007677	3.6	0.0047	0.0013	0.0058	0.007	OK
NIVEL 1	D1	S. D. Y Max.	0.003001	4.2					

Nota. Elaboración del Autor

Análisis De Resultados: Si las lecturas en el nivel cuarto superan los 0,007 cm, el umbral mínimo de desviación, el esquema de base fija no cumple con el criterio de deriva máxima en el sentido "XX". Regulación de la deriva donde se ha empleado SD $R=1$ Base aislada en el sentido "XX".

Tabla 19

Derivas Con La Aplicación Sismo De Diseño R=1 Base fija Sentido "XX"

DERIVAS (Sentido X)									
Nivel	Diafragma	Caso	UX (m)	Altura (m)	D. RELATIVO	D. ELASTICO	D. INELASTICO	E-031	CONTROL E-031
NIVEL 7	D7	SMC XX R=1	0.347874	2.7	0.0026	0.0010	0.00072	0.0035	OK
NIVEL 6	D6	SMC XX R=1	0.345299	2.7	0.0039	0.0015	0.00109	0.0035	OK
NIVEL 5	D5	SMC XX R=1	0.341371	3.1	0.0061	0.0020	0.00148	0.0035	OK
NIVEL 4	D4	SMC XX R=1	0.335268	3.1	0.0074	0.0024	0.00179	0.0035	OK
NIVEL 3	D3	SMC XX R=1	0.327881	3.6	0.0109	0.0030	0.00227	0.0035	OK
NIVEL 2	D2	SMC XX R=1	0.317006	3.6	0.0120	0.0033	0.00251	0.0035	OK
NIVEL 1	D1	SMC XX R=1	0.30497	4.2	0.0159	0.0038	0.00284	0.0035	OK
NIVEL TECNICO	D.AISL	SMC XX R=1	0.289055						

Nota. Elaboración del Autor

Interpretación De Resultados: La construcción con base aislada debe cumplir con el requisito de deriva máxima debe presentar una deriva X-X no superior a 0,0035 milímetros en todas las capas. La norma E-031 lo permite, que estipula el cumplimiento de este criterio. Estas normas deben cumplirse para que la estructura se considere aislada. Estas condiciones pueden ser satisfechas por la estructura inferior aislada.

Tabla 20

Derivas Con La Aplicación Sismo De Diseño R=1 Base fija Sentido "YY"

DERIVAS (Sentido Y)									
Nivel	Diafragma	Caso	UY (m)	Altura (m)	D. RELATIVO	D. ELASTICO	D. INELASTICO	E-031	CONTROL E-031
NIVEL 7	D7	SMC YY R=1	0.344093	2.7	0.0045	0.0017	0.00125	0.0035	OK
NIVEL 6	D6	SMC YY R=1	0.339599	2.7	0.0049	0.0018	0.00137	0.0035	OK
NIVEL 5	D5	SMC YY R=1	0.334657	3.1	0.0064	0.0020	0.00154	0.0035	OK
NIVEL 4	D4	SMC YY R=1	0.328303	3.1	0.0070	0.0023	0.00169	0.0035	OK
NIVEL 3	D3	SMC YY R=1	0.321326	3.6	0.0088	0.0024	0.00182	0.0035	OK
NIVEL 2	D2	SMC YY R=1	0.312567	3.6	0.0088	0.0024	0.00184	0.0035	OK
NIVEL 1	D1	SMC YY R=1	0.303757	4.2	0.0093	0.0022	0.00166	0.0035	OK
NIVEL TECNICO	D.AISL	SMC YY R=1	0.294474						

Nota. Elaboración del Autor

Interpretación De Resultados: Criterios E-031 se cumple gracias al estilo arquitectónico de la base independiente, que exige derivas máximas inferiores a 0,0035 cm en todos los niveles en la dirección Y-Y. Esta necesidad se describe en los criterios establecidos.

4.5. Influencia de los aisladores de base en derivas

Tabla 21

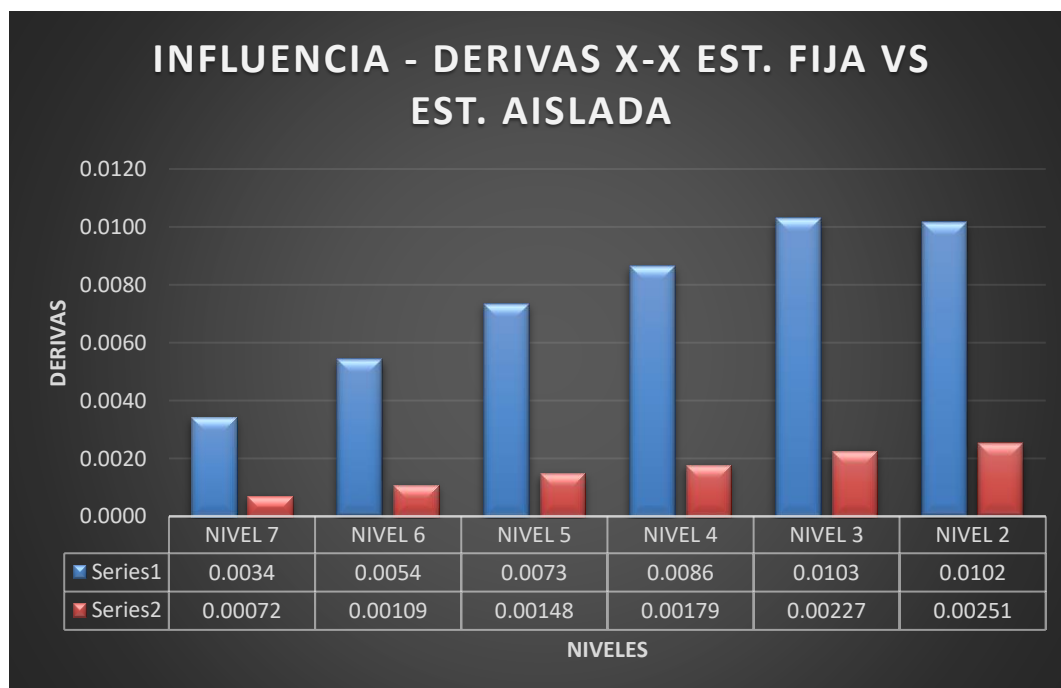
Comparativo de derivas dirección "XX"

Nivel	Diafragma	Caso	Dirección "XX"						INFLUENCIA %
			D. INELASTICO	E-030	Diafragma	Caso	D. INELASTICO	E-031	
NIVEL 7	D7	S. D. - X Max.	0.0034	0.007	D5	SMC XX R=1	0.00072	0.0035	79%
NIVEL 6	D6	S. D. - X Max.	0.0054	0.007	D5	SMC XX R=1	0.00109	0.0035	80%
NIVEL 5	D5	S. D. - X Max.	0.0073	0.007	D5	SMC XX R=1	0.00148	0.0035	80%
NIVEL 4	D4	S. D. - X Max.	0.0086	0.007	D4	SMC XX R=1	0.00179	0.0035	79%
NIVEL 3	D3	S. D. - X Max.	0.0103	0.007	D3	SMC XX R=1	0.00227	0.0035	78%
NIVEL 2	D2	S. D. - X Max.	0.0102	0.007	D2	SMC XX R=1	0.00251	0.0035	75%
NIVEL 1	D1	S. D. - X Max.			D1	SMC XX R=1	0.00284	0.0035	

Nota. Elaboración del Autor

Figura 31

Derivas SD R=4.5 Base Fija Vs SMC R=1 Base Aislada – "XX"



Nota. Elaboración del Autor

Análisis De Resultados: En comparación con un diseño de base sólida, una estructura equipada con aislantes de alta amortiguación puede reducir la deriva X-X en un 80 %.

Tabla 22

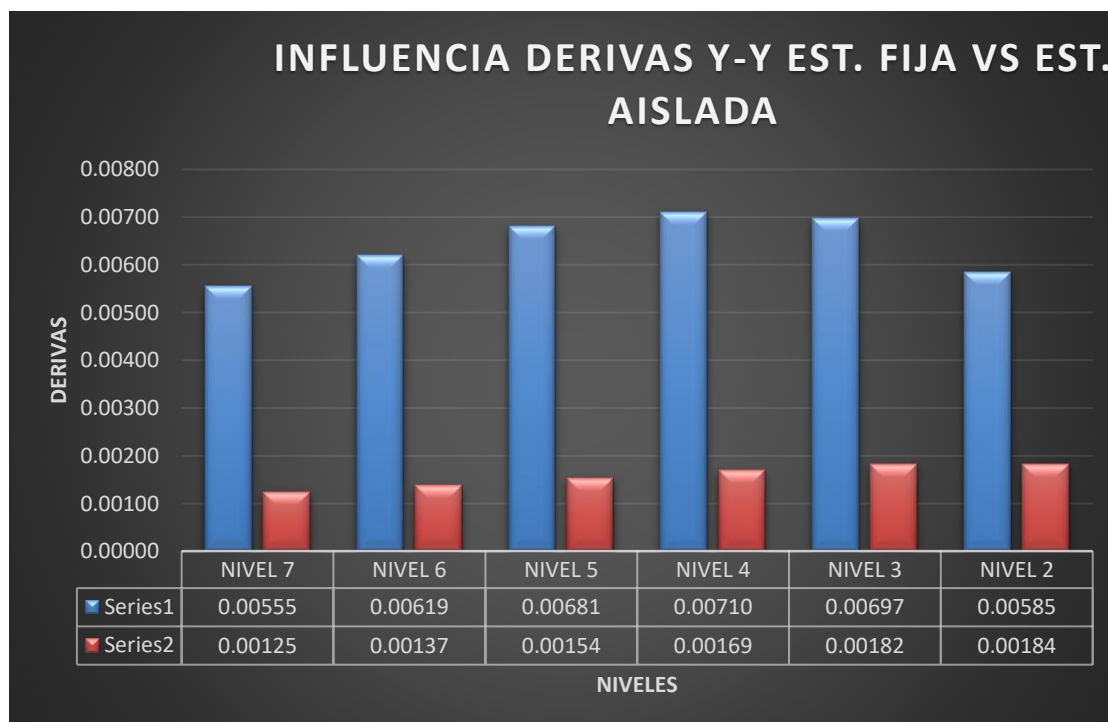
Comparativo de derivas dirección "YY"

Nivel	Diafragma	Caso	Dirección "YY"						
			D. INELASTICO	E-030	Diafragma	Caso	D. INELASTICO	E-031	INFLUENCIA %
NIVEL 7	D7	S. D. - Y Max	0.00555	0.007	D5	SMC YY R=1	0.00125	0.0035	78%
NIVEL 6	D6	S. D. - Y Max	0.00619	0.007	D5	SMC YY R=1	0.00137	0.0035	78%
NIVEL 5	D5	S. D. - Y Max	0.00681	0.007	D5	SMC YY R=1	0.00154	0.0035	77%
NIVEL 4	D4	S. D. - Y Max	0.00710	0.007	D4	SMC YY R=1	0.00169	0.0035	76%
NIVEL 3	D3	S. D. - Y Max	0.00697	0.007	D3	SMC YY R=1	0.00182	0.0035	74%
NIVEL 2	D2	S. D. - Y Max	0.00585	0.007	D2	SMC YY R=1	0.00184	0.0035	69%
NIVEL 1	D1	S. D. - Y Max			D1	SMC YY R=1	0.00166	0.0035	

Nota. Elaboración del Autor

Figura 32

Derivas SD R=4.5 Base Fija Vs SMC R=1 Base Aislada - Y-Y



Nota. Elaboración del Autor

Interpretación De Resultados: Los aislantes de alto amortiguamiento muestran una mejora del 78 % en la mitigación de deriva Yo-Y con respecto a una base estacionaria.



CONCLUSIONES

PRIMERA: Proporcionó la siguiente información para el objetivo general:

La investigación de la reacción de respuesta sísmica de una estructura con base fija en relación con las variaciones de elevación facilitó el descubrimiento de las características de respuesta sísmica. Los tiempos, las presiones de corte, los desplazamientos y las derivas superaron el límite de deriva de 7/100 establecido por la Norma E.030. Las siguientes características se pueden observar en la tabla de resultados. Estas derivas se incluyeron en la información abarcada por estos criterios. El objetivo se logra con una estructura desacoplada que incluye aislamiento sísmico en la cimentación y mecanismos de alto amortiguamiento para un perfil de suelo intermedio, alcanzar periodos y desplazamientos mayores gracias a su rigidez vertical y flexibilidad horizontal. Las fuerzas cortantes presentan una notable disminución en comparación con la construcción con cimentación fija. Además, se cumplen las derivas máximas permisibles, ya que esta estructura presenta valores inferiores a 3,5/100.

SEGUNDA: En relación con el primer objetivo especificado:

- La acción o reacción que corresponde a una característica estructural. La estructura estacionaria tiene un período de vibración fundamental de 0,771 segundos cuando funciona en modo de operación 1. Por otro lado, utilizando el mismo modo analítico en X-X, el período para la misma estructura con dispositivos de aislamiento integrados es de 2,357 segundos. Esto representa un aumento del 67 % a lo largo del período. La flexibilidad horizontal de los aislantes de base mejora la duración del desplazamiento Y-Y en un 73 %. (Antecedente local 1)
- Se observó que las fuerzas cortantes sísmicas de base se redujeron de 872,9158 TN a 242,6807 TN al examinar la estructura para su respuesta de diseño sísmico (SD R =



7). Asimismo, se demostró que el número de dispositivos de aislamiento detectados disminuyó en un 72 % cuando el estudio se realizó en la dirección X-X. Durante el examen de la construcción, se observó esta característica tanto en una base fija como en una base aislada. Además, el efecto de los dispositivos en la dirección Y-Y es del 79 %, con valores que disminuyen de 872,9166 TN a 182,7624 TN. Este resultado es estadísticamente significativo. (Antecedente Nacional 2)

TERCERA: En relación con el segundo objetivo especificado:

- La construcción con base aislada puede desplazarse 38,2356 centímetros en la misma dirección, pero el edificio con cimentación fija solo puede desplazarse 4,4172 centímetros en la dirección X-X. Un edificio con base estable puede alcanzar un tamaño máximo de 3,3545 milímetros en la dirección Y-Y gracias a la flexibilidad horizontal de los aislantes. Esto es posible sin necesidad de soportes adicionales. El edificio con cimentación aislada, por otro lado, tiene el potencial de alcanzar una dimensión máxima de 38,6327 centímetros.
- La estructura de base fija investigada puede alcanzar 10,3/1000 en la dirección X-X y 7,1/1000 en la dirección Y-Y, según la consulta. La información proporcionada indica incumplimiento de la norma E-030. Considerando este hallazgo, se puede concluir que la construcción no cumple con los requisitos vigentes. De acuerdo con los requisitos definidos por la norma E-031, la estructura de base aislada puede alcanzar valores de hasta 2,8/1000 en la dirección X-X y hasta 1,8/1000 en la dirección Y-Y. Todos los valores cumplen con las normas establecidas.



- En la dirección X-X, la influencia de los aislantes en los desplazamientos absolutos de la estructura de base fija puede alcanzar hasta el 80%, y en la dirección Y-Y, hasta el 78%. Estos valores se pueden encontrar tanto en el lado izquierdo como en el derecho de la estructura. La dirección del desplazamiento está correlacionada con estos valores y existe una relación entre ambos. Los datos indican que el diseño del sistema estructural, que está separada de la base, requiere un aumento tanto del período de vibración como del desplazamiento. La adaptabilidad de los dispositivos de aislamiento es considerable. Esto se debe a la adaptabilidad de estos. La duración de la vibración y el desplazamiento ha aumentado significativamente, lo que corrobora esta afirmación. Para ilustrar esto, se incrementó sustancialmente el desplazamiento de vibración.



RECOMENDACIONES

PRIMERA: La antigüedad de la estructura de base permanente, junto con cualquier anomalía presente en ella, esto se tiene en cuenta durante la fase de diseño de un edificio con aislamiento de cimentación, de acuerdo con la norma E-031. Esta directriz exige que el período no sea inferior al triple del de la base fija ni superior a cinco segundos. Además, no debe haber desviaciones sustanciales de la norma.

SEGUNDA: Es importante introducir las especificaciones de las propiedades mecánicas de los dispositivos de aislación en el software Etabs 2020 V 1.1 para determinar el tipo de sistema de aislamiento que se utilizará. Esto se realiza durante el proceso. La variedad de alternativas de diseño que ofrece el software explica este resultado.

TERCERA: Se recomienda contactar con empresas de renombre que realicen pruebas de esfuerzo y capacidad en diversos tipos de dispositivos de aisladores para obtener información más precisa sobre las características mecánicas de los dispositivos de aislación seleccionados.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Blanco, B. A. (1994). *Estructuración Y Diseño de Edificaciones Armado Concreto*.

Cruz (2018) "Eficiencia sísmica de la infraestructura del Hospital Materno Infantil de la Ciudad de Juliaca, diseñada utilizando la base " *Juliaca-Perú*.

Korswagen, E. A., Arias, R. J. C., & Huaranga, H. P. G. (2012). "Análisis Y Diseño De Estructuras Con Aisladores Sísmicos En El Perú." *Lima-Perú*.

Meléndez, M.E & Gutiérrez,C.M.A (2019) "Diseño Y Proceso Constructivo De Instalación De Los Aisladores Sísmicos Elastoméricos En La Base, En Los Bloques A Y B Del Nuevo Hospital Hipólito Unanue De Tacna" *Tacna – Perú*.

Medina M. G. M. & Choque, C. J. T. (2017) "Análisis, Comportamiento Y Diseño En Concreto Armado De Un Edificio De 6 Niveles Con Un Sótano Con Aisladores Elastómericos Con Núcleo De Plomo" *Arequipa – Perú*.

Morales, M. R. (2006). "Diseño en Concreto Armado."

Naeim, F., & Kelly, J. (1999). "Design of Seismic Isolated Structures: From Theory to Practice." *Los Angeles California -Estados Unidos*.

N.T.P E.020 2006 "Cargas" *Del Reglamento Nacional De Edificaciones*



N.T.P E.030 2018 "*Diseño Sismorresistente*" *Del Reglamento Nacional De Edificaciones*

N.T.P E.031 2019 "*Aislamiento Sísmico*" *Del Reglamento Nacional De Edificaciones*

N.T.P E.060 2009 "*Concreto Armando*" *Del Reglamento Nacional De Edificaciones*

Pérez, Z. N. A., & Vásquez, O. M. J. (2016). "*Diseño de aisladores sísmicos de base para edificio de oficinas de 10 niveles con sistema estructural de pórticos rígidos de concreto reforzado.*" *Managua - Nicaragua.*

Suntaxi, T. J. L. (2016). "*Análisis De Un Edificio Con Aisladores De Base Y Su Influencia En La Curva De Capacidad*".

Villarreal, G. (2013). *Ingenieria Sismo-Resistente.*

REFERENCIAS WEB

Cauchos Vikingos (2022) <https://cauchosvikingo.com/aisladores-sismicos>

Pavsargonauta (2015) <https://pavsargonauta.files.wordpress.com/2015/09/disipadores-1>



ANEXOS



ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: ANÁLISIS DE LA RESPUESTA SÍSMICA DE UNA ESTRUCTURA DE CONCRETO ARMADO CON Y SIN AISLADORES SÍSMICOS EN LA BASE SEGÚN SU VARIACIÓN EN LA ALTURA

LINEA DE INVESTIGACION: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17

RESPONSABLE: Bach. EYMY JOSELIN CCALLATA APAZA

<u>PROBLEMA</u>	<u>OBJETIVOS</u>	<u>VARIABLES</u>	<u>INDICADORES</u>	<u>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</u>
<p><u>Problema general.</u></p> <p>¿Cómo será la respuesta ante un evento sísmico de una edificación con estructura de concreto con y sin aislamiento en la base que presenta variaciones en Altura?</p> <p><u>Problemas específicos</u></p> <p>¿En qué medida será la influencia de la aplicación de aisladores de base en el comportamiento de una edificación de sistema estructural de concreto que presenta variación en altura?</p> <p>¿En qué medida será el cumplimiento de las especificaciones sísmicas de la norma E.031, con la implementación de un sistema de aislamiento sísmico en una estructura de concreto que presenta variación en altura?</p>	<p><u>Objetivo general</u></p> <p>Analizar la respuesta ante un evento sísmico de una edificación con estructura de concreto con y sin aislamiento en la base que presenta variaciones en Altura.</p> <p><u>Objetivos específicos</u></p> <p>Analizar la influencia de la aplicación de aisladores de base en el comportamiento de una edificación con sistema estructural de concreto que presenta variación en altura.</p> <p>Comprobar el cumplimiento de las especificaciones sísmicas de la norma E.031, con la implementación de un sistema de aislamiento sísmico en una estructura de concreto que presenta variación en altura.</p>	<p><u>Variables de caracterización</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – Modelamiento sísmico, estático. – Modelamiento sísmico, dinámico. – Espectro de respuesta sísmica. – Dispositivos de asilamiento. <p><u>Variables de interés</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Desempeño de la estructura de categoría A, que cuenta con 7 niveles de concreto para una disposición de sistema estructural dual con aisladores de base de alto amortiguamiento. • Especificaciones de respuesta sísmicas de la estructura con la implementación de dispositivos de aislamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Estructuración y configuración en planta y elevación - Ubicación de la zona de estudio - Espectros de diseño. - Tipología de la estructura - Irregularidades - Modos de vibración - Periodos de vibración - Fuerzas cortantes - Desplazamientos - Derivas - % de influencia 	<p><u>Diseño de la investigación</u></p> <p>No experimental transversal</p> <p><u>Tipo de investigación</u></p> <p>Aplicada descriptiva</p> <p><u>Método de investigación</u></p> <p>Cuantitativo</p> <p><u>Instrumentos</u></p> <ul style="list-style-type: none"> · Antecedentes B. · Normas vigentes · Modelamiento asistido por computadora · Análisis estructural <p><u>Población</u></p> <p>Edificaciones del departamento de Puno de categoría A1</p> <p><u>Muestra</u></p> <p>Edificación de concreto armado de sistema estructural aporticado en la dirección X-X y placas en la dirección Y-Y edificación de categoría A implementado con un sistema de aislamiento de base, estructura conformada por 7 niveles.</p>



ANEXOS 2
MEMORIA DE CALCULO



Ing.

PARAMETROS

ZONA	<input type="text"/>	0.35
USO	<input type="text"/>	1
COEFICIENTE SISMICO	<input type="text"/>	2.5
SUELO	<input type="text"/>	1.15
COEFICIENTE DE REDUCCION SISMICA	<input type="text"/>	7
GRAVEDAD	<input type="text"/>	9810

IR AL FINAL

DEFORMACION POR CORTE

Y= 1.5

MODULO DE CORTE

Proveedores --> CATALOGO TENSA CATALOGO BRIDGESTONE CATALOGO FIP

G= Mpa

PESO SISMICO SOBRE EL INTERFAZ DE AISLAMIENTO

P= Tn 6729001.8 Kg
 P= 65989.30195 Kn

PESO EFECTIVO SIN NIVEL DE BASE

Ps= Tn
 Ps= 53172.3 Kn

SISMO MAXIMO CONSIDERADO

Sam → 1.509 mm/s²

AMORTIGUAMIENTO EFECTIVO BM EN PORCENTAJE DEL AMORTIGUAMIENTO CRITICO

BM= 1.38 0.15

1 DESPLAZAMIENTO MAXIMO (DM)

DM= 339.4 mm cm
 SaM= 1.509 mm/s²
 TM= 3.50 sg
 BM= 1.38 --

Periodo efectivo para desplazamiento maximo TM

TM= sg TM=
 P= 65989.30 Kn
 KM= 56.76 Kn/mm
 g= 9810 mm/s²

DESPLAZAMIENTO MAXIMO

DM= mm 26250 0.3473

2 DESPLAZAMIENTO TOTAL MAXIMO (DTM)

y= 8238.7 mm
 b= 49000 mm
 d= 30000 mm
 e= 460 mm
 DM= 339.4 mm
 Pt= 1 PERIODO MODO 1/MODO3 = 1.270742358 Pt formula 0.909281899

DESPLAZAMIENTO TOTAL MAXIMO

DTM= mm cm 0.344062087



PROPIEDADES DEL SISTEMA DE AISLACION

DATOS PARA EL CALCULO DE LAS PROPIEDADES FISICAS DEL DISPOSITIVO

DM=	339.39 mm	0.34 m
DTM=	344.06 mm	0.34 m
TM=	3.50 Sg	3.50 Sg
CARGA EN DISPOSITIVO A (centro)	258.81 Tn	0.26 Mpa.m
CARGA EN DISPOSITIVO B (excentrico)	129.40 Tn	0.13 Mpa.m
DEFORMACION POR CORTE	1.5 ----	1.5 ----
MODULO DE CORTE	0.80 Mpa	0.80 Mpa

129403.8808 Kg

PROPIEDADES FISICAS

1 RIGIDIZ HORIZONTAL DEL DISPOSITIVO

$$K_h = P_{Umax} * \left(\frac{2\pi}{T_M} \right)^2 \quad \text{COMPROBACION ---->} \quad K_h = \frac{G * A}{H_r}$$

Dispositivo Tipo A

Kh=	0.83 Mpa.m (Kn/mm)
Pu max=	0.26 Mpa.m
TM=	3.50 Sg

Dispositivo Tipo A

Kh=	0.83 Mpa.m
G=	0.80 Mpa
Hr=	0.23 m
A=	0.24 m ²

Dispositivo Tipo B

Kh=	0.42 Mpa.m (Kn/mm)
Pu max=	0.13 Mpa.m
TM=	3.50 Sg

Dispositivo Tipo B

Kh=	0.42 Mpa.m
G=	0.80 Mpa
Hr=	0.23 m
A=	0.12 m ²

2 ALTURA DE CAUCHO

Dispositivo Tipo A y Tipo B

$$H_r = \frac{D_M}{Y}$$

Hr=	0.23 m
DM=	0.34 m
Y=	1.5

3 AREA DEL DISPOSITIVO

Dispositivo Tipo A

$$A = \frac{K_h * H_r}{G}$$

A=	0.24 m ²
Kh=	0.83 Mpa.m
Hr=	0.23 m
G=	0.80 Mpa

Dispositivo Tipo B

A=	0.12 m ²
Kh=	0.42 Mpa.m (Kn/mm)
Hr=	0.23 m
G=	0.80 Mpa

4 DIAMETRO DEL AISLADOR

Dispositivo Tipo A

$$d = 2 \left\{ \sqrt{\frac{A}{\pi}} \right\}$$

d=	0.55 m
A=	0.24 m ²

0.81

0.58

Dispositivo Tipo B

d=	0.39 m
A=	0.12 m ²



0.6 0.4

PROPIEDADES FISICAS DEL AISLADOR			
Propiedades	Tipo A		Unidades
RIGIDIZ HORIZONTAL DEL DISPOSITIVO	0.83		Mpa.m (Kn/mm)
ALTURA DE CAUCHO	0.23		m
AREA DEL DISPOSITIVO	0.24		m ²
DIAMETRO DEL AISLADOR	0.55		m
DESPLAZAMIENTO MAXIMO	0.34		m
DESPLAZAMIENTO TOTAL MAXIMO	0.34		m
MODULO DE CORTE	0.80		Mpa
PORCENTAJE DE AMORTIGUAMIENTO	0.15		----
CANTIDAD DE AISLADORES HDRB	44		Unidades
CARGA EN DISPOSITIVO A (centro)	258.81		Tn
CARGA EN DISPOSITIVO B (excentrico)			Tn

FINAL

548

8.16 Kg/cm²

PROPIEDADES FISICAS		Dispositivo Tipo A	Dispositivo Tipo B	LRB
TDR - UDPR	UNIDAD	258.81		
CAPAL		TDR-600-NM-175		
Diámetro	mm.	600		
Altura	mm.	337		
Tamaño de Chapas	mm.	650*650		
Espesor	mm	175		
Factor	--	29.5		
Rigidez	Kn/mm	1687		
Rigidez	Kn/mm	1.29		
Desplazamiento diseño (EN 1998)	mm.	292		
Carga de Diseño Horizontal	mm.	350		
Carga Estática	Kn	6800		
Carga Sismica Vertical Máxima	Kn	2750		

ADES NO	CARGA	Dispositivo Tipo A	Dispositivo Tipo B	Dispositivo LRB
		258.81		
	UNID	TDR-600-NM-175		
VERTICAL (U1)				
Rigidez Vertical (Efectiva)	Kn/mm	1687		
PROPIEDADES LINEALES (U2,U3)				
Rigidez Efectiva Lineal		1.29		
Amortiguamiento Efectivo		0.13		
PROPIEDADES NO LINEALES (U2,U3)				
Rigidez Inicial (Efectiva)		10.16		
Fuerza de Fluencia (yie)		118.15		
Relación	ratio	0.096		
Energía	Kn.m	140.04		
Rigidez Positiva		0.98		



MASA PARTICIPATIVA ESTRUCTURA EMPOTRADA						MASA PARTICIPATIVA ESTRUCTURA AISLADA HDRB					
Case	Mode	Period	UX	UY	RZ	Case	Mode	Period	UX	UY	RZ
		sec						sec			
Modal	1	0.582	0.8449	0.0011	0.0014	Modal	1	2.239	0.944	1.25E-05	0.0022
Modal	2	0.462	0.001	0.7643	0.0021	Modal	2	2.221	1.27E-05	0.9466	0
Modal	3	0.458	0.0016	0.0019	0.7778	Modal	3	2.015	0.0022	0	0.9377
Modal	4	0.187	0.1095	4.02E-05	0.0001	Modal	4	0.357	0.0014	8.54E-07	5.89E-06
Modal	5	0.13	0.0001	0.0001	0.1607	Modal	5	0.337	8.80E-07	0.001	0.00E+00
Modal	6	0.126	2.65E-05	0.169	0.0001	Modal	6	0.318	4.14E-06	0	0.0012
Modal	7	0.107	0.0294	0.0001	3.58E-05	Modal	7	0.164	4.82E-05	0	0.00E+00
Modal	8	0.076	0.0097	5.51E-06	0	Modal	8	0.114	0	0	1.81E-05
Modal	9	0.066	4.85E-06	9.80E-07	0.0411	Modal	9	0.113	0	1.16E-05	0.00E+00
Modal	10	0.063	6.34E-07	0.0445	9.69E-07	Modal	10	0.104	4.13E-06	0	0
Modal	11	0.06	0.003	0.0001	0	Modal	11	0.075	5.88E-07	0	0
Modal	12	0.052	0.0006	0	0	Modal	12	0.061	0	6.20E-07	0.00E+00
Modal	13	0.044	9.24E-07	0	0.0124	Modal	13	0.051	0	0	0
Modal	14	0.042	0	0.0139	0	Modal	14	0.022	0.0001	0.0181	0
Modal	15	0.037	0	0.0001	2.33E-05	Modal	15	0.022	0.0453	0.0001	4.37E-06
Modal	16	0.034	0	0	3.60E-03	Modal	16	0.021	2.08E-05	0.0305	0
Modal	17	0.033	0	0.004	0	Modal	17	0.018	0.0045	1.08E-05	0
Modal	18	0.03	0	0	0.0008	Modal	18	0.014	2.15E-06	0.0013	0
TOTAL			99.98%	99.91%	100.02%	TOTAL			99.76%	99.76%	94.11%

PERIODO DE VIBRACION BASE CONVENCIONAL VS BASE AISLADA				
Case	Mode	B. FIJA	B. AISLADA HDRB	INFLUENCIA % B.FIJA VS B.HDRB
Modal	1	0.582	2.239	74%
Modal	2	0.462	2.221	79%
Modal	3	0.458	2.015	77%

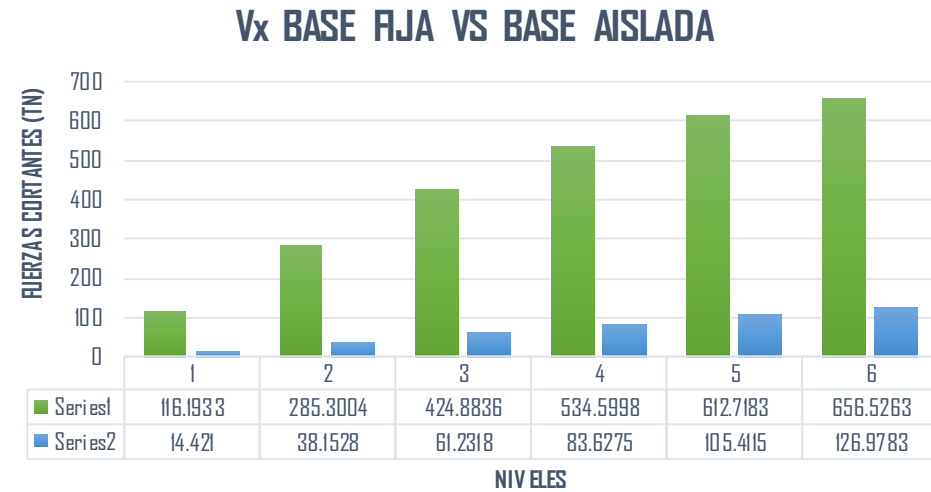
PERIODO DE VIBRACIÓN BASE CONVENCIONAL VS BASE AISLADA

MODOS DE VIBRACIÓN	B. FIJA	B. AISL.
1	0.582	2.239
2	0.462	2.221
3	0.458	2.015



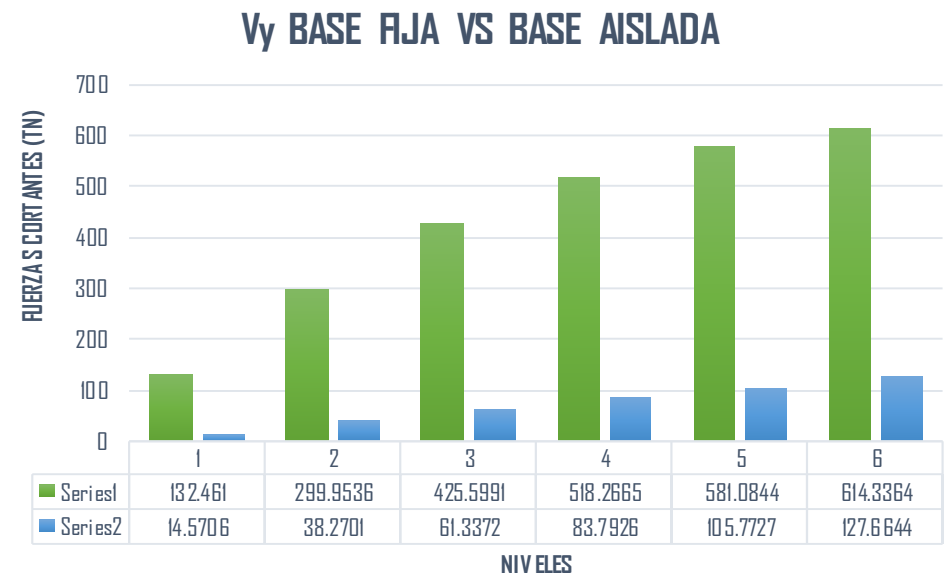
FUERZA CORTANTE (V_x) - BASE FIJA VS BASE AISLADA

NIVEL	B. FIJA	B. ASILADA HDRB	INFLUENCIA B.FIJA VS B.HDRB
	VX (Tn)	VX (Tn)	%
Story 6	116.1933	14.421	88%
Story 5	285.3004	38.1528	87%
Story 4	424.8836	61.2318	86%
Story 3	534.5998	83.6275	84%
Story 2	612.7183	105.4115	83%
Story 1	656.5263	126.9783	81%



FUERZA CORTANTE (V_y) - BASE FIJA VS BASE AISLADA

NIVEL	B. FIJA	B. ASILADA HDRB	INFLUENCIA B.FIJA VS B.HDRB
	VY (Tn)	VY (Tn)	%
Story 6	132.461	14.5706	89%
Story 5	299.9536	38.2701	87%
Story 4	425.5991	61.3372	86%
Story 3	518.2665	83.7926	84%
Story 2	581.0844	105.7727	82%
Story 1	614.3364	127.6644	79%





DESPLAZAMIENTOS - BASE FIJA VS BASE AISLADA

DESCRIPCION	DESPLAZAMIENTO MAX. BASE FIJA	DESPLAZAMIENTO MAX. BASE AISLADA HDRB	INFLUENCIA B.FIJA VS B.HDRB
Story	X-Dir cm	X-Dir cm	%
Story 6	1.7361	34.1348	95%
Story 5	1.6039	33.9136	95%
Story 4	1.3787	33.5437	96%
Story 3	1.0795	33.0359	97%
Story 2	0.7293	32.3941	98%
Story 1	0.3637	31.6329	99%

DESPLAZAMIENTOS - BASE FIJA VS BASE AISLADA

DESCRIPCION	DESPLAZAMIENTO MAX. BASE FIJA	DESPLAZAMIENTO MAX. BASE AISLADA HDRB	INFLUENCIA B.FIJA VS B.HDRB
Story	Y-Dir cm	Y-Dir cm	%
Story 6	1.3287	37.0629	96%
Story 5	1.1278	36.6413	97%
Story 4	0.893	36.1495	98%
Story 3	0.6388	35.5916	98%
Story 2	0.3852	34.9775	99%
Story 1	0.1629	34.3357	100%



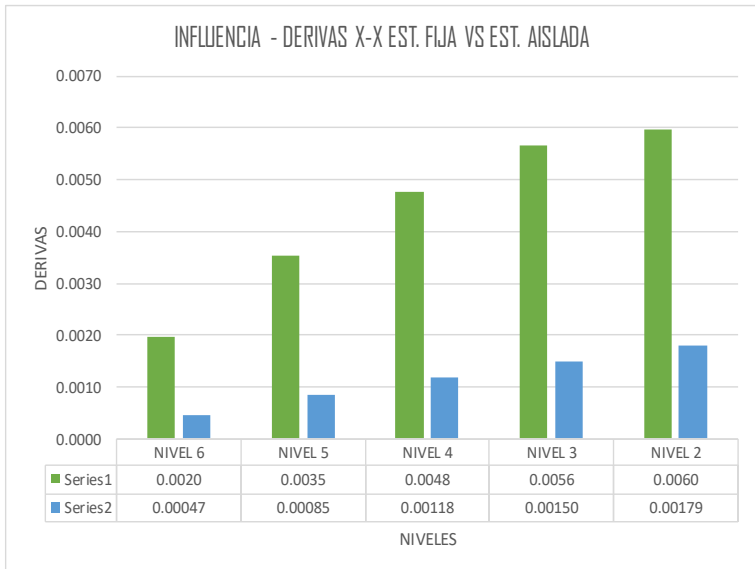
BASE EMPOTRADA

DERIVAS CON R = 7

DERIVAS (Sentido X)									
Nivel	Diafragma	Caso	UX (m)	Altura (m)	D. RELATIVO	D. ELASTICO	D. INELASTICO	E-030	CONTROL E-030
NIVEL 6	D6	SIS_DIN_X Max	0.015936	3	0.0011	0.0004	0.0020	0.007	OK
NIVEL 5	D5	SIS_DIN_X Max	0.014811	3	0.0020	0.0007	0.0035	0.007	OK
NIVEL 4	D4	SIS_DIN_X Max	0.012794	3	0.0027	0.0009	0.0048	0.007	OK
NIVEL 3	D3	SIS_DIN_X Max	0.010068	3	0.0032	0.0011	0.0056	0.007	OK
NIVEL 2	D2	SIS_DIN_X Max	0.006841	3	0.0034	0.0011	0.0060	0.007	OK
NIVEL 1	D1	SIS_DIN_X Max	0.003439	3.6					

DERIVAS (Sentido Y)									
Nivel	Diafragma	Caso	UY (m)	Altura (m)	D. RELATIVO	D. ELASTICO	D. INELASTICO	E-030	CONTROL E-030
NIVEL 6	D6	SIS_DIN_Y Max	0.011104	3	0.0017	0.0006	0.0030	0.007	OK
NIVEL 5	D5	SIS_DIN_Y Max	0.009407	3	0.0020	0.0007	0.0035	0.007	OK
NIVEL 4	D4	SIS_DIN_Y Max	0.007435	3	0.0021	0.0007	0.0037	0.007	OK
NIVEL 3	D3	SIS_DIN_Y Max	0.005306	3	0.0021	0.0007	0.0037	0.007	OK
NIVEL 2	D2	SIS_DIN_Y Max	0.003188	3	0.0018	0.0006	0.0032	0.007	OK
NIVEL 1	D1	SIS_DIN_Y Max	0.001339	3.6					

Sentido X-X									
Nivel	Diafragma	Caso	D. INELASTICO	E-030	Diafragma	Caso	D. INELASTICO	E-031	INFLUENCIA %
NIVEL 6	D6	SIS_DIN_X Max	0.0020	0.007	D5	SMC EN X-X R=1	0.00047	0.0035	76%
NIVEL 5	D5	SIS_DIN_X Max	0.0035	0.007	D5	SMC EN X-X R=1	0.00085	0.0035	76%
NIVEL 4	D4	SIS_DIN_X Max	0.0048	0.007	D4	SMC EN X-X R=1	0.00118	0.0035	75%
NIVEL 3	D3	SIS_DIN_X Max	0.0056	0.007	D3	SMC EN X-X R=1	0.00150	0.0035	73%
NIVEL 2	D2	SIS_DIN_X Max	0.0060	0.007	D2	SMC EN X-X R=1	0.00179	0.0035	70%
NIVEL 1	D1	SIS_DIN_X Max			D1	SMC EN X-X R=1	0.00215	0.0035	





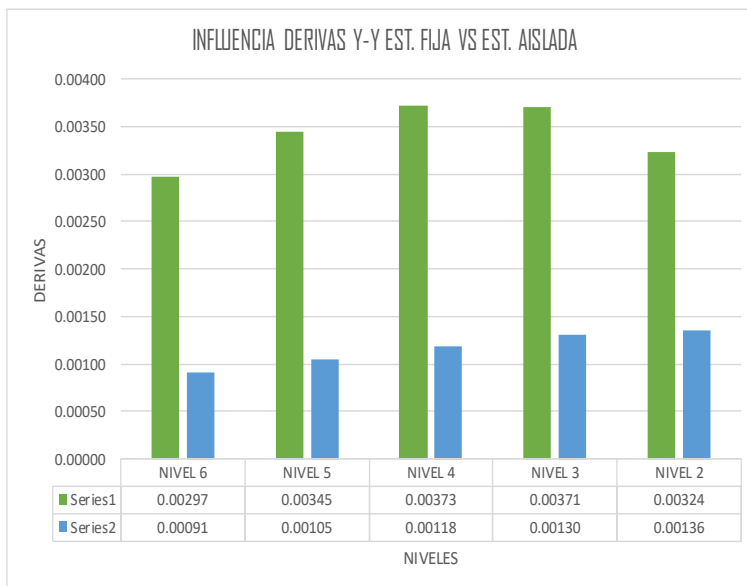
BASE ASILADA HDRB

DERIVAS CON R = 1

DERIVAS (Sentido X)									
Nivel	Diafragma	Caso	UX (m)	Altura (m)	D. RELATIVO	D. ELASTICO	D. INELASTICO	E-031	CONTROL E-031
NIVEL 6	D6	SMC EN X-X R=1	0.320308	3	0.0019	0.0006	0.00047	0.0035	OK
NIVEL 5	D5	SMC EN X-X R=1	0.318435	3	0.0034	0.0011	0.00085	0.0035	OK
NIVEL 4	D4	SMC EN X-X R=1	0.315051	3	0.0047	0.0016	0.00118	0.0035	OK
NIVEL 3	D3	SMC EN X-X R=1	0.310346	3	0.0060	0.0020	0.00150	0.0035	OK
NIVEL 2	D2	SMC EN X-X R=1	0.304353	3	0.0072	0.0024	0.00179	0.0035	OK
NIVEL 1	D1	SMC EN X-X R=1	0.297192	3.6	0.0103	0.0029	0.00215	0.0035	OK
NIVEL TI	D.AISL	SMC EN X-X R=1	0.28685						

DERIVAS (Sentido Y)									
Nivel	Diafragma	Caso	UY (m)	Altura (m)	D. RELATIVO	D. ELASTICO	D. INELASTICO	E-031	CONTROL E-031
NIVEL 6	D6	SMC EN Y-Y R=1	0.318777	3	0.0037	0.0012	0.00091	0.0035	OK
NIVEL 5	D5	SMC EN Y-Y R=1	0.315123	3	0.0042	0.0014	0.00105	0.0035	OK
NIVEL 4	D4	SMC EN Y-Y R=1	0.310928	3	0.0047	0.0016	0.00118	0.0035	OK
NIVEL 3	D3	SMC EN Y-Y R=1	0.30619	3	0.0052	0.0017	0.00130	0.0035	OK
NIVEL 2	D2	SMC EN Y-Y R=1	0.300988	3	0.0054	0.0018	0.00136	0.0035	OK
NIVEL 1	D1	SMC EN Y-Y R=1	0.295561	3.6	0.0062	0.0017	0.00129	0.0035	OK
NIVEL TI	D.AISL	SMC EN Y-Y R=1	0.289385						

Sentido Y-Y									
Nivel	Diafragma	Caso	D. INELASTICO	E-030	Diafragma	Caso	D. INELASTICO	E-031	INFLUENCIA %
NIVEL 6	D6	SIS_DIN_Y Max	0.00297	0.007	D5	SMC EN Y-Y R=1	0.00091	0.0035	69%
NIVEL 5	D5	SIS_DIN_Y Max	0.00345	0.007	D5	SMC EN Y-Y R=1	0.00105	0.0035	70%
NIVEL 4	D4	SIS_DIN_Y Max	0.00373	0.007	D4	SMC EN Y-Y R=1	0.00118	0.0035	68%
NIVEL 3	D3	SIS_DIN_Y Max	0.00371	0.007	D3	SMC EN Y-Y R=1	0.00130	0.0035	65%
NIVEL 2	D2	SIS_DIN_Y Max	0.00324	0.007	D2	SMC EN Y-Y R=1	0.00136	0.0035	58%
NIVEL 1	D1	SIS_DIN_Y Max			D1	SMC EN Y-Y R=1	0.00129	0.0035	





ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO

Story	Output Case	Location	VX tonf	VY tonf
Story1	SISMO EST XX	Bottom	-767.8875	0
Story1	SISMO EST YY	Bottom	0	-767.8875

ANÁLISIS SÍSMICO DINÁMICO INICIAL

Story	Output Case	Location	VX tonf	VY tonf
Story1	SIS DIN XX	Bottom	656.5263	184.0577
Story1	SIS DIN YY	Bottom	199.2206	605.3541

ANÁLISIS SÍSMICO DINÁMICO FINAL

Story	Output Case	Location	VX tonf	VY tonf
Story1	SIS DIN XX	Bottom	656.5263	184.0645
Story1	SIS DIN YY	Bottom	202.1663	614.3364



0	0.98109375
0.05	0.98109375
0.1	0.98109375
0.15	1.509375
0.2	1.509375
0.25	1.509375
0.3	1.509375
0.35	1.509375
0.4	1.509375
0.45	1.509375
0.5	1.509375
0.55	1.509375
0.6	1.509375
0.65	1.39326923
0.7	1.29375
0.75	1.2075
0.8	1.13203125
0.85	1.06544118
0.9	1.00625
0.95	0.95328947
1	0.905625
1.05	0.8625
1.1	0.82329546
1.15	0.7875
1.2	0.7546875
1.25	0.7245
1.3	0.69663462
1.35	0.67083333
1.4	0.646875
1.45	0.62456897
1.5	0.60375
1.55	0.58427419
1.6	0.56601563
1.65	0.54886364
1.7	0.53272059
1.75	0.5175
1.8	0.503125
1.85	0.48952703
1.9	0.47664474
1.95	0.46442308
2	0.4528125
2.05	0.43099346
2.1	0.41071429
2.15	0.39183342
2.2	0.37422521

2.25	0.35777778
2.3	0.3423913
2.35	0.32797646
2.4	0.31445313
2.45	0.30174927
2.5	0.2898
2.55	0.27854671
2.6	0.26793639
2.65	0.25792097
2.7	0.24845679
2.75	0.23950413
2.8	0.23102679
2.85	0.22299169
2.9	0.21536861
2.95	0.20812985
3	0.20125
3.05	0.19470572
3.1	0.18847555
3.15	0.18253968
3.2	0.17687988
3.25	0.17147929
3.3	0.16632231
3.35	0.16139452
3.4	0.15668253
3.45	0.15217391
3.5	0.14785714
3.55	0.14372148
3.6	0.13975694
3.65	0.13595421
3.7	0.1323046
3.75	0.1288
3.8	0.12543283
3.85	0.12219599
3.9	0.11908284
3.95	0.11608717
4	0.11320313
4.05	0.11042524
4.1	0.10774836
4.15	0.10516766
4.2	0.10267857
4.25	0.10027682
4.3	0.09795836
4.35	0.09571938
4.4	0.0935563
4.45	0.09146572



4.5	0.08944444
4.55	0.08748943
4.6	0.08559783
4.65	0.08376691
4.7	0.08199412
4.75	0.08027701
4.8	0.07861328
4.85	0.07700074
4.9	0.07543732
4.95	0.07392103
5	0.07245
5.05	0.07102245
5.1	0.06963668
5.15	0.06829107
5.2	0.0669841
5.25	0.06571429
5.3	0.06448024
5.35	0.06328064
5.4	0.0621142
5.45	0.06097972
5.5	0.05987603
5.55	0.05880205
5.6	0.0577567
5.65	0.05673898
5.7	0.05574792
5.75	0.05478261
5.8	0.05384215
5.85	0.05292571
5.9	0.05203246
5.95	0.05116164
6	0.0503125
6.05	0.04948433
6.1	0.04867643
6.15	0.04788816
6.2	0.04711889
6.25	0.046368
6.3	0.04563492
6.35	0.04491909
6.4	0.04421997
6.45	0.04353705
6.5	0.04286982
6.55	0.04221782
6.6	0.04158058
6.65	0.04095766
6.7	0.04034863

6.75	0.03975309
6.8	0.03917063
6.85	0.03860088
6.9	0.03804348
6.95	0.03749806
7	0.03696429
7.05	0.03644183
7.1	0.03593037
7.15	0.03542961
7.2	0.03493924
7.25	0.03445898
7.3	0.03398855
7.35	0.0335277
7.4	0.03307615
7.45	0.03263367
7.5	0.0322
7.55	0.03177492
7.6	0.03135821
7.65	0.03094964
7.7	0.030549
7.75	0.03015609
7.8	0.02977071
7.85	0.02939267
7.9	0.02902179
7.95	0.02865789
8	0.02830078
8.05	0.02795031
8.1	0.02760631
8.15	0.02726862
8.2	0.02693709
8.25	0.02661157
8.3	0.02629192
8.35	0.02597798
8.4	0.02566964
8.45	0.02536676
8.5	0.0250692
8.55	0.02477685
8.6	0.02448959
8.65	0.02420729
8.7	0.02392985
8.75	0.02365714
8.8	0.02338908
8.85	0.02312554
8.9	0.02286643
8.95	0.02261165



9	0.02236111
9.05	0.02211471
9.1	0.02187236
9.15	0.02163397
9.2	0.02139946
9.25	0.02116874
9.3	0.02094173
9.35	0.02071835
9.4	0.02049853
9.45	0.02028219
9.5	0.02006925
9.55	0.01985965
9.6	0.01965332
9.65	0.01945019
9.7	0.01925019
9.75	0.01905325
9.8	0.01885933
9.85	0.01866835
9.9	0.01848026
9.95	0.01829499
10	0.0181125



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: 17/07/2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: EYMY JOSELIN CCALLATA APAZA

Dirección: Jr. Los precursores, Urb. Horario Zevallos – San Miguel – San Román

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 73824166

Teléfono: 995256363 email: joselioneymyamy@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO CIVIL

Asesor: Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: RESPUESTA SÍSMICA DE UNA EDIFICACIÓN CON SISTEMA DE MUROS ESTRUCTURALES DE 8 NIVELES CON AISLAMIENTO BASAL

Palabras claves, (3 a 5 términos): Aislamiento, rigidez, amortiguamiento, flexibilidad, vibración.

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1,2}?

2

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entré otros relacionados.

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

Bachiller Titulo 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

- Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
- No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción "internacional" o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción "internacional" emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción "internacional" goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17

Firma de Autor



huella digital

17 / 07 / 2025

Fecha