



**UNIVERSIDAD ANDINA**

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**ANÁLISIS DE LA RESPUESTA SÍSMICA DE UNA EDIFICACIÓN  
DE CONCRETO ARMADO DE 7 NIVELES CON AISLADORES  
DE BASE TIPO HIGH DAMPING RUBBER BEARING**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. ANTHONY BRAYAN QUISPE FLORES**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**JULIACA - PERÚ**

**2024**



**UNIVERSIDAD ANDINA**

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**ANÁLISIS DE LA RESPUESTA SÍSMICA DE UNA EDIFICACIÓN  
DE CONCRETO ARMADO DE 7 NIVELES CON AISLADORES  
DE BASE TIPO HIGH DAMPING RUBBER BEARING**

TESIS PRESENTADA POR:

**Bach. ANTHONY BRAYAN QUISPE FLORES**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERO CIVIL**


APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

**PRESIDENTE**

:   
\_\_\_\_\_


Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

**PRIMER MIEMBRO**

:   
\_\_\_\_\_

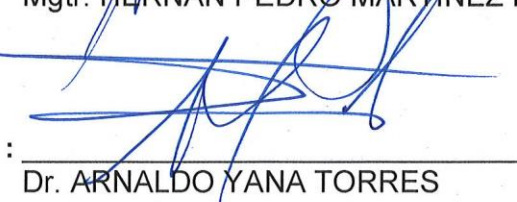
Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

**SEGUNDO MIEMBRO**

:   
\_\_\_\_\_

Mgtr. HERNAN PEDRO MARTINEZ RAMOS

**ASESOR DE TESIS**

:   
\_\_\_\_\_

Dr. ARNALDO YANA TORRES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1213-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 03 de octubre del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024- 14236 presentado por el (la) Bachiller: **ANTHONY BRAYAN QUISPE FLORES** 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. **ANTHONY BRAYAN QUISPE FLORES**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **ANÁLISIS DE LA RESPUESTA SÍSMICA DE UNA EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO DE 7 NIVELES CON AISLADORES DE BASE TIPO HIGH DAMPING RUBBER BEARING**, 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. EFRAIN PARILLO SOSA
- \* **1er Miembro** : Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
- \* **2do Miembro** : Mgtr. HERNAN PEDRO MARTINEZ RAMOS

**ARTICULO SEGUNDO.** - **RECONOCER** como asesor de la propuesta de investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Dr. ARNALDO YANA TORRES**.

**ARTICULO TERCERO .** - **APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **ANTHONY BRAYAN QUISPE FLORES**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **ANÁLISIS DE LA RESPUESTA SÍSMICA DE UNA EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO DE 7 NIVELES CON AISLADORES DE BASE TIPO HIGH DAMPING RUBBER BEARING**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. de acuerdo al siguiente detalle:

- \* **FECHA** : Jueves 10 de octubre del 2024
- \* **HORA** : 14:00 p.m.
- \* **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 Cs. PURASDr. Milton Quispe Huanca  
DECANO  
CIP. 47790UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
DIRECTOR  
Dr. Efraín Parillo Sosa  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓNcc.  
Archivo  
Interesado (a)



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 909-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 29 de agosto del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-CU - 10244 por el señor (a): **ANTHONY BRAYAN QUISPE FLORES** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 777- 2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 155 - 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): **ANTHONY BRAYAN QUISPE FLORES**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **ANÁLISIS DE LA RESPUESTA SÍSMICA DE UNA EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO DE 7 NIVELES CON AISLADORES DE BASE TIPO HIGH DAMPING RUBBER BEARING**, 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° 155 - 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **ANÁLISIS DE LA RESPUESTA SÍSMICA DE UNA EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO DE 7 NIVELES CON AISLADORES DE BASE TIPO HIGH DAMPING RUBBER BEARING**, 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): **ANTHONY BRAYAN QUISPE FLORES**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **ANÁLISIS DE LA RESPUESTA SÍSMICA DE UNA EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO DE 7 NIVELES CON AISLADORES DE BASE TIPO HIGH DAMPING RUBBER BEARING** 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. ARNALDO YANA TORRES**.

**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 Cs. PURAS

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA  
DECANO  
C.I.R. 47780



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Efraín Parillo Sosa  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
Archivo  
interesado (a)



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 524-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 01 de julio del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-CU- 7044, presentado el o (la) Bachiller ANTHONY BRAYAN QUISPE FLORES solicitando APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN el PROVEIDO - N° 537 -2024-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 166 -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 o (la) Bachiller: ANTHONY BRAYAN QUISPE FLORES ha presentado su propuesta de investigación Titulado: ANÁLISIS DE LA RESPUESTA SÍSMICA DE UNA EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO DE 7 NIVELES CON AISLADORES DE BASE TIPO HIGH DAMPING RUBBER BEARING, 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 Mgtr. 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° 166 -2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: ANÁLISIS DE LA RESPUESTA SÍSMICA DE UNA EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO DE 7 NIVELES CON AISLADORES DE BASE TIPO HIGH DAMPING RUBBER BEARING.

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 o (la) Bachiller: ANTHONY BRAYAN QUISPE FLORES, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: ANÁLISIS DE LA RESPUESTA SÍSMICA DE UNA EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO DE 7 NIVELES CON AISLADORES DE BASE TIPO HIGH DAMPING RUBBER BEARING 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 Mgtr. ARNALDO YANA TORRES.

**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. BRAYAN QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790



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

Dr. Efraim Pajillo Sosa  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
Archivo 2024  
Interesado (a)



## ANÁLISIS DE LA RESPUESTA SÍSMICA DE UNA EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO DE 7 NIVELES CON AISLADORES DE BASE TIPO HIGH DAMPING RUBBER BEARING

### INFORME DE ORIGINALIDAD

21%

INDICE DE SIMILITUD

9%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

19%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	16%
2	<a href="http://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
3	<a href="http://repository.javeriana.edu.co">repository.javeriana.edu.co</a> Fuente de Internet	<1%
4	Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion Trabajo del estudiante	<1%
5	<a href="http://repositorio.upn.edu.pe">repositorio.upn.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
6	<a href="http://repositorio.usmp.edu.pe">repositorio.usmp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
7	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	<1%
8	<a href="http://repositorio.unifsc.edu.pe">repositorio.unifsc.edu.pe</a>	



### Metadatos complementarios - UANCV

<b>Título de la tesis</b>	
<b>ANÁLISIS DE LA RESPUESTA SÍSMICA DE UNA EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO DE 7 NIVELES CON AISLADORES DE BASE TIPO HIGH DAMPING RUBBER BEARING</b>	
<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	ANTHONY BRAYAN QUISPE FLORES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	73907692
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0009-9444-4529">https://orcid.org/0009-0009-9444-4529</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0002-6740-5024">https://orcid.org/0000-0002-6740-5024</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	EFRAIN PARILLO SOSA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02416058
<b>Miembro Del Jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02442876
<b>Miembro Del Jurado 2</b>	
Nombres y apellidos	HERNAN PEDRO MARTINEZ RAMOS
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	01316765





DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo ANTHONY BRAYAN QUISPE FLORES, identificado con DNI Nro. 73907692 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 EDIFICACIÓN DE CONCRETO  
ARMADO DE 7 NIVELES CON AISLADORES DE BASE TIPO HIGH DAMPING  
RUBBER BEARING

Asesorado por: Dr. ARNALDO YANA TORRES

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 05 de NOVIEMBRE del 2024

Firma del Asesor  
(obligatoria)

Firma del Estudiante  
(obligatoria)



Huella



## ÍNDICE

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

### CAPÍTULO I

#### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Exposición de la situación del problema .....	1
1.2 Exposición de la problemática.....	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.....	3
1.4 Hipótesis .....	3
1.4.1 Hipótesis general.....	3
1.4.2 Hipótesis específicas .....	3
1.4.3 Diseño de contrastación de hipótesis .....	3
1.5 Variables.....	4



- 1.5.1 Variables de caracterización ..... 4
- 1.5.2 Variables De Interés..... 4
- 1.6 Operacionalización de variables ..... 4
  - 1.6.1 Indicadores..... 4
- 1.7 Limitaciones de la investigación ..... 5
- 1.8 Justificación del estudio ..... 5
  - 1.8.1 Justificación Técnica..... 5
  - 1.8.2 Justificación Económica y Social. .... 5

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

- 2.1 Antecedentes de la investigación ..... 7
  - 2.1.1 Antecedente N°1 (Internacional) ..... 7
  - 2.1.2 Antecedente N°2 (Internacional) ..... 7
  - 2.1.3 Antecedente N°3 (Nacional) ..... 8
  - 2.1.4 Antecedente N°4 (Nacional) ..... 9
- 2.2 Bases teóricas ..... 10
  - 2.2.1 Pre- dimensionamiento de sistemas de la estructura ..... 10
  - 2.2.2 Análisis Y Diseño Sismorresistente..... 11
- 2.3 Evaluación sísmica ..... 11
  - 2.3.1 Evaluación Estática (Energías Horizontales Equivalentes) ..... 11
- 2.4 Evaluación dinámica ..... 12
  - 2.4.1 Evaluación Dinámica Modal Espectral..... 12



2.4.2	Evaluación dinámica tiempo - historia .....	13
2.5	Aislamiento sísmico en la base.....	14
2.6	Desempeño del plan de aislación .....	14
2.6.1	Clases De Aislantes De Base .....	17
2.6.2	Modelación Dinámica de Sistemas Aislados.....	19

### CAPÍTULO III

#### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1	Parámetros del estudio.....	20
3.1.1	Diseño de la investigación .....	20
3.1.2	Tipo de investigación.....	20
3.1.3	Método De Investigación.....	20
3.1.4	Técnicas e Instrumentos.....	20
3.2	Población y muestra .....	21
3.2.1	Población.....	21
3.2.2	Muestra. ....	21
3.3	Procedimiento de evaluación estructural.....	21
3.3.1	Cualidades De Los Insumos.....	22
3.3.2	Metrado de cargas (E-020, 2018).....	23
3.4	Estándares generales para la modelación sísmica de edificios.....	23
3.4.1	Coeficiente Para La Energía de Corte En El Apoyo.....	23
3.5	La construcción de la cimentación permanente se somete a análisis y evaluación estadística.....	24



3.5.1	Descripción y Modelado Del Sistema.....	24
3.6	Evaluación del sistema con apoyo fijo .....	26
3.6.1	Gestión de irregularidades .....	26
3.6.2	Alteración De Rigidez – Piso Débil.....	26
3.6.3	Alteración De Firmeza Límite – Piso Débil .....	27
3.6.4	Alteración de resistencia – piso débil .....	28
3.6.5	Alteración Extrema De Resistencia - Piso Débil .....	29
3.6.6	Alteración Torsional Extrema En Planta .....	30
3.6.7	Energía de Corte En El Apoyo – Cortante Basal (V) .....	31
3.6.8	Exponente K En Conexión Al Lapso.....	32
3.6.9	Energía de corte .....	32
3.6.10	Lapso Real Del Sistema .....	33
3.7	Evaluación dinámica del sistema con apoyo fijo .....	33
3.7.1	Evaluación Dinámica Modal Espectral.....	34
3.7.2	Formas De Vibración.....	34
3.8	Aceleración espectral (normativa e.030-2018, art.29.2) .....	34
3.8.1	Resumen De Estándar Para la Determinación Dinámica Del Sistema .....	35
3.8.2	Espectro De Pseudoaceleración .....	36
3.8.3	Masa Participativa Sistema De Apoyo Fijo .....	38
3.8.4	Energía Cortante Límite.....	39
3.8.5	Control De Deslizamientos Admisibles - Derivas .....	41



3.9	Modelado y evaluación del sistema con apoyo aislado.....	42
3.9.1	Carga sísmica del sistema sin interfaz de aislación .....	44
3.9.2	Masa sísmica del sistema con interfaz de aislación.....	44
3.9.3	Situaciones de peso para la interfaz de aislación .....	44
3.9.4	Carga Sísmica Horizontal .....	44
3.9.5	Carga de nieve.....	45
	(CV+CM) + 1.0 (CSV + CSH) + 0.2 CN.....	45
3.9.6	Peso vertical límite:.....	45
3.10	Determinación de cualidades físicas aislantes.....	45
3.10.1	Estándares De Modelo .....	45
3.10.2	Amortiguación Real ( $B_M$ ) .....	46
3.10.3	Lapso objetivo.....	47
3.10.4	Excentricidad accidental .....	47
3.10.5	Sismo Límite Considerado ( $S_{aM}$ ).....	47
3.10.6	Deslizamiento Traslacional:.....	47
3.10.7	Deslizamiento Total Límite .....	48
3.11	Determinación de cualidades mecánicas nominales de los aislantes .....	48
3.11.1	Rigidez Horizontal Del Agente Keff .....	49
3.11.2	Dimensión de caucho del elemento ( $H_r$ ) .....	49
3.11.3	Zona del elemento (A): .....	49
3.11.4	Diámetro del elemento (A) .....	49



3.12	Cualidades físicas del elemento de aislación.....	50
3.13	Resumen - cualidades mecánicas determinadas .....	50
3.13.1	Cualidades lineales Vertical (U1) .....	51
3.13.2	Cualidades No Lineales (U2, U3).....	51
3.13.3	Espectro De Respuesta De SMC R=1 .....	56

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	LAPSOS Y MASA INTERVENTIVA .....	58
4.1.1	Masa Participativa Sistema Con Apoyo Fijo. ....	58
4.1.2	Masa Participativa Sistema Con Apoyo Aislado .....	59
4.1.3	Lapso De Vibración Apoyo Fijo vs Apoyo Aislado .....	60
4.2	Energías de corte .....	61
4.2.1	Energías de Corte SD R=7 Apoyo Fijo y Apoyo Aislado Sentido X-X.....	61
4.2.2	Energías de Corte SD R=7 Apoyo Fijo Y Apoyo Aislado Sentido Y-Y .....	63
4.3	Deslizamientos .....	65
4.3.1	Deslizamiento límite SD R = 7 Apoyo Fijo Contra SMC R = 1 Apoyo Aislado – X - X	65
4.3.2	Deslizamiento límite SD R = 7 Apoyo Fijo Contra SMC R = 1 Apoyo Aislado – Y - Y	66
4.4	Derivas.....	68
4.4.1	Gestión De Derivas Con SD R = 7 Apoyo fijo Sentido X - X .....	68
4.4.2	Gestión De Derivas Con SD R = 1 Apoyo Aislado Sentido X - X.....	69



4.5 Influjo de los aislantes de apoyo en derivas .....	70
CONCLUSIONES .....	74
RECOMENDACIONES .....	77
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	78
ANEXOS .....	80



## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1</b> Estándares de modelo hormigón .....	22
<b>Tabla 2</b> Estándares de modelo armado .....	22
<b>Tabla 3</b> Cargas de servicio en relación a su uso .....	23
<b>Tabla 4</b> Techos con inclinación hasta de 3° con relación a la horizontal.....	23
<b>Tabla 5</b> Pesos Específicos y pesos por unidad .....	23
<b>Tabla 6</b> Alteración piso débil X-X.....	27
<b>Tabla 7</b> Alteración piso débil Y-Y .....	27
<b>Tabla 8</b> Alteración extrema piso débil X-X.....	28
<b>Tabla 9</b> Alteración extrema piso débil Y-Y.....	28
<b>Tabla 10</b> Alteración piso blando X-X .....	29
<b>Tabla 11</b> Alteración piso débil Y-Y .....	29
<b>Tabla 12</b> Alteración extrema piso blando X-X.....	30
<b>Tabla 13</b> Alteración extrema piso débil Y-Y.....	30
<b>Tabla 14</b> Alteración torsional extrema en planta X-X.....	31
<b>Tabla 15</b> Alteración torsional extrema en planta Y-Y .....	31
<b>Tabla 16</b> Energías de corte.....	32
<b>Tabla 17</b> Formas de vibración en los 3 iniciales formas.....	33
<b>Tabla 18</b> Parámetro o estándares para la determinación dinámica del sistema.....	35
<b>Tabla 19</b> Espectros de pseudo aceleración SMC R=1 – SD R=7 .....	36
<b>Tabla 20</b> Masa participativa sistema con apoyo fijo.....	39
<b>Tabla 21</b> Evaluación sísmica estática.....	40
<b>Tabla 22</b> Evaluación sísmica dinámica no alcanza las condiciones.....	40
<b>Tabla 23</b> Evaluación sísmica dinámica – cumple condicionante.....	40
<b>Tabla 24</b> Límites para la alteración del entrepiso .....	41
<b>Tabla 25</b> Derivas de entrepiso apoyo fijo X-X.....	41
<b>Tabla 26</b> Derivas de entrepiso apoyo fijo Y-Y .....	42



<b>Tabla 27</b> Masa sísmica sistema sin interfaz de aislamiento.....	44
<b>Tabla 28</b> Carga sísmica del sistema con interfaz de aislación .....	44
<b>Tabla 29</b> Estándares de modelo para el redimensionamiento aislantes .....	45
<b>Tabla 30</b> % Amortiguación .....	46
<b>Tabla 31</b> Cualidades físicas del elemento de aislación.....	50
<b>Tabla 32</b> Cualidades mecánicas del elemento de aislantes determinados.....	50
<b>Tabla 33</b> Formas de vibración y % de masa participativa apoyo fijo .....	58
<b>Tabla 34</b> Formas de vibración y % de masa participativa base aislada .....	59
<b>Tabla 35</b> Comparativo de Modos De Vibración Apoyo Fijo vs Apoyo Aislado .....	60
<b>Tabla 36</b> Energías de corte en un sd- $r=7$ apoyo fijo y apoyo aislado - cualidades nominales X-X ...	62
<b>Tabla 37</b> Energías cortantes para un SD- $R=7$ Apoyo Fijo vs Apoyo Aislado - Cualidades Nominales Y-Y .....	64
<b>Tabla 38</b> Deslizamiento límite -SD $R=7$ Apoyo Fijo VS SMC $R=1$ Apoyo Aislado X-X .....	66
<b>Tabla 39</b> Deslizamiento límite -SD $R = 7$ Apoyo Fijo Contra SMC $R = 1$ Apoyo Aislado Y - Y.....	67
<b>Tabla 40</b> Derivas Con Sismo De Modelo $R=7$ Apoyo fijo Sentido X - X.....	68
<b>Tabla 41</b> Derivas Con Sismo De Modelo $R = 7$ Apoyo fijo Sentido Y - Y .....	68
<b>Tabla 42</b> Derivas Con Sismo De Modelo $R = 1$ Apoyo Aislado Sentido X - X.....	69
<b>Tabla 43</b> Derivas Con Sismo De Modelo $R=1$ Apoyo Aislado Sentido Y-Y .....	69
<b>Tabla 44</b> Contraste De Derivas Sentido X-X .....	70
<b>Tabla 45</b> Contraste De Derivas Sentido Y - Y .....	72



## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1</b> Organización de la clase de columnas para el pre dimensionamiento.....	11
<b>Figura 2</b> Energías Laterales Actuantes En El Centro De Masa .....	12
<b>Figura 3</b> Modos De Vibración En Una Estructura Dinámica .....	13
<b>Figura 4</b> Componentes Del Sistema De Aislación Sísmica.....	14
<b>Figura 5</b> Comportamiento Sísmico De La Estructura Con Y Sin Aislamiento En La Base.....	15
<b>Figura 6</b> Espectro De Aceleraciones Y Desplazamientos .....	16
<b>Figura 7</b> Espectro De periodos y cortantes.....	16
<b>Figura 8</b> Aislador Tipo Lead Rubber Bearing (HDRB) .....	18
<b>Figura 9</b> Diagrama Deformación De Los Aisladores HDRB .....	18
<b>Figura 10</b> Esquema De Un Sistema Con Aislante Basal De Dos Grados De Libertad .....	19
<b>Figura 11</b> Cualidades del Elemento .....	22
<b>Figura 12</b> Casos De Carga Para El Sismo Estático .....	24
<b>Figura 13</b> Fuente De Masa.....	25
<b>Figura 14</b> Vista en 3 dimensiones del sistema a Analizar Base Fija.....	25
<b>Figura 15</b> Coeficientes De Análisis Estático .....	32
<b>Figura 16</b> Modos De Vibración 1 y 2.....	33
<b>Figura 17</b> Espectro de Pseudo aceleración.....	37
<b>Figura 18</b> Espectro De Pseudo Aceleración.....	37
<b>Figura 19</b> Casos De Carga .....	38
<b>Figura 20</b> Sismo En El Sentido Y-Y .....	38
<b>Figura 21</b> Vista tridimensional con interfaz de aislamiento .....	43
<b>Figura 22</b> Rigidez Vertical.....	51
<b>Figura 23</b> Cualidades Lineales Y No Lineales De Los Elementos De Aislación .....	51
<b>Figura 24</b> Suma De Las Cualidades Lineales Y No Lineales Del Elemento De Aislación .....	52
<b>Figura 25</b> Cualidades de Rigidez Vertical.....	52
<b>Figura 26</b> Sistema Incorporado Con La Interfaz De Aislación.....	53



<b>Figura 27</b> Sistema Aislado Con Elementos HDRB .....	54
<b>Figura 28</b> Vista 3d Del Sistema Aislado .....	55
<b>Figura 29</b> Espectro De Respuesta SMC R=21 .....	56
<b>Figura 30</b> Casos De Sismo Para El SMC R=1 .....	57
<b>Figura 31</b> Lapso De Vibración Apoyo Fijo vs Apoyo Aislado .....	60
<b>Figura 32</b> Cortante - sismo de modelo R=7 Cualidades Nominales Sentido X-X .....	61
<b>Figura 33</b> Lapso De Vibración Apoyo Fijo vs Apoyo Aislado .....	62
<b>Figura 34</b> Energías Cortantes SD R=7 Apoyo Fijo vs Apoyo Aislado sentido Y-Y .....	63
<b>Figura 35</b> Energías Cortantes Y-Y Apoyo Fijo vs Apoyo Aislado .....	64
<b>Figura 36</b> Deslizamiento límite -SD R=7 Apoyo Fijo VS SMC R=1 Apoyo Aislado X-X.....	65
<b>Figura 37</b> Deslizamiento límite SD R=7 Apoyo Fijo Vs SMC R=1 Apoyo Aislado - Y-Y .....	66
<b>Figura 37</b> Derivas SD R=7 Apoyo Fijo Vs SMC R=1 Apoyo Aislado - X-X.....	71
<b>Figura 38</b> Derivas SD R=7 Apoyo Fijo Vs SMC R=1 Apoyo Aislado - Y-Y .....	73



## RESUMEN

La existencia de cargas sísmicas en la región donde se encuentran las edificaciones puede provocar el colapso de los conformantes del sistema de concreto con acero, cuestión que se plantea con frecuencia en proyectos de este tipo. De acuerdo con los requerimientos de la NTP. E-031 sobre "aislación sísmica", el final eventual de este proyecto es estudiar el desempeño de un sistema de concreto con acero equipado con un sistema de estructura dual. Con el fin de proteger la estructura contra los terremotos, la solución que se ha ofrecido incluye el uso de dispositivos de aislamiento elastomérico que tienen un núcleo de plomo (HDRB). Para poder tolerar espectros sísmicos con una DE de siete y un espectro sísmico máximo con un SMR de Y R igual a uno, se construirá la estructura. La estructura en cuestión es un edificio de una clínica de salud que se construyó en siete niveles y tiene una superficie cubierta de 230 metros cuadrados. La estructura es de forma estándar y tiene escalones tanto en la entrada como en el interior del propio edificio. Además de contar con zonas de iluminación en cada una de sus cuatro plantas, la estructura está formada por un sistema dual compuesto por marcos y placas.

La zona 3, que corresponde a la tercera zona, es donde se designa que se ubique el edificio en el mapa de zonificación de nuestro País. La flexibilidad horizontal de los aisladores de base es responsable de que la estructura tenga un lapso fundamental de vibración de 0,492 seg una vez está operando en modo 1. El valor que la estructura obtiene para las características nominales en el mismo modo es de 1,705 segundos, lo que indica un aumento del 71% en su valor. Por otro lado, cuando se agregan los dispositivos de aislamiento al sistema, el manejo del sistema mejora. Cuando se examinó la construcción tanto con un apoyo fijo como con un apoyo aislado, se descubrió que las fuerzas de corte sísmicas en la base disminuyeron hasta en



un 68 por ciento en ambas direcciones en ambos lados de la estructura. Esto se demostró durante todo el uso del marco en el estudio.

Se puede hacer una comparación similar entre el sistema con una apoyo fijo y al sistema con un apoyo aislado. El primero presenta un desplazamiento límite de 1,9715 cm en la dirección X-X, mientras que el segundo presenta un deslizamiento límite de 33,8429 cm. Para colmo, presenta desplazamientos de 1,4907 cm y 29,0563 cm en la dirección Y-Y respecto al nivel final. En las tablas 43 y 44 se puede observar que la flexibilidad horizontal de los aislantes está acorde con el desempeño del elemento. En comparación con una estructura de apoyo fijo, el sistema de apoyo aislado y el sistema con aislantes de base del tipo HDRB brindan una disminución de derivas en el nivel final de hasta un 68% en el sentido X-X y un 68% en el sentido Y-Y. Esto es en contraste con el sistema de apoyo fijo. Es necesario que el sistema cumpla con los estándares dados en la normativa de aislación sísmica E.031 para que pueda cumplir con los requisitos de derivas que se consideran aceptables. Esta norma en particular estipula que la deriva límite que se puede permitir es de 3,5 sobre 1000.

Los aislantes de base se han diseñado de acuerdo con los requisitos de diseño. Obtuvimos un valor DTM de 34,7 cm cuando estábamos en el proceso de establecer el tamaño de los agentes de aislación sísmica. Esta es la razón por la que esto es así. Además, al realizar el análisis en el software, pudimos adquirir un valor DTM de 33,8429 cm, que corresponde a un valor SMC R de 1. El hecho de que el valor estimado sea menor que el valor que se calculó manualmente demuestra que el modelo de los aislantes esté acorde con la finalidad para el que fueron diseñados.

**Palabras claves:** Pseudoaceleracion, espectros sísmicos, aislamiento sísmico, derivas, dispositivos HDRB.



## ABSTRACT

A common problem of reinforced concrete structures is the collapse of their components due to seismic forces in the area where the buildings are located. Therefore, the purpose of this thesis is to determine the behavior of a reinforced concrete structure with a dual structural system under the criteria of NTP. E-031 "seismic isolation". For this purpose, the use of elastomeric isolation devices of the lead core base (HDRB) type is proposed, structure that will be subjected to earthquake by design spectra  $SD = 7$  and maximum seismic spectra considered  $SMC Y R=1$ , the proposed structure is of category "A" Health - Clinic of 7 levels with a roofed area = 230 m<sup>2</sup> of regular shape with stairs at the entrance and interior of the building composed with a dual system between porches and plates, as well as lighting areas in the four levels.

Zone 3, which corresponds to the third zone, is where the building is designated to be located on the zoning map of Peru. The horizontal flexibility of the base isolators is responsible for the structure having a fundamental period of vibration that is 0.492 seconds while it is operating in mode 1. The value that the structure obtains for the nominal characteristics in the same mode is 1.705 seconds, which indicates a 71% increase in its value. On the other hand, when the isolation devices are added to the structure, the performance of the structure is improved. When the construction was examined with both a fixed basis and an isolated base, it was discovered that the seismic shear forces at the base decreased by as much as 68 percent in both directions on both sides of the structure. This was shown throughout the whole of the study's utilization of the framework.

A similar comparison may be made between the structure with a fixed basis and the structure with an isolated base. The former has a maximum displacement of 1.9715 cm in the



X-X direction, while the latter has a maximum displacement of 33.8429 cm. To add insult to injury, it has displacements of 1.4907 cm and 29.0563 cm in the Y-Y direction in comparison to the final level. It can be observed in tables 43 and 44 that the horizontal flexibility of the insulators is in accordance with the functioning of the device. When contrasted to a system with a fixed base, the structure with an isolated base and the structure with base insulators of the HDRB type provide a reduction in drifts at the final level of up to 68% in the X-X direction and 68% in the Y-Y direction. This is in comparison to the structure with a fixed base. It is necessary for the structure to conform to the standards given in the E.031 seismic isolation standard in order for it to be able to fulfill the requirements for drifts that are considered acceptable. This particular standard stipulates that the maximum drift that may be allowed is 3.5 out of 1000.

The base isolators have been designed in a manner that is in accordance with the design requirements. We obtained a DTM value of 34.7 cm when we were in the process of establishing the size of the seismic isolation devices. This is the reason why this is the case. Further, when doing the analysis in the software, we were able to acquire a DTM value of 33.8429 cm, which corresponds to an SMC R value of 1. The fact that the estimated value is lower than the value that was manually computed demonstrates that the design of the isolators is in accordance with the goal that they were designed to achieve.

**Keywords:** Pseudoacceleration, seismic spectra, seismic isolation, drifts, HDRB devices.



## INTRODUCCIÓN

El proceso por el cual una estructura reacciona a fuerzas externas, como terremotos, en términos de desplazamientos y deformaciones se conoce como comportamiento estructural de la estructura. Una serie de criterios, incluyendo la rigidez, organización y composición de la estructura, tienen un rol en el cálculo de la cantidad de daño estructural que experimenta una estructura. La finalidad primordial de este proyecto es estudiar la suma de aislantes de apoyo elastomérico con centro de Pb (HDRB) con el fin de realizar una evaluación sísmica de un centro de salud (clínica). Durante un número considerable de décadas, este método se ha utilizado en las naciones industrializadas con el fin de establecer una interfaz de aislamiento. La separación de la subestructura de la super estructura es posible gracias a esta interfaz, que también mejora el rendimiento estructural durante los fenómenos sísmicos.

Como resultado del valor económico sustancial de los contenidos, que incluyen instalaciones y equipos médicos, es de suma importancia resolver rápidamente cualquier daño que pueda ocurrir en ellos. Tendrá lugar una evaluación sísmica estática con energías equivalentes y una evaluación dinámica utilizando un espectro de modelo, un sistema de estructura dual de manera regular y una estructura base con un factor de diseño de  $R=7$ . Ambos análisis se incluirán en la investigación actual. Con la ayuda de este estudio, queremos realizar un análisis estructural de la misión de investigación en curso. La determinación de los parámetros del análisis dinámico se logrará mediante el uso de los parámetros de la NTP E.030. La integración de un grado de interfaz de aislación y los elementos aislantes de base HDRB que le corresponden se implementará dentro de la estructura luego de que se haya determinado que se han alcanzado los requerimientos establecidos en esta norma. Se requiere que la determinación de las cualidades mecánicas nominales de los aislantes se realice conforme con las normas que se describen en la NTP E.031. Como parte de la investigación, se utilizarán los espectros SMC  $R=1$ .



## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1 Exposición de la situación del problema

Dada la frecuente ocurrencia de actividad sísmica en nuestra nación y área, es crucial priorizar la investigación y utilizar métodos de construcción innovadores. Debido a su posición, donde convergen la Placa de Nazca, la Subplaca del Pacífico y la Placa Sudamericana, nuestra nación es responsable del 80% de los fenómenos sísmicos y volcánicos globales. Este proyecto utiliza aislantes de base elastoméricos con un centro de plomo HDRB para evaluar la respuesta estructural sísmica de un centro de atención médica en nuestra vecindad. El propósito de este proyecto es realizar una evaluación sísmica de las cargas estáticas equivalentes que actúan sobre una construcción de hormigón con acero de cuatro niveles que está equipado con aisladores de base. Esta investigación tendrá lugar conforme a las pautas descritas en NTP E.031. Asegurar que haya poco o ningún daño a la infraestructura crítica, como hospitales, edificios gubernamentales e instalaciones capaces de albergar grandes multitudes, es de suma importancia después de un terremoto. Esto permitirá la prestación de un servicio eficaz a la comunidad. Para reducir el impacto devastador de catástrofes naturales como los terremotos, se han hecho esfuerzos para identificar técnicas de diseño que enfatizan la seguridad de las vidas humanas, la conservación de la integridad del sistema y la garantía de una funcionalidad adecuada. Las naciones industrializadas utilizan la estrategia arquitectónica de diseño de aislamiento básico para separar los edificios del suelo, lo que permite la dispersión y



disminución de la energía inducida por los terremotos. El aislamiento sísmico es un método diseñado para disminuir las fuerzas sísmicas ejercidas sobre una estructura, en lugar de mejorar la capacidad del edificio para soportar la actividad sísmica. Los países con riesgos sísmicos significativos, como Nueva Zelanda (donde se originó la técnica), los Estados Unidos de América, Japón y Chile, están abogando activamente por la adopción de esta tecnología.

## 1.2 Exposición de la problemática

### 1.2.1 *Problema General*

¿Cuál es el comportamiento estructural de una edificación de hormigón armado al implementar elementos aislantes en la base del tipo HDRB sometido a sismo?

### 1.2.2 *Problemas Específicos*

¿Cuál será la estructuración de la edificación para cumplir con los estándares establecidos por la norma de diseño sismorresistente E-030?

¿Las cualidades del edificio aislantes de base en estudio cumplirán los con la filosofía de diseño de la NTP? E.- 031?

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 *Objetivo General*

Analizar la respuesta estructural de una edificación de hormigón armado sometida a terremoto, con la incorporación de un sistema de aislamiento de base elastomérica con núcleo de Pb HDRB.



## 1.3.2 *Objetivos Específicos*

- Cumplir con la estructuración de la edificación de categoría “A- Salud “cumpla con los estándares de diseño según la Norma E-030.
- Describir las cualidades de un edificio con aislación de base según los estándares establecidos por la nueva norma peruana E.031.

## 1.4 *Hipótesis*

### 1.4.1 *Hipótesis general*

- La evaluación sísmica de una edificación con aisladores de base del tipo HDRB contribuye significativamente en mejorar su comportamiento estructural.

### 1.4.2 *Hipótesis específicas*

- La estructuración de la edificación cumplirá con los requisitos mínimos de diseño sismorresistente.
- Las cualidades de la edificación con aislación de base conforme a los estándares estipulados por la nueva norma peruana E.031 permitirá conocer la optimización de diseño.

### 1.4.3 *Diseño de contrastación de hipótesis*

Luego de conceptuar el concepto, es fundamental realizar pruebas independientes para verificar su exactitud. Dadas las circunstancias, es esencial implementar una estrategia comparativa que utilice métodos y procedimientos de análisis para rectificar o refutar la teoría.



## 1.5 Variables

### 1.5.1 Variables de caracterización

- Estructuración sísmica del edificio.
- Aislante de base del tipo elastómero con centro de Pb HDRB.

### 1.5.2 Variables De Interés

- Desempeño de la estructura de Hormigón con Acero.
- Parámetros sísmicos del sistema con aislantes de base.

## 1.6 Operacionalización de variables

### 1.6.1 Indicadores.

#### 1.6.1.1 Indicadores De Caracterización.

- Desempeño de la estructura de hormigón con acero.
- Deslizamientos límites aceptables.
- Estructuración y configuración en planta y altura.
- Ubicación geográfica de la locación del análisis.

#### 1.6.1.2 Indicadores De Interés.

- Derivas.
- Desplazamientos.
- Energías cortantes
- Espectros.



## 1.7 Limitaciones de la investigación

Este proyecto se ve significativamente limitada por la falta de conocimientos sobre el diseño y el análisis de edificios similares en nuestro contexto local y regional, así como sobre los procedimientos de construcción. Es crucial destacar que este estudio está limitado por el hecho de que se centra en una técnica de construcción contemporánea en nuestro país.

## 1.8 Justificación del estudio

### 1.8.1 *Justificación Técnica.*

Se ha sugerido que el aislamiento sísmico es una excelente respuesta al problema de encontrar nuevas opciones de modelo estructural capaces de soportar eficazmente las perturbaciones sísmicas. Este fenómeno es más notorio en regiones que experimentan altos niveles de actividad sísmica, como Perú, donde la región sur no ha tenido ningún evento sísmico significativo en más de cien años. Es el método más eficaz para mejorar tanto el bienestar de las personas como el desempeño operativo de las edificaciones tras un terremoto. Este enfoque es la metodología más eficiente. En caso de terremoto, ha demostrado un rendimiento notable, como demostraron en un terremoto que se produjo en Los Ángeles que asoló Kobe en 1995. Los individuos que han visto las secuelas de los terremotos a lo largo de su vida se verían profundamente impactadas por esta alternativa. Estas personas tendrían una sensación de confianza, seguridad y tranquilidad gracias a ella.

### 1.8.2 *Justificación Económica y Social.*

La ocurrencia de eventos sísmicos a gran escala es la causa principal de catástrofes catastróficas, que resultan en la pérdida de vidas del hombre, así como en perjuicios económicos masivos. El terremoto de magnitud 7.0 que ocurrió en Ica en 2007 causó una gran devastación física, provocó la migración de múltiples casas y resultó en la muerte de aproximadamente 500 personas, según lo indicado por el Centro de Estudios Internacionales y



Gestión de Desastres (CISMID). En el desarrollo del mes de diciembre del año 2016, un evento sísmico con una escala de 6.3 en la tabla de Richter ocurrió en la localidad de Lampa, que se encuentra en el departamento de Puno. Se produjeron daños significativos a la infraestructura como resultado de este evento sísmico, que también resultó en la reubicación de numerosas personas y la trágica muerte de un niño. Al introducir sistemas de aislación sísmica en los cimientos de los elementos, se puede optimizar el aguante y la firmeza de los edificios contra eventos sísmicos. Esto se logra mediante el suministro de una fuerte rigidez vertical y una disipación eficiente de la energía en la interfaz. La carga financiera que implica el mantenimiento o reemplazo de edificios se reduce como resultado de este procedimiento, lo que es otro beneficio más de este enfoque. Según las reglas establecidas por la norma E.030, los edificios que se clasifican como Tipo A tienen una influencia relevante en la sociedad en la que se encuentran ubicados. Para que estas estructuras funcionen correctamente, su funcionamiento adecuado depende directa e indirectamente del desempeño estructural de nuestra zona. Esto es así para que funcionen correctamente.

A través de la provisión de resultados de evaluación y modelo para un plan de construcción que hace uso de aislantes sísmicos de base, el propósito de este proyecto es hacer una contribución al crecimiento económico y social continuo de nuestra zona. El establecimiento de un precedente se logrará a través del uso de estos hallazgos, que servirán como modelo para la planificación y construcción de futuras instalaciones en nuestra área. Es esencial enfatizar que las ventajas económicas a largo plazo se harán evidentes después de un terremoto de esta escala, a pesar del hecho de que las estructuras de aislación sísmica incurren en un costo adicional de quince a veinte por ciento siempre que se usan en la ejecución de edificaciones. Para ello, es necesario disminuir los costes de conservación, reparación estructural y reconstrucción. Además, es posible evitar la costosa operación de alteración del contenido de un centro sanitario.



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes de la investigación

Los antecedentes serán precesoras para la validación de nuestro actual proyecto.

##### 2.1.1 Antecedente N°1 (Internacional)

Conforme con (Suntaxi, 2016) Quito – El objetivo del proyecto de análisis que tuvo lugar en Ecuador y que se denomina “Análisis De Un Edificio Con Aisladores De Base Y Su Influencia En La Curva De Capacidad” donde se realizó el análisis del comportamiento estructural de una estructura de 6 pisos que está equipada con aislantes sísmicos en comparación con un edificio que tiene la cimentación hundida. Es importante destacar que el valor T de la estructura empotrada es de 0,45 segundos, que es mucho menor que el valor T del sistema aislado, que es de 3,02 segundos. Teniendo en cuenta las condiciones, el cortante basal de la estructura empotrada experimenta una disminución del 43,69%, mientras que la superestructura experimenta un desplazamiento del 43,69%.

##### 2.1.2 Antecedente N°2 (Internacional)

Conforme con (Perez & Vasquez 2016) - Managua – El país de Nicaragua con el proyecto de tesis que se denominará "Diseño de Aisladores Sísmicos de Base para un Edificio



de Oficinas de 10 pisos con un Sistema Estructural de Pórtico de Concreto Reforzado Rígido". En términos de las características dinámicas que poseen, la construcción de base fija en comparación con dos formas diferentes de aislamiento sísmico. El período, la aceleración, la distorsión y el esfuerzo cortante basal son las propiedades que se incluyen en esta clasificación. Además, se demostró que el sistema HDRB exhibió la aceleración más alta (92%) y la mayor reducción en la fuerza cortante (92%). Además, demuestra que fue factible minimizar las aceleraciones entre pisos hasta en un 92%, manteniendo también valores mínimos de 0,13 g durante todo el proceso. Una investigación exhaustiva revela que la estructura demuestra un rendimiento estructural mucho mejor en comparación con el diseño de edificio tradicional. A esta conclusión se puede llegar después de un examen exhaustivo. Muestra excelentes grados de seguridad y resistencia sísmica para el edificio, así como para el contenido de la estructura. Además de esto, desde la perspectiva económica, tiene el potencial de ser una alternativa muy competitiva.

### **2.1.3 Antecedente N°3 (Nacional)**

Para (Janampa Leandro & Ruiz Parra, 2020), El objetivo principal del investigador en su proyecto de tesis, llamado "Análisis Sísmico y Diseño de un Edificio de Oficinas de 7 Niveles con Aisladores de Base - Piura", fue realizar un análisis sísmico completo y un diseño para el edificio de oficinas en cuestión. En su estudio, utilizó un método de enfoque cuantitativo, utilizó una clase de estudio descriptivo aplicado y seleccionó un modelo transversal que no incluyó ningún experimento. Los espacios de oficina estaban destinados a acomodarse dentro de la construcción, y el tamaño total de la muestra de estudio fue de 1154,6 metros cuadrados que se midieron. Dentro del límite estándar E.030, el Sismo Máximo Considerado (SMC) produjo un valor límite de deriva de 0,00546 en la dirección X-X. Este resultado estuvo dentro del rango de valores aceptables. Para el estudio estructural del edificio convencional, por otro



lado, se encontró un valor de 0,00796 en la dirección X-X. Este valor se logró especialmente para el sismo de diseño estándar E.030. Como consecuencia de lo anterior, se hizo absolutamente necesario el uso de este método para reforzar la estructura. En conclusión, resultó sumamente práctico llevar a cabo la evaluación y modelo sísmico del sistema aislado, demostrando con éxito la efectividad de los agentes.

#### **2.1.4 Antecedente N°4 (Nacional)**

Según (Medina & Choque, 2017) Arequipa – Perú en su tesis titulada **“Análisis, Comportamiento Y Diseño En Concreto Armado De Un Edificio De 6 Niveles Con Un Sótano Con Aisladores Elastomericos Con Núcleo De Plomo”**, Para lograr el objetivo de construir un sistema de hormigón con acero de seis niveles y sótano, fue importante utilizar aislantes elastoméricos HDRB. En la dirección Y-Y, el primer modo tuvo un lapso de 2,530 seg, con una intervención modal de masa del 99,91%. En el sentido X-X, el segundo modo tuvo una duración de 2,506 segundos, con una participación modal de masa del 99,97%. Se descubrió que las energías de corte elásticas en la dirección XX son de 2008,79 tn, pero en la dirección Y-Y, se espera que sean de 1987,37 toneladas. En el marco de la construcción, los aisladores sísmicos son responsables de producir fuerzas de corte elásticas que ascienden a 360,08 toneladas en la dirección X-X y 352,64 toneladas en la dirección Y-Y. Cuando se incluyen aisladores sísmicos en una estructura, la actividad sísmica que experimenta la estructura se reduce en un 82,07% en la dirección X-X y en un 82,26% en la dirección Y-Y. Como resultado de este descubrimiento, es evidente que la aplicación de aislantes sísmicos, a pesar de que mejora la seguridad, también resulta en mayores gastos a corto plazo. A pesar de ello, es más eficaz económicamente en un período de tiempo más largo, ya que reduce significativamente los costos que implica la reparación de los componentes tanto estructurales como no en situación donde se presentan sismos.



## 2.2 Bases teóricas

### 2.2.1 Pre-dimensionamiento de sistemas de la estructura

#### 2.2.1.1 Losas Aligeradas En Un Sentido

De acuerdo con la propuesta de Blanco (1994), se sugiere utilizar un espesor de losa de veinte centímetros para luces que van desde cuatro metros hasta cinco metros y medio. (página 21).

#### 2.2.1.2 Pre-Dimensionamiento De Vigas

Se requiere un ancho de al menos 25 centímetros. También es factible conseguir vigas de poco espesor, siempre que no creen pórticos en su recorrido.

(Blanco, 1994) sugiere las fórmulas a continuación:

$$h_{vp} = \frac{L}{12} @ \frac{L}{10}$$
$$b_{vp} = \frac{2 h_{vp}}{3} @ \frac{h_{vp}}{2}$$

Para el predimensionamiento de las vigas no principales sugiere utilizar las fórmulas de la norma técnica:

#### 2.2.1.3 Pre dimensionamiento De Columnas

Se sugiere las siguientes fórmulas.

$$Area = \frac{P}{f'c * n}$$

Donde:

$P$ : Peso final que aguanta la columna.

$f'c$ : Resistencia a la compresión del hormigón.

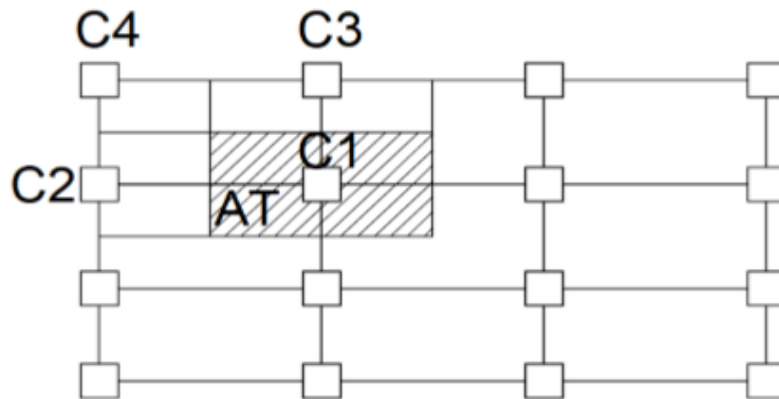
$n$ : factor de cambio para la clase de la columna.

La carga axial por sismo (P) y la variable de variación para la clase de la columna (n) se calcula como sigue:

### 2.2.1.4 Agentes de variación para el pre dimensionamiento de columnas.

**Figura 1:**

*Organización de la clase de columnas para el pre dimensionamiento.*



*Nota: (Morales, 2006)*

## 2.2.2 Análisis Y Diseño Sismorresistente

Conforme con, la ingeniería sísmica es un subcampo del sistema de la estructura que se centra en analizar cómo reaccionan las estructuras cuando se someten a actividad sísmica. Además, investiga los procedimientos que se usan para calcular la integridad estructural de las estructuras, lo que garantiza la seguridad y estabilidad de los edificios en caso de que se desarrolle un terremoto en el futuro.

## 2.3 Evaluación sísmica

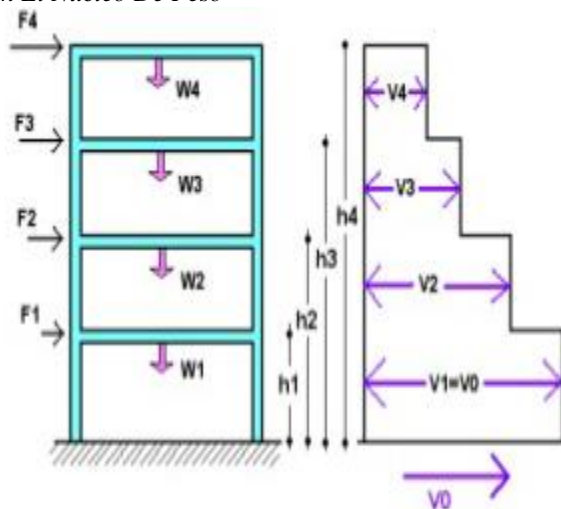
### 2.3.1 Evaluación Estática (Energías Horizontales Equivalentes)

De acuerdo con E.030, las demandas sísmicas se definen como un conglomerado de energías que tienen poder sobre el núcleo de masa de cada nivel que tiene el edificio. Este enfoque podría usarse para evaluar zonas sísmicas señaladas como normales y estructuras que

tengan una altura máxima de treinta metros, como muestra la información que se presenta en el art 19 de E.030, que puede encontrarse en la página 9.

**Figura 2**

*Energías Externas Ejercientes En El Núcleo De Peso*



Nota: Saavedra (2017) <https://saavedraonline.wordpress.com>

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

$$F_1 = V \times \alpha_1$$

## 2.4 Evaluación dinámica

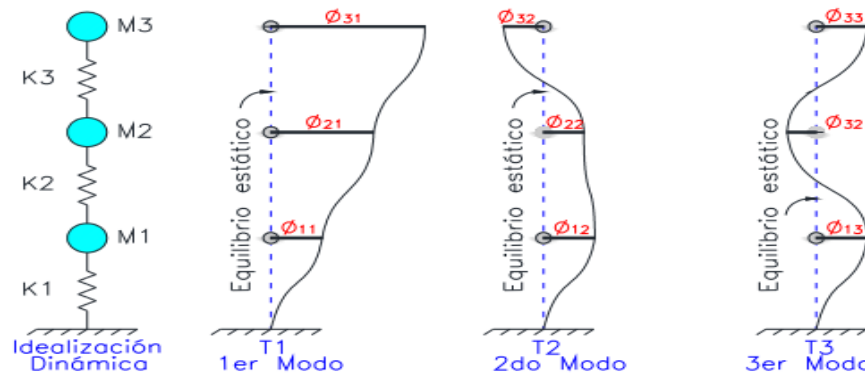
### 2.4.1 Evaluación Dinámica Modal Espectral

Cada losa se identifica como un diafragma rígido durante este tipo de investigación, y hay tres grados de libertad para cada nivel. Esto se ajusta a las normas de la NTP E.030. Para crear movimientos de traslación en las dimensiones X e Y, a diferencia del movimiento de rotación, que se limita a la dirección Z, el objetivo es generar movimientos de traslación. A continuación, se realizará un estudio del espectro de superposición modal para calcular las fuerzas límites más posibles. También, se hallarán el centro de masa, el cizallamiento y la rigidez para cada grado sucesivo que se alcance. Es importante señalar que las duraciones y

frecuencias presentarán diferencias sustanciales en función del modo de vibración concreto que se considere. (Página 10).

**Figura 3**

*Modos De Vibración En Un Sistema Dinámico*



*Nota: (Suntaxi, 2016)*

Conforme con la normativa E-030, el espectro de modelo puede separarse en dos clases distintas: características elásticas e inelásticas. Para cumplir el objetivo del diseño modal espectral, el espectro inelástico encuentra su aplicación. El cálculo del factor de disminución sísmica (R) depende del sistema estructural evaluado en el edificio y de los defectos presentes en la estructura. Un estándar, que se representa en la pag 14, es la encargada de calcular el espectro de diseño aplicable.

$$S_a = \frac{ZUCS}{R} x g$$

**2.4.2 Evaluación dinámica tiempo - historia**

Utilizando datos de acelerogramas reales o simulados, Núñez (2017) define el análisis dinámico histórico temporal (NDP) como una manera a través la cual se puede evaluar el desempeño dinámico de una estructura específica en diferentes intervalos de tiempo. Este método se utiliza para analizar el desempeño dinámico del sistema. De acuerdo con la explicación proporcionada en la página 15, esto se logra mediante el uso de los dos

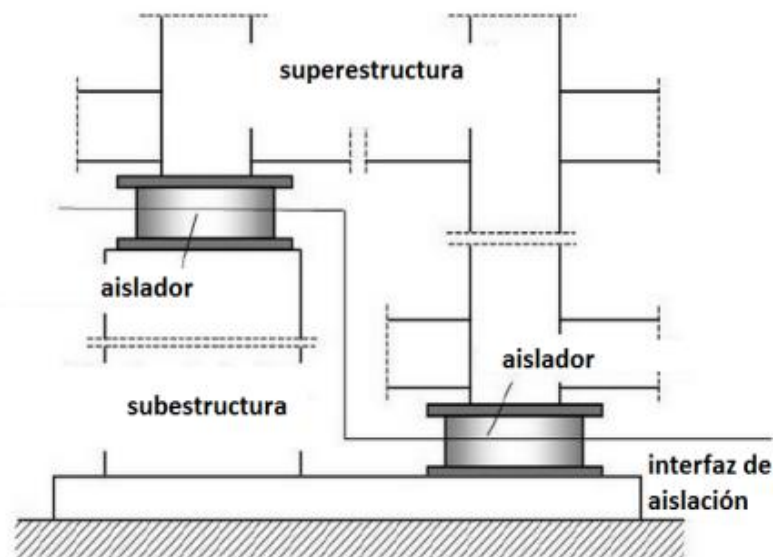
componentes horizontales de registros que han sido cuidadosamente escogidos y escalados de al menos tres pares diferentes de ocurrencias sísmicas.

## 2.5 Aislamiento sísmico en la base

De acuerdo con E.031, el concepto de plan de aislación sísmica engloba los que conforman la estructura que son los encargados de la transferencia de fuerzas dentro del sistema. Aisladores, vigas, losas, capiteles y las relaciones entre ellos son los componentes que forman el conjunto. Además, engloba los planes de contención del viento, los elementos de disipación de fuerza y los planes de contención del deslizamiento, siempre que cumplan los requisitos mínimos de diseño E-031.

**Figura 4**

*Partes Del Esquema De Aislación Sísmica*



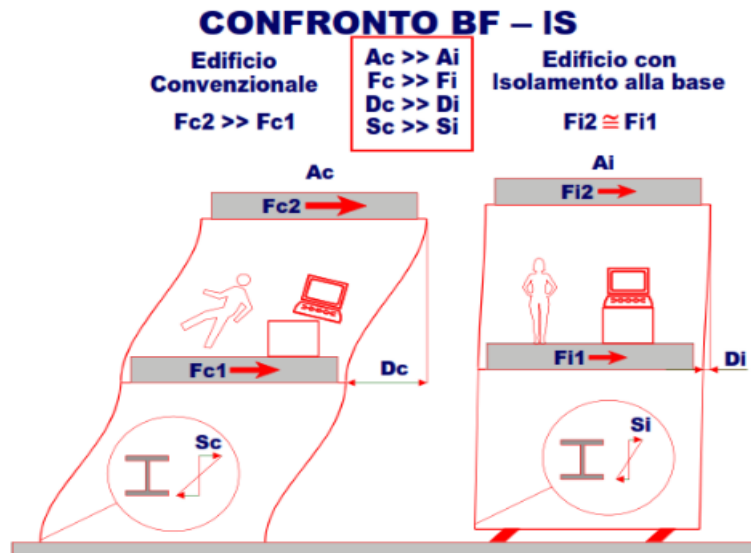
*Nota: (Korswagen et al., 2012)*

## 2.6 Desempeño del plan de aislación

Para (Quispe, 2018) No es sólo la enorme disminución de las aceleraciones que se desenvuelven sobre las masas de la estructural la razón de las ventajas del aislamiento, sino

además la disminución sustancial de las deformaciones entre pisos (Drift). Como resultado de esta disminución, los componentes insignificantes de la estructura quedan protegidos de cualquier daño potencial.

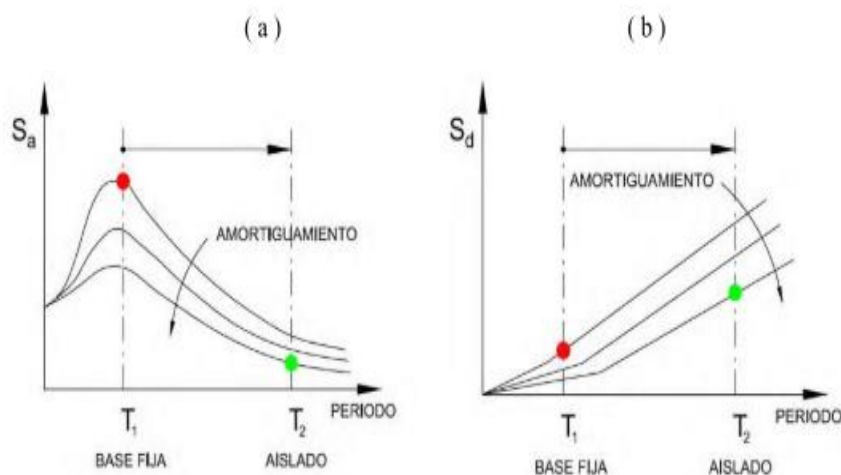
**Figura 5**  
*Desempeño Sísmico Del Sistema Con Y Sin Aislación En El Apoyo*



*Nota:(Quispe, 2018)*

Conforme con un estudio realizado por la Universidad de Santiago de Chile, la incorporación de aislantes causa un incremento considerable del lapso básico de vibración de una estructura. En consecuencia, esto conduce a una disminución de las aceleraciones espectrales en algunas regiones, lo que a su vez conduce a una reducción de la cantidad de fuerzas que se crean. Tanto las aceleraciones como los efectos perjudiciales del movimiento del suelo sobre el sistema se reducen cuando disminuye la frecuencia, lo que a su vez conduce a una disminución de la frecuencia. Es posible que la principal ventaja se observe en edificaciones que tengan lapsos de cerca a un segundo o algo menos, o en estructuras que tengan cualidades especiales que enfatizan la rotación torsional.

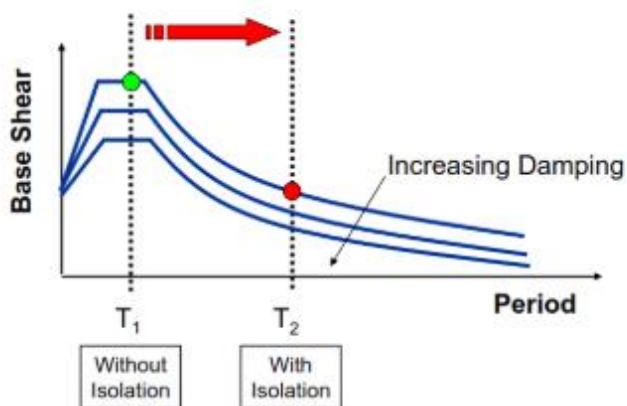
Figura N° 6:  
Espectro De Velocidades Y Deslizamientos



Nota:(Quispe, 2018)

Figura 7

Espectro De lapsos y cortantes



Nota:(Quispe, 2018)

En las Figuras 2.47 y 2.48, se muestra que hay una disminución considerable tanto de la aceleración espectral como del esfuerzo cortante de base a medida que aumenta el periodo natural del sistema. Estos resultados estadísticos ilustran las múltiples formas en que puede lograrse este objetivo.



## **2.6.1 Clases De Aislantes De Base**

Conforme con Sntaxi (2016), los aisladores de base pueden clasificarse en una amplia variedad de variedades, cada una de estas tiene propiedades diferentes en aspectos de composición, atributos, métodos, precio, estudio teórico y diseños apropiados. No obstante, el objetivo primordial de todos y cada uno de ellos es separar eficazmente la estructura del suelo. Además, el autor describe de forma clara y concisa las 3 clases principales de aislantes de base que suelen estar disponibles en el mercado. (p. 26).

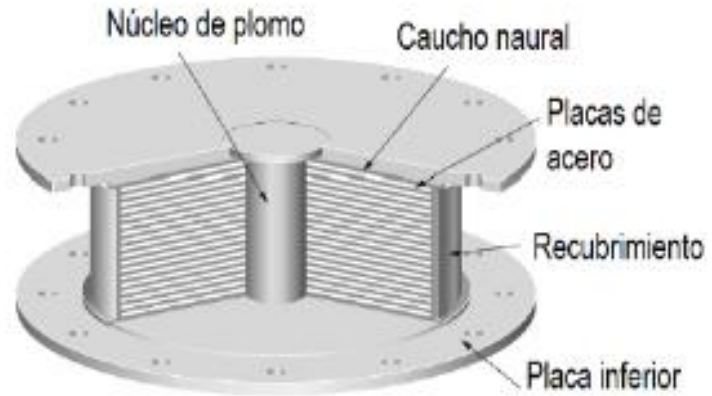
### **2.6.1.1 Aislantes Elastoméricos con centro de Pb HDRB**

De acuerdo con la información facilitada por Dinamic Isolation Systems (2007), los aisladores de bloques de caucho de alta densidad (HDRB) están conformados por niveles alternos de caucho o elastómero y placas de metal.

A causa de la existencia de finos niveles de caucho que se sujetan en cuñas de acero, el aislante presenta un desempeño igual al de un muelle. Como resultado de este diseño, la rigidez lateral es modesta, pero la rigidez vertical es excelente. Esto se debe a que el caucho está reforzado con cuñas de acero, que es la razón de ello. Como consecuencia de esto, el aislador es capaz de moverse horizontalmente con sólo una pequeña cantidad de rigidez mientras que simultáneamente sostiene una cantidad sustancial de fuerza axial. Cuando el aislador se mueve horizontalmente durante un seísmo, el núcleo de plomo sufre una deformación plástica, lo que hace que el núcleo de plomo proporcione amortiguación (p.7). La relación de amortiguación es del 35% al 15%.

**Figura 8**

*Aislante Clase Lead Rubber Bearing (HDRB)*



*Nota: (Medina & Choque, 2017)*

**Figura 9:**

*Diagrama Alteración De Los Aislantes HDRB*



*Nota: (Dynamic Isolation Systems, 2007)*

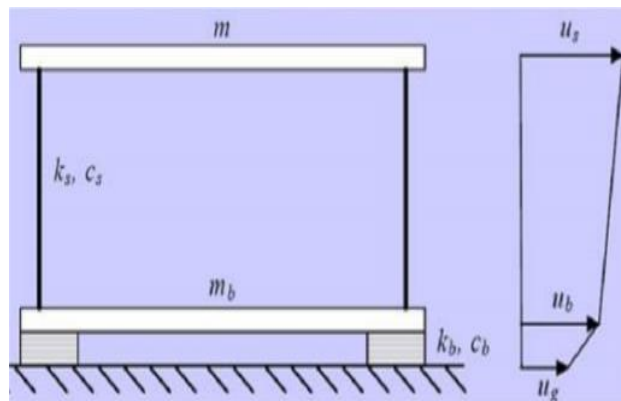
## 2.6.2 Modelación Dinámica de Sistemas Aislados

### 2.6.2.1 Teoría en línea.

Según (Naeim & Kelly, 1999) La figura N°14 ilustra la teoría lineal a través de un diseño estructural que integra dos niveles de libertad. Este modelo presenta la teoría lineal. La variable “m” proporciona una representación de la masa de la superestructura de la edificación, mientras que la variable “mb” proporciona una representación de la masa de los cimientos del edificio. En cuanto a la estructura, los símbolos ks y cs representan la rigidez y el apoyo de la estructura, de forma respectiva. Para representar la rigidez y el apoyo del aislante, se utiliza kb, cb (pág. 26)

**Figura 10:**

*Esquema De Un Sistema Con Aislante Basal De 2 Niveles De Libertad*



*Nota: (Naeim & Kelly, 1999)*



## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1 Parámetros del estudio

##### 3.1.1 *Diseño de la investigación*

- Este estudio utilizó enfoques de investigación transversales y no experimentales en su estructura general.

##### 3.1.2 *Tipo de investigación*

- En función de la clase de estudio realizado, esta tesis se clasifica como tesis de análisis descriptivo aplicado.

##### 3.1.3 *Método De Investigación*

- En el proyecto realizado para esta tesis se utilizaron métodos cuantitativos.

##### 3.1.4 *Técnicas e Instrumentos*

###### 3.1.4.1 *Técnicas:*

Recolectar los valores necesarios para la elaboración del proyecto como:



- Modelo de planos Arquitectónicos.
- Estructuración del edificio.
- Estudio documentario de la normativa E.020 Cargas.
- Estudio documentario de la normativa E.031 Diseño Aislamiento Sísmico.
- Estudio documentario de la normativa E.030 Diseño Sismo resistente.
- Estudio documentario de la normativa E.060 Diseño en Concreto con acero.

### **3.1.4.2 Instrumentos:**

Los equipos y valores para recolectar la información necesaria para la elaboración del proyecto son:

- Antecedentes
- Normativas Actuales
- Modelamiento Ayudado por Computador con el software ETABS 2018 Versión 1.

## **3.2 Población y muestra**

### **3.2.1 Población.**

Conjunto de todos los elementos de similares cualidades, edificaciones de clase A1.

### **3.2.2 Muestra.**

Está equipado con aisladores de tipo HDRB, construidos especialmente para albergar una institución sanitaria (clínica), y la estructura es de hormigón armado y tiene siete plantas.

## **3.3 Procedimiento de evaluación estructural**

Para reproducir con precisión el desempeño del sistema que se está investigando, la evaluación sísmica se dará con la ayuda del programa conocido como Etabs V.20.0.0. Esto se logrará introduciendo como entrada datos que se han calculado previamente. Esto contiene las medidas iniciales, los pesos exactos de los materiales y los parámetros para la distribución de la carga.

### 3.3.1 Cualidades De Los Insumos

Seguidamente se enumeran los criterios materiales que tienen que cumplirse para reproducir el sistema con un apoyo fijo empotrado y aislado.

**Tabla 1:**

*Estándares de modelo hormigón*

Hormigón			
Detalles	Valor	Unidad	
F'c	280	Kg / cm <sup>2</sup>	
Modelo de elasticidad	2509980	Ton / m <sup>2</sup>	
Poisson u	0.2		
Peso unitario de volumen	2400	Kg / m <sup>3</sup>	

Nota: Elaboración Propia

**Tabla 2**

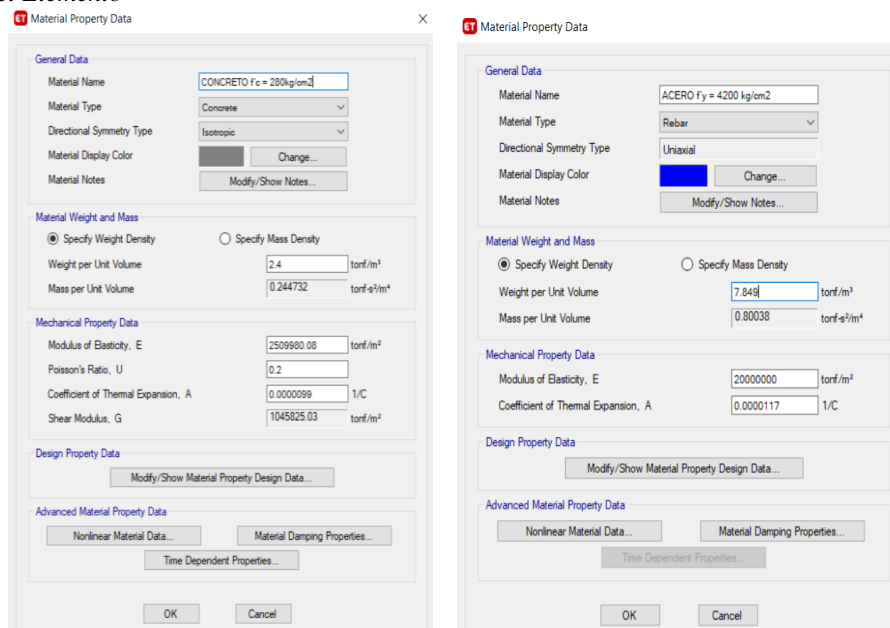
*Estándares de modelo armado*

Acero			
Detalles	Valor	Unidad	
F'y	4200	Kg / cm <sup>2</sup>	
Modelo de elasticidad	2x10 <sup>6</sup>	Kg / cm <sup>2</sup>	
Peso unitario de volumen	7.849	Tn / m <sup>3</sup>	

Nota: Elaboración Propia

**Figura 11**

*Cualidades del Elemento*



Nota: Etabs V.20.0.0

### 3.3.2 *Metrado de cargas (E-020, 2018)*

#### 3.3.2.1 *CV:*

**Tabla 3**

*Cargas De Servicio en relación a Su Uso*

<b>Ocupación o uso Hospitales</b>	<b>Pesos Distribuidos (kgf/m<sup>2</sup>)</b>
Áreas de servicio, laboratorios, y salas de operación	3,0 (300)
Escaleras y corredores	4,0 (400)

*Nota: Norma E.020*

#### 3.3.2.2 *CV de techo:*

**Tabla 4**

*Techos Con Inclinación Hasta De 3° Con Relación A La Horizontal*

<b>Pesos por unidad</b>	<b>kg/m<sup>2</sup></b>
Inclinación hasta de 3°	100

*Nota: Norma E.020*

#### 3.3.2.3 *Carga muerta (CM)*

**Tabla 5**

*Pesos Específicos Y Pesos por unidad*

<b>Peso específico</b>	<b>Kg / m<sup>3</sup></b>
Hormigón con acero	2400
<b>Pesos unitarios</b>	<b>Kg / m<sup>2</sup></b>
Piso terminado y Cielo raso	100
Albañilería e=15cm kg/m <sup>3</sup>	100

*Nota: Elaboración Propia*

### 3.4 **Estándares generales para la modelación sísmica de edificios**

#### 3.4.1 *Coeficiente Para La Energía de Corte En El Apoyo*

Conforme con la E.030 2018 (Art 28.2)

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

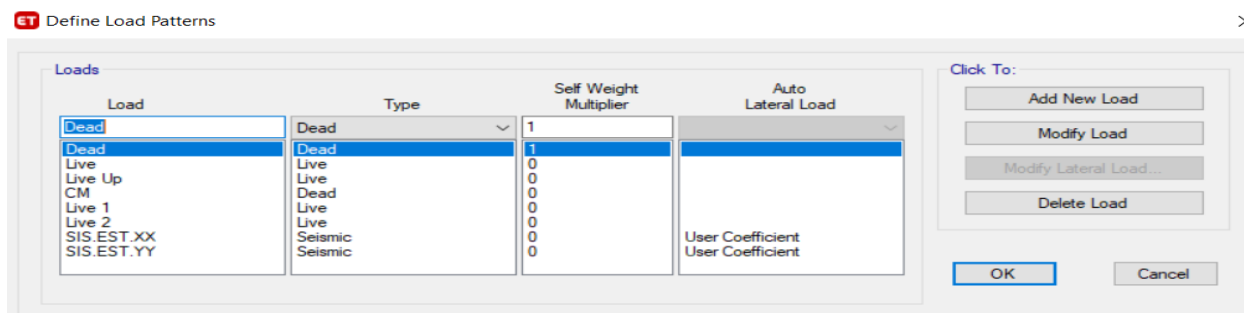
### 3.5 La construcción de la cimentación permanente se somete a análisis y evaluación estadística.

#### 3.5.1 Descripción y Modelado Del Sistema

Como punto de comparación, se utilizó una edificación de una clínica privada de 4 niveles de altura. En comparación, la altura de los niveles de entresuelo de las plantas segunda, tercera y cuarta es de tres metros y medio, mientras que la altura del primer nivel es de cuatro metros. Trescientos veinte metros cuadrados es el tamaño total del sistema que se encuentra en la zona sísmica 3 de Perú. En la construcción del edificio se incluyen varios componentes estructurales. Las vigas y los pilares son los que reciben cargas muertas, mientras que las escaleras son las que reciben cargas vivas. También se ha tenido en cuenta el peso sísmico del edificio a la hora de determinar la asignación de masas para la construcción. Además, se incluyeron en el diseño diafragmas, brazos rígidos, discretización de losas y muros estructurales y otras características estructurales. Los siguientes elementos fueron objeto de un proyecto que tuvo lugar:

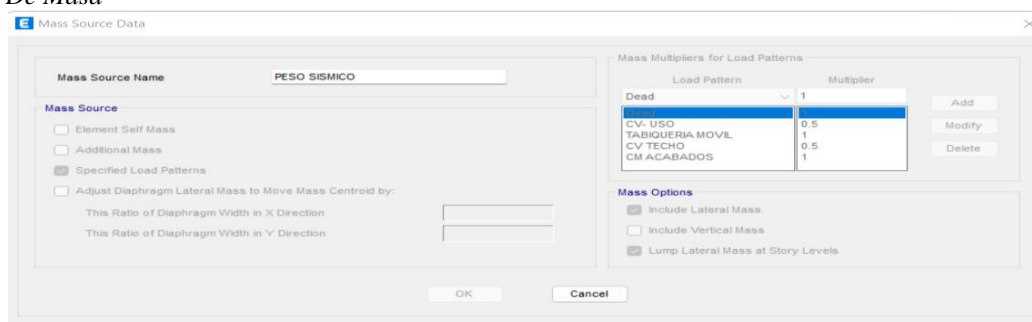
100 % Carga Muerta + 50 CT + 50 % Carga Viva

**Figura 12:**  
*Situaciones De Peso Para El Sismo Estático*



Nota: Etabs V.20.0.0

**Figura 13:**  
*Fuente De Masa*

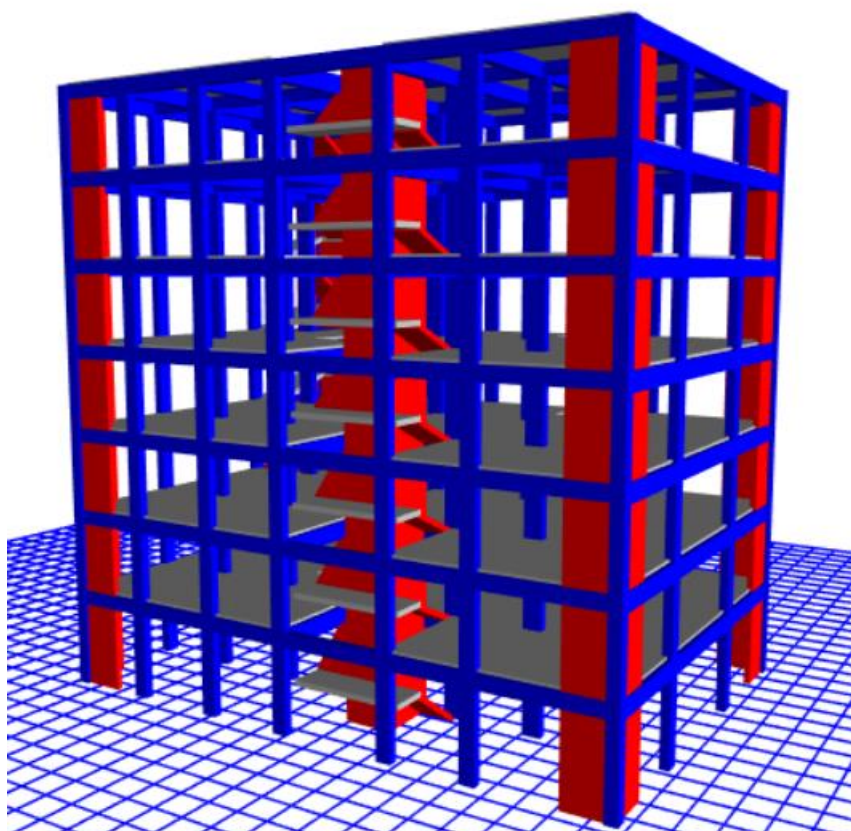


*Fuente: Etabs V.20.0.0*

- **Vista tridimensional sistema con apoyo fijo**

**Figura 14:**

*Vista en 3 dimensiones del sistema a Analizar Base Fija*



*Nota: Etabs V.20.0.0*

Con el fin de controlar las características del edificio de manera eficiente, es esencial atenerse a las indicaciones que se presentan en la Tabla E-0.30 N° 10. Teniendo en cuenta la información que figura en esta tabla, está prohibido que se produzcan anomalías en las



estructuras A1 y A2 que están situadas en las zonas 4, 3 y 2. En la zona 1, existen normas estrictas que impiden cualquier desviación sustancial en términos de estilo arquitectónico y altura de los edificios. Estas leyes están en vigor para proporcionar un entorno uniforme. Realizar el cálculo de las normas E-031 es esencial para el proyecto a fin de garantizar el control de errores. Con el fin de evitar huecos en los diafragmas horizontales e interrupciones en la altura, es vital crear componentes que sean uniformes, ininterrumpidos y rectos. Al trabajar con pórticos o diafragmas horizontales, es de suma importancia evitar cambios bruscos en la resistencia o rigidez de dichos agentes.

### **3.6 Evaluación del sistema con apoyo fijo**

#### **3.6.1 Gestión de irregularidades**

Conforme con la normativa técnica E.030 tiene en cuenta:

#### **3.6.2 Alteración De Rigidez – Piso Débil**

Se dice que la firmeza de costado de un relato es irregular en las direcciones X e Y cuando es más baja que el 70 por ciento de la rigidez de costado del relato situado por encima de él o al 80 % de la rigidez lateral media de los 3 relatos vecinos situados por encima de él. Esta es la condición que hace que el relato se denomine relato irregular. Para tener en cuenta la irregularidad, se utilizará un factor de 0,75 en caso de que exista una variación en la rigidez. Divida la fuerza cortante del suelo por su movimiento relativo durante el cálculo para obtener el factor de irregularidad. Esto le dará el factor de irregularidad.

$$K = \frac{F}{\Delta}$$

Donde:

K = firmeza lateral

F = energía de corte de entrepiso

$\Delta$  = deslizamiento relativo

**Tabla 6**

*Alteración Piso Débil X-X*

ALTERACIÓN DE FIRMEZA (PISO DÉBIL) - XX						
Nivel	Diafragma	Caso	Firmeza Tn/m	$K_i < 70\% (k_{i+1})$ Tn/m	$K_i < 80\% (K_{i+1} K_{i+2} + K_{i+3}) / 3$ Tn/m	Control E-030
7	D7	SIS_EST.- X	22351.158			
6	D6	SIS_EST.- X	42414.738	190%	152%	NO HAY PISO DÉBIL
5	D5	SIS_EST.- X	55759.529	131%	138%	NO HAY PISO DÉBIL
4	D4	SIS_EST.- X	66482.386	119%	132%	NO HAY PISO DÉBIL
3	D3	SIS_EST.- X	78604.858	118%	115%	NO HAY PISO DÉBIL
2	D2	SIS_EST.- X	103533.846	132%	124%	NO HAY PISO DÉBIL
1	D1	SIS_EST.- X	153014.353	148%	148%	NO HAY PISO DÉBIL

Nota: Elaboración propia

**Tabla 7**

*Alteración Piso Débil Y-Y*

ALTERACIÓN DE FIRMEZA (PISO DÉBIL) - YY						
Nivel	Diafragma	Caso	Firmeza Tn/m	$K_i < 70\% (k_{i+1})$ Tn/m	$K_i < 80\% (K_{i+1} K_{i+2} + K_{i+3}) / 3$ Tn/m	Control E-030
7	D7	SIS_EST.- Y	31451.541			
6	D6	SIS_EST.- Y	60447.759	192%	154%	NO HAY PISO DÉBIL
5	D5	SIS_EST.- Y	76670.943	127%	133%	NO HAY PISO DÉBIL
4	D4	SIS_EST.- Y	88944.690	116%	127%	NO HAY PISO DÉBIL
3	D3	SIS_EST.- Y	104762.500	118%	111%	NO HAY PISO DÉBIL
2	D2	SIS_EST.- Y	132717.873	127%	118%	NO HAY PISO DÉBIL
1	D1	SIS_EST.- Y	175259.175	132%	129%	NO HAY PISO DÉBIL

Nota: Elaboración propia

### 3.6.3 Alteración De Firmeza Límite – Piso Débil

La situación que se denomina “irregularidad de rigidez extrema” es aquella en la que la firmeza extrema de un suelo es menos que el 60% de la rigidez lateral del suelo que se encuentra un nivel por encima en la jerarquía, o inferior al 60% de la firmeza extrema media de los 3 grados cercanos superiores, más allá del sentido de la evaluación. Es posible calcular la rigidez lateral formulando la conexión entre la resistencia al corte de la superficie y el deslizamiento relativo en el núcleo de masa. Esta relación puede utilizarse para obtener la rigidez lateral. La evaluación de cada uno de estos elementos se realiza en las mismas circunstancias de carga.

**Tabla 8***Alteración Extrema Piso Débil X-X*

ALTERACIÓN EXTREMA DE FIRMEZA (PISO DÉBIL) - XX						
Nivel	Diafragma	Caso	Firmeza Tn/m	$K_i < 0.60 (k_{i+1})$ Tn/m	$K_i < 0.70 (K_{i+1} K_{i+2} + K_{i+3})/3$ Tn/m	Control E-030
7	D7	SIS EST.- X	22351.158			
6	D6	SIS EST.- X	42414.738	190%	133%	NO HAY PISO DÉBIL
5	D5	SIS EST.- X	55759.529	131%	121%	NO HAY PISO DÉBIL
4	D4	SIS EST.- X	66482.386	119%	116%	NO HAY PISO DÉBIL
3	D3	SIS EST.- X	78604.858	118%	100%	NO HAY PISO DÉBIL
2	D2	SIS EST.- X	103533.846	132%	108%	NO HAY PISO DÉBIL
1	D1	SIS EST.- X	153014.353	148%	129%	NO HAY PISO DÉBIL

*Nota:* Elaboración propia**Tabla 9***Alteración Extrema Piso Débil Y-Y*

ALTERACIÓN EXTREMA DE RIGIDEZ (PISO DÉBIL) - YY						
Nivel	Diafragma	Caso	Rigidez Tn/m	$K_i < 0.60 (k_{i+1})$ Tn/m	$K_i < 0.70 (K_{i+1} K_{i+2} + K_{i+3}) / 3$ Tn/m	Control E-030
Nivel 7	D7	SIS EST.- Y	31451.541			
Nivel 6	D6	SIS EST.- Y	60447.759	192%	135%	NO HAY PISO BLANDO
Nivel 5	D5	SIS EST.- Y	76670.943	127%	117%	NO HAY PISO BLANDO
Nivel 4	D4	SIS EST.- Y	88944.690	116%	111%	NO HAY PISO BLANDO
Nivel 3	D3	SIS EST.- Y	104762.500	118%	97%	NO HAY PISO BLANDO
Nivel 2	D2	SIS EST.- Y	132717.873	127%	103%	NO HAY PISO BLANDO
Nivel 1	D1	SIS EST.- Y	175259.175	132%	113%	NO HAY PISO BLANDO

*Nota:* Elaboración propia

### 3.6.4 Alteración de resistencia – piso débil

Se produce una Alteración de resistencia cuando la resistencia al corte de una losa en cualquier sentido de análisis es menor al 80 % de la fuerza ejercida de la losa rápidamente elevada. Esto es así independientemente de la dirección de análisis.

**Tabla 10***Alteración Piso Blando X-X*

ALTERACIÓN DE RESISTENCIA - (PISO BLANDO) - XX				
NIVEL	CASO	$V_x$	0.8 ( $V_x$ )	Control E-030
7	SIS_EST.- X	39.0466	31.237	NO HAY PISO DÉBIL
6	SIS_EST.- X	96.2283	76.983	NO HAY PISO DÉBIL
5	SIS_EST.- X	144.137	115.310	NO HAY PISO DÉBIL
4	SIS_EST.- X	182.774	146.219	NO HAY PISO DÉBIL
3	SIS_EST.- X	212.137	169.710	NO HAY PISO DÉBIL
2	SIS_EST.- X	232.228	185.782	NO HAY PISO DÉBIL
1	SIS_EST.- X	243.303	194.643	

*Nota:* Elaboración propia**Tabla 11***Alteración Piso Débil Y-Y*

ALTERACIÓN DE RESISTENCIA - (PISO DÉBIL) - YY				
NIVEL	CASO	$V_y$	0.8 ( $V_y$ )	Control E-030
7	SIS_EST.- Y	39.0466	31.237	NO HAY PISO BLANDO
6	SIS_EST.- Y	96.2283	76.983	NO HAY PISO BLANDO
5	SIS_EST.- Y	144.137	115.310	NO HAY PISO BLANDO
4	SIS_EST.- Y	182.774	146.219	NO HAY PISO BLANDO
3	SIS_EST.- Y	212.137	169.710	NO HAY PISO BLANDO
2	SIS_EST.- Y	232.228	185.782	NO HAY PISO BLANDO
1	SIS_EST.- Y	243.303	194.643	

*Nota:* Elaboración propia

### 3.6.5 Alteración Extrema De Resistencia - Piso Débil

Basándose en los cuadros de supervisión, está claro que la fuerza ejercida de la losa a las fuerzas de cizallamiento en los sentidos X e Y es, como mínimo, el 65% de la fuerza ejercida de la losa que está directamente sobre ella. Cuando se dirige en la otra dirección, se aplica el mismo principio. Como resultado directo de esto, la arquitectura del edificio no muestra ningún signo de debilidad en sus forjados, y la estructura tiene un factor de irregularidad de uno.

**Tabla 12***Alteración Extrema Piso Blando X-X*

ALTERACIÓN EXTREMA DE RESISTENCIA - (PISO BLANDO) - XX				
NIVEL	CASO	$V_x$	0.65 ( $V_x$ )	Control E-030
7	SIS_EST- X	39.0466	25.380	NO HAY PISO DÉBIL
6	SIS_EST- X	96.2283	62.548	NO HAY PISO DÉBIL
5	SIS_EST- X	144.137	93.689	NO HAY PISO DÉBIL
4	SIS_EST- X	182.774	118.803	NO HAY PISO DÉBIL
3	SIS_EST- X	212.137	137.889	NO HAY PISO DÉBIL
2	SIS_EST- X	232.228	150.948	NO HAY PISO DÉBIL
1	SIS_EST- X	243.303	158.147	

*Nota:* Elaboración propia**Tabla 13***Alteración Extrema Piso Débil Y-Y*

ALTERACIÓN EXTREMA DE RESISTENCIA - (PISO DEBIL) - XX				
NIVEL	CASO	$V_y$	0.65 ( $V_y$ )	Control E-030
7	SIS_EST- Y	39.0466	25.380	NO HAY PISO DÉBIL
6	SIS_EST- Y	96.2283	62.548	NO HAY PISO DÉBIL
5	SIS_EST- Y	144.137	93.689	NO HAY PISO DÉBIL
4	SIS_EST- Y	182.774	118.803	NO HAY PISO DÉBIL
3	SIS_EST- Y	212.137	137.889	NO HAY PISO DÉBIL
2	SIS_EST- Y	232.228	150.948	NO HAY PISO DÉBIL
1	SIS_EST- Y	243.303	158.147	

*Nota:* Elaboración propia

### 3.6.6 Alteración Torsional Extrema En Planta

Conforme con el cuadro n° 9, se produce una Alteración torsional límite cuando el deslizamiento relativo límite de la losa en un lado del edificio, incluida la excentricidad no provocada ( $\Delta m_{\text{máx}}$ ), es superior a 1,5 veces el deslizamiento relativo promedio de los lados de la homogénea losa en las iguales circunstancias de peso. Este es el tipo de irregularidad torsional que requiere una cantidad significativa de atención. No importa la forma en que se tome el análisis; éste es siempre el caso. ( $\Delta P_{\text{prom}}$ ).

**Tabla 14**

*Alteración Torsional Extrema En Planta X-X*

ALTERACIÓN TORSIONAL EXTREMA EN PLANTA - XX					
Nº PISO	Ax (m)	Deriva Máx. (m)	Deriva Promedio. (m)	Ratio	Control E-030
7	SIS_EST.- X	0.0185	0.0159	1.167	NO HAY INCONFORMIDAD TORSIONAL
6	SIS_EST.- X	0.0165	0.0142	1.166	NO HAY INCONFORMIDAD TORSIONAL
5	SIS_EST.- X	0.0141	0.0121	1.164	NO HAY INCONFORMIDAD TORSIONAL
4	SIS_EST.- X	0.0112	0.0097	1.160	NO HAY INCONFORMIDAD TORSIONAL
3	SIS_EST.- X	0.0080	0.0069	1.154	NO HAY INCONFORMIDAD TORSIONAL
2	SIS_EST.- X	0.0048	0.0041	1.148	NO HAY INCONFORMIDAD TORSIONAL
1	SIS_EST.- X	0.0019	0.0017	1.137	NO HAY INCONFORMIDAD TORSIONAL

*Nota:* Elaboración propia

**Tabla 15**

*Alteración Torsional Extrema En Planta Y-Y*

ALTERACIÓN TORSIONAL EXTREMA EN PLANTA - YY					
Nº PISO	Ax (m)	Deriva Máx..	Deriva Promedio	Ratio	Control E-030
7	SIS_EST.- X	0.0121	0.0118	1.029	NO HAY INCONFORMIDAD TORSIONAL
6	SIS_EST.- X	0.0110	0.0107	1.030	NO HAY INCONFORMIDAD TORSIONAL
5	SIS_EST.- X	0.0095	0.0093	1.031	NO HAY INCONFORMIDAD TORSIONAL
4	SIS_EST.- X	0.0077	0.0075	1.032	NO HAY INCONFORMIDAD TORSIONAL
3	SIS_EST.- X	0.0057	0.0055	1.033	NO HAY INCONFORMIDAD TORSIONAL
2	SIS_EST.- X	0.0035	0.0034	1.033	NO HAY INCONFORMIDAD TORSIONAL
1	SIS_EST.- X	0.0015	0.0015	1.032	NO HAY INCONFORMIDAD TORSIONAL

*Nota:* Elaboración propia

### 3.6.7 Energía de Corte En El Apoyo – Cortante Basal (V)

Al calcular la energía de corte final en el apoyo del sistema en el sentido que se está estudiando, se utiliza la fórmula que se indica en nuestra norma para el diseño sismorresistente:

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

Donde:

V = Energía de corte en la apoyo.

P = Carga Sísmica.

### 3.6.8 Exponente K En Conexión Al Lapso

Conforme con la normativa E-030, el lapso relevante de vibración del sistema se relaciona con el exponente K. A continuación, se expone el cómputo para este cálculo:

- a) Para  $T < \text{o igual a } 0,5 \text{ seg: } k = 1,0.$
- b) Para  $T > \text{que } 0,5 \text{ seg: } k = (0,5 T + 0,75) \leq 2,0$

**Figura 15:**

*Coefficientes De Evaluación Estática*

*Nota: Etabs V.20.0.0*

### 3.6.9 Energía de corte

**Tabla 16**

*Energías de corte*

Nombre	Ecc Ratio	Top Story	Bottom Story	C	K	Weight Used tonf	Base Shear tonf
SIS EST - XX	0.05	Story1	Base	0.13125	1	1622.02	<b>212.8905</b>
SIS EST - YY	0.05	Story1	Base	0.13125	1	1622.02	<b>212.8905</b>

*Nota: Etabs V.20.0.0*

### 3.6.10 Lapso Real Del Sistema

**Tabla 17**

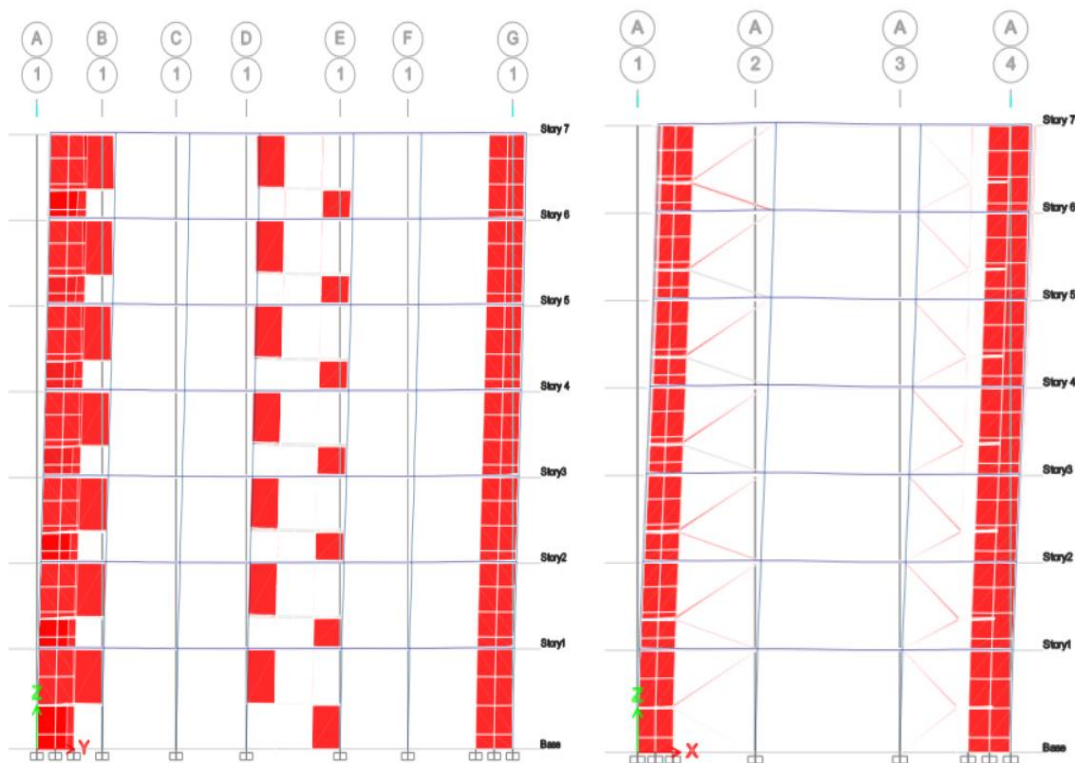
*Formas De Vibración En Los 3 Iniciales Formas*

LAPSO REAL EN LOS 3 PRINCIPALES MODOS			
CASO	forma	Lapso seg	MOVIMIENTOS TRAS-ROT
	1	0.492	TRASLACION X-X
	2	0.435	TRASLACION Y-Y
	3	0.354	ROTACION

Nota: Elaboración Propia

**Figura 16**

*Formas De Vibración 1 y 2*



Nota: Etabs V.20.0.0

### 3.7 Evaluación dinámica del sistema con apoyo fijo

. Para lograr este objetivo, utilizaremos en el diseño un espectro de tipo estructural dual  $R=7$ .

Una de las modificaciones que vamos a poner en práctica es este ajuste.

### **3.7.1 Evaluación Dinámica Modal Espectral**

Nuestra norma técnica para el diseño sismorresistente permite crear cualquier estructura utilizando los datos obtenidos de la evaluación dinámica mediante la utilización de la combinación modal espectral. Uno de los requisitos de esta norma es que puede aplicarse el diseño de cualquier edificio. De ello se deduce que existe una evaluación complementaria de la composición, en la que existe un vínculo entre el peso estructural y la rigidez del sistema que se está examinando. Lo contrario de la masa, que genera movimiento, es la rigidez, que impide la flexión lateral. Para determinarla, utilizamos los criterios que proporciona la normativa E-030. El espectro de modelo de la estructura de análisis se establecerá en función de la superficie del emplazamiento concreto, así como del perfil del suelo de la región. El perfil de la superficie se refiere a un suelo S2 que está localizado en el área 3, que es relevante para el proyecto de estudio que estamos realizando.

### **3.7.2 Formas De Vibración**

La norma E.030 estipula que es necesario investigar los modos de vibración en todas las direcciones si la suma de las masas reales es alrededor del 90% del peso final. Este es otro componente de la norma. En el capítulo dedicado explícitamente a discutir los resultados del estudio es donde encontrará el contenido pertinente.

### **3.8 Aceleración espectral (normativa e.030-2018, art.29.2)**

Conforme con las normas de modelo sismorresistente que hemos normado, llevaremos a cabo una evaluación modal espectral para cada sentido horizontal que se esté evaluando. Se va a utilizar un espectro inelástico de pseudoaceleración, que puede describirse mediante una ecuación que contenga las siguientes partes. Este es el objetivo.

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

El uso de un espectro que tenga valores que sean dos tercios del espectro que se utiliza para las direcciones horizontales es absolutamente necesario para llevar a cabo un examen vertical. También deben aplicarse los valores C que se especifican en el artículo 14 de la norma, ya que es muy significativo. Para determinar el factor de coeficiente sísmico en lugares que experimentan períodos cortos ( $T < 0,2T_p$ ), se utilizará una fórmula particular.

$$T < 0.2 T_p \qquad C = 1 + 7.5 \times \left(\frac{T_p}{T}\right)$$

Debido a que este proyecto de estudio se desarrollará a lo largo de un periodo de tiempo no muy breve, los siguientes criterios se evaluarán de forma coherente.

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

$$T_p < T < T_L \qquad \left(\frac{T_p}{T}\right) \times 2.5 = C$$

$$T > T_L \qquad C = 2.5 \times \left(\frac{T_p \times T_L}{T^2}\right) \times 2.5 = C$$

### 3.8.1 Resumen De Estándar Para la Determinación Dinámica Del Sistema

**Tabla 18**

*Parámetro o estándares Para La Determinación Dinámica Del Sistema*

ESTÁNDARES	
Z=	0.35
C =	2.5
S=	1.15
TP =	1
TL =	1.6
U =	1
R =	7
g=	9.81

*Nota: Elaboración Propia*

### 3.8.2 Espectro De Pseudoaceleración

**Tabla 19**

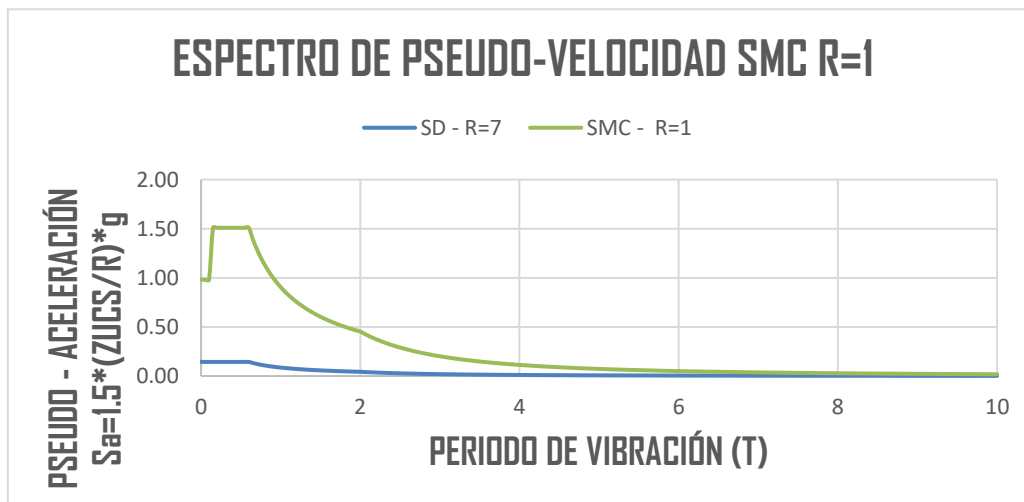
*Espectros De Pseudo Aceleración SMC R=1 – SD R=7*

SD R=7		SMC R=1	
Periodo	Sa=(ZUCS/R)	Periodo	Sa=1.5 * ZUCS
T	Sa	T	Sa
.1437500	0.1437500	0	0.98109375
.1437500	0.1437500	0.05	0.98109375
.1437500	0.1437500	0.1	0.98109375
.1437500	0.1437500	0.15	1.509375
.1437500	0.1437500	0.2	1.509375
.1437500	0.1437500	0.25	1.509375
.1437500	0.1437500	0.3	1.509375
.1437500	0.1437500	0.35	1.509375
.1437500	0.1437500	0.4	1.509375
.1437500	0.1437500	0.45	1.509375
.1437500	0.1437500	0.5	1.509375
.1437500	0.1437500	0.55	1.509375
.1437500	0.1437500	0.6	1.509375
.1326923	0.1326923	0.65	1.393269231
.1232143	0.1232143	0.7	1.29375
.1150000	0.1150000	0.75	1.2075
.1078125	0.1078125	0.8	1.13203125
.1014706	0.1014706	0.85	1.065441176
.0958333	0.0958333	0.9	1.00625
.0907895	0.0907895	0.95	0.953289474
.0862500	0.0862500	1	0.905625
.0821429	0.0821429	1.05	0.8625
.0784091	0.0784091	1.1	0.823295455
.0750000	0.0750000	1.15	0.7875
.0718750	0.0718750	1.2	0.7546875
.0690000	0.0690000	1.25	0.7245
.0663462	0.0663462	1.3	0.696634615
.0638889	0.0638889	1.35	0.670833333
.0616071	0.0616071	1.4	0.646875
.0594828	0.0594828	1.45	0.624568966
.0575000	0.0575000	1.5	0.60375
.0556452	0.0556452	1.55	0.584274194
.0539063	0.0539063	1.6	0.566015625
.0522727	0.0522727	1.65	0.548863636
.0507353	0.0507353	1.7	0.532720588
.0492857	0.0492857	1.75	0.5175
.0479167	0.0479167	1.8	0.503125

Nota: Elaboración Propia

**Figura 17:**

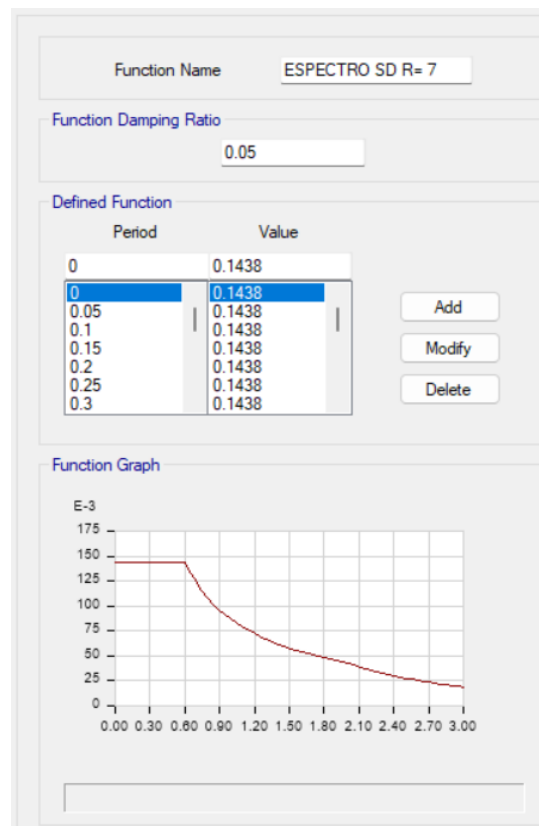
*Espectro de Pseudo velocidad*



*Nota: Elaboración Propia*

**Figura 18:**

*Espectro De Pseudo Velocidad*

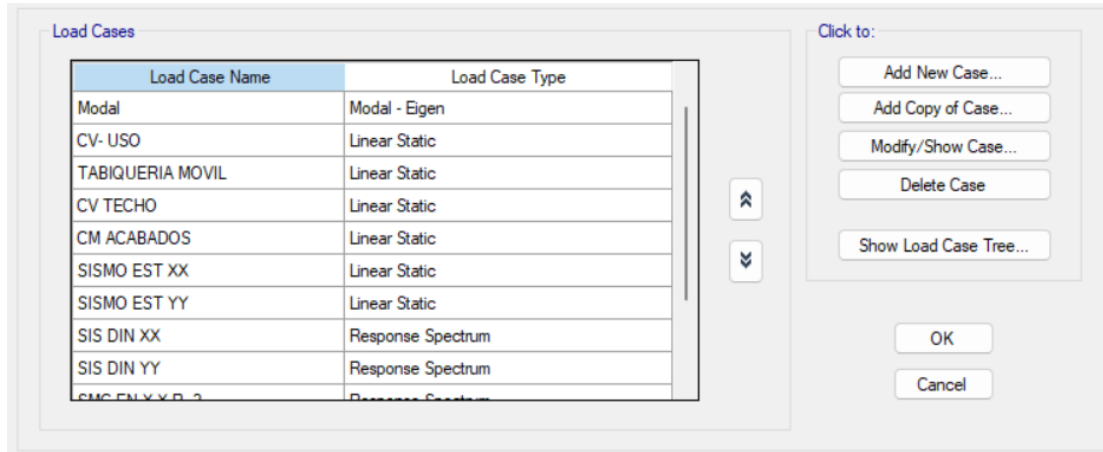


*Nota: Etabs V.20.0.0*

Conforme con la normativa E.0.30 se aplicará el sismo de para ambas direcciones

**Figura 19**

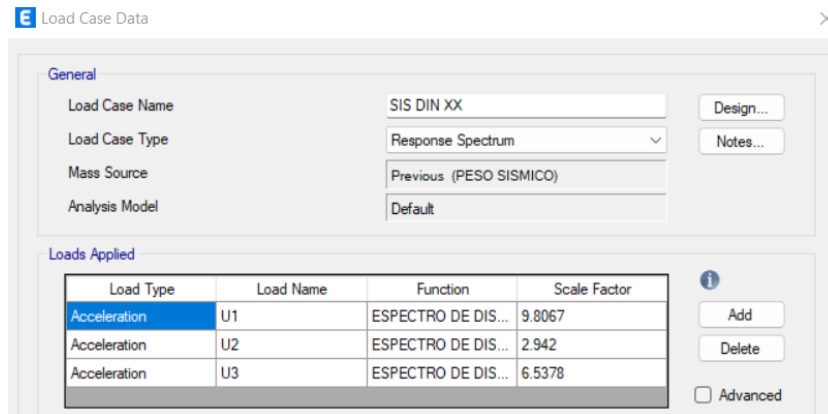
*Casos De Carga*



*Nota: Etabs V.20.0.0*

**Figura 20:**

*Sismo En El Sentido Y-Y*



*Nota: Etabs V.20.0.0*

### 3.8.3 Masa Participativa Sistema De Apoyo Fijo

Durante el proceso de evaluación de nuestra tabla de masas participativas, generada con ayuda del programa informático Etabs V.20.0.0, descubrimos que los valores que exigía la norma de diseño E.030 eran superiores al umbral del 90% fijado inicialmente.

Tabla 20

*Masa participativa sistema con apoyo fijo*

Case	Mode	Periodo	UX	UY	RZ
seg					
Modal 1	1	.492	.7486	.016	.0103
Modal 2	2	.435	.0072	.7068	.0775
Modal 3	3	.354	.0193	.0697	.6882
Modal 4	4	.142	.1262	.0122	.0007
Modal 5	5	.13	.011	.1117	.0119
Modal 6	6	.103	.003	.0095	.1275
Modal 7	7	.072	.0272	.0193	0
Modal 8	8	.068	.0218	.0227	.0029
Modal 9	9	.053	.001	.001	.0464
Modal 10	10	.047	.0034	.0158	.000006715
Modal 11	11	.044	.018	.0029	.0007
Modal 12	12	.035	.0006	.0061	.002
Modal 13	13	.034	.0002	.0016	.0181
Modal 14	14	.032	.0083	.0003	.001
Modal 15	15	.029	.0001	.0026	.0001
Modal 16	16	.027	.0029	.0002	.0002
Modal 17	17	.026	.00002075	.0006	.0001
Modal 18	18	.025	.0001	0	.004
Modal 19	19	.025	.0001	.0001	.0039
Modal 20	20	.024	.0006	.0000286	.000005302
Modal 21	21	.023	.000008822	.000004622	.0001
			100%	100%	100%

Nota: Etabs V.20.0.0

### 3.8.4 Energía Cortante Límite

De acuerdo con lo establecido en el art 29.4 del RNE (Norma E-030, 2018), el esfuerzo cortante en la primera entreplanta de un edificio no será inferior al 80% del valor que se compute conforme con el art 25 para estructuras regulares y al noventa por ciento para edificios irregulares.

Condición

$$V_{Din} \geq 80\% V_{Est}$$

**Tabla 21***Evaluación sísmica estática*

EVALUACIÓN SÍSMICA ESTÁTICA				
Story	Output Case	Location	VX tonf	VY tonf
1	SISMO EST XX	Botón	212.8905251	
1	SISMO EST YY	Botón		212.8905251

*Nota: Etabs V.20.0.0***Tabla 22***Evaluación Sísmica Dinámica No Alcanza las Condiciones*

EVALUACIÓN SÍSMICA DINÁMICA				
Story	Output Case	Location	VX tonf	VY tonf
1	SIS DIN XX	Bottom	237.5071	
1	SIS DIN YY	Botón		229.5447

*Nota: Etabs V.20.0.0*

Se exigirá que la estructura analizada, clasificada como regular pero que no satisface la condición de esfuerzo cortante mínimo, se escale por un factor que represente la conexión entre ambas condiciones. En particular, para cumplir el criterio de tener la menor emergía de corte, se escalará por un factor de 1,120442952 para el sentido X-X y 1,15930865 para el sentido Y-Y.

**Tabla 23***Evaluación Sísmica Dinámica – Cumple Condicionante*

EVALUACIÓN SÍSMICA DINÁMICA				
Story	Output Case	Location	VX tonf	VY tonf
1	SIS DIN XX	Botón	212.8905251	
1	SIS DIN YY	Bottom		212.8905251

*Nota: Etabs V.20.0.0*

### 3.8.5 Control De Deslizamientos Admisibles - Derivas

Además, se aconseja encarecidamente respetar las limitaciones establecidas para las derivas o deformaciones del suelo en un sistema enmarcado, que es el tema de esta tesis. Esta tesis trata sobre el tema de este proyecto. Existe una tabla en la que se enumeran los valores límites permitidos para sistemas construidos con concreto con acero.

**Tabla 24**

*Límites Para La Alteración Del Entrepiso*

Elemento Predominante	( $D_i / h_{ei}$ )
Hormigón con acero	,007
Acero	,010
Albañilería	,005
Madera	,010
Edificaciones de hormigón armado con muros de ductilidad no ilimitada	,005

*Nota:* R.N.E - Norma E.030

Para determinar las derivas de entre piso se empleará la siguiente expresión (sistema común en estudio)

$$\Delta \text{ Inelastico} = 0.75 * R * \Delta \text{ elastico}$$

$$D_r = \text{Deslizamiento relativo} = \frac{\text{Deslizamiento lateral de arriba}}{\text{Deslizamiento lateral de abajo}}$$

**Tabla 25**

*Derivas De Entrepiso Apoyo Fijo X-X*

Nivel	Diafragma	Situación	UX (m)	Altura (m)	DERIVAS (Sentido X)			E-030	CONTROL E-030
					D. RELATIVO	D. ELASTICO	D. INELASTICO		
7	D7	SIS DIN - X Max	0.01586	3	0.0017	0.0006	<b>0.0030</b>	.007	OK
6	D6	SIS DIN - X Max	0.014172	3	0.0021	0.0007	<b>0.0036</b>	.007	OK
5	D5	SIS DIN - X Max	0.01209	3	0.0025	0.0008	<b>0.0043</b>	.007	OK
4	D4	SIS DIN - X Max	0.009636	3	0.0027	0.0009	<b>0.0048</b>	.007	OK
3	D3	SIS DIN - X Max	0.006914	3	0.0028	0.0009	<b>0.0049</b>	.007	OK
2	D2	SIS DIN - X Max	0.004117	3	0.0025	0.0008	<b>0.0043</b>	.007	OK
1	D1	SIS DIN - X Max	0.001637	3.5					

*Nota:* Elaboración Propia

**Tabla 26***Derivas De Entrepiso Apoyo Fijo Y-Y*

Nivel	Diafragma	Situación	UY (m)	DERIVAS (Sentido Y)			E-030	CONTROL E-030	
				Altura (m)	D. RELATIVO	D. ELASTICO			
7	D7	SIS DIN - Y Max	.011361	3	0.0010	0.0003	<b>0.0018</b>	0.007	OK
6	D6	SIS DIN - Y Max	.010335	3	0.0014	0.0005	<b>0.0024</b>	0.007	OK
5	D5	SIS DIN - Y Max	.008957	3	0.0017	0.0006	<b>0.0030</b>	0.007	OK
4	D4	SIS DIN - Y Max	.007254	3	0.0019	0.0006	<b>0.0034</b>	0.007	OK
3	D3	SIS DIN - Y Max	.005318	3	0.0020	0.0007	<b>0.0035</b>	0.007	OK
2	D2	SIS DIN - Y Max	.003294	3	0.0019	0.0006	<b>0.0033</b>	0.007	OK
1	D1	SIS DIN - Y Max	.001409	3.5					

*Nota: Elaboración Propia*

Dado que los valores de deriva en ambas direcciones son inferiores al umbral E-030 aceptable, podemos proceder al análisis de la estructura por nuestra cuenta.

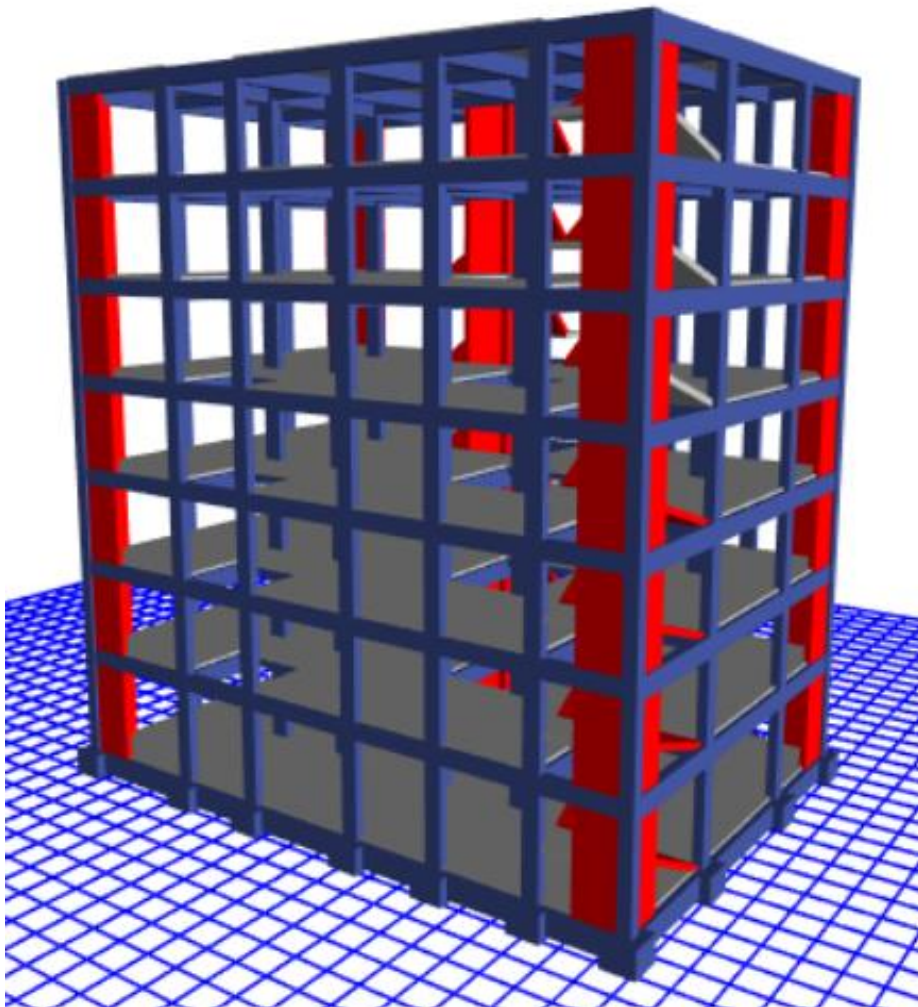
### 3.9 Modelado y evaluación del sistema con apoyo aislado

- Para asegurarnos de que cumplimos la norma E-030, incluiremos la interfaz de aislamiento en la estructura que se ha revisado previamente, respetando los criterios de diseño que se han proporcionado. La interfaz estará formada por componentes estructurales conformes a la normativa E-031. Estos componentes incluirán capiteles, losas rígidas, vigas, pedestales y los elementos de aislantes que les correspondan para la interfaz. Durante este experimento, utilizaremos aisladores de caucho de la configuración HDRB.
- Tomamos en consideración capiteles que tenían dimensiones de 1 m de ancho, 1m de largo y 0,80 m de altura. Estas medidas se basaron en las normas presentadas

anteriormente. Se puede establecer un paralelismo entre las vigas de conexión y las vigas que se utilizaron para la super estructura.

**Figura 21**

*Vista tridimensional con interfaz de aislamiento*



*Nota: Etabs V.20.0.0*

- Por ello, para finalizar este proyecto, primero determinaremos el tamaño de estos dispositivos en función del peso máximo que son capaces de soportar, y después los clasificaremos en conjunto para toda la construcción. La cantidad de fuerza que se aplica a los aisladores como consecuencia de las cargas a las que se ven sometidos será

el factor determinante de las propiedades mecano-físicas de los aislantes. Esta fuerza vendrá determinada por la colocación exacta de los aisladores.

### 3.9.1 Carga sísmica del sistema sin interfaz de aislación

**Tabla 27**

*Masa Sísmica Sistema Sin Interfaz De Aislamiento*

SISTEMA DE APOYO EMPOTRADO SIN INTERFAZ DE AISLACIÓN	
PESOS DE MODELO	TN
CM	1431.975
CV	463.6162
<b>MASA SISMICA</b>	<b>1663.7831</b>

*Nota: Elaboración Propia*

### 3.9.2 Masa sísmica del sistema con interfaz de aislación

**Tabla 28**

*Carga Sísmica Del Sistema Con Interfaz De Aislación*

SISTEMA DE APOYO EMPOTRADO CON INTERFAZ DE AISLACIÓN	
PESOS DE MODELO	TN
CM	1741.8116
CV	539.7547
<b>MASA SISMICA</b>	<b>2011.6889</b>

*Nota: Elaboración Propia*

### 3.9.3 Situaciones de peso para la interfaz de aislación

De acuerdo con el Procedimiento Técnico Nacional E-031, subartículo 12.1, es esencial calcular las distintas mezclas de peso para el elemento de aislación. Esto debido al hecho de que el aparato estará sometido a tensiones dentro de su estructura, así como a tensiones que no son estructurales, además de las cargas laterales provocadas por los terremotos, donde las referencias se encuentran en la norma sísmica.

### 3.9.4 Carga Sísmica Horizontal

$$CSH = \frac{ZUCS}{R} \times P$$

### 3.9.5 Carga de nieve

Conforme con la normativa E-020, el peso de nieve se clasifica como CV, y el peso que le corresponde es  $Q T= 0,4 \text{ Kp (40 KG /m}^2\text{)}$ . A pesar de ello, vamos a hacer caso omiso de esta carga mientras pensamos en este proyecto.

$$(CV+CM) + 1.0 (CSV + CSH) + 0.2 CN$$

### 3.9.6 Peso vertical límite:

$$0.9 CM - 1.0 (CSH + CSV)$$

#### 3.9.6.1 Causas De Los Pesos Sísmicos Y Mezclas De Pesos

La inclusión de las cargas medias de diseño viene exigida por la norma E.031, que obliga a utilizar una carga media de servicio de 137,76 Tn.

## 3.10 Determinación de cualidades físicas aislantes

Con el fin de desarrollar y evaluar los aisladores de tipo HDRB de acuerdo con la norma E-031, este proyecto hará uso de estos instrumentos. Para determinar las propiedades nominales de estos aisladores, se utilizará en el cálculo una carga media de diseño.

### 3.10.1 Estándares De Modelo

**Tabla 29**

*Estándares De Modelo Para El Redimensionamiento Aislantes*

Estándares De Modelo		
Nomenclatura	Siglas	Valor
F. de Zona	Z	0.35
F. de Uso	U	1.00
F. de Suelo	S	1.15
Perfil de suelo	S2	-----
Lapso Corto	T <sub>P</sub>	0.6
Lapso Largo	T <sub>L</sub>	2.0
Coefficiente de Disminución del sismo	C	2.50
F. de Disminución del sismo – Apoyo Fijo	R	7
F. de Disminución del sismo – Apoyo Aislado	R	1
F. de Disminución del sismo – Súper Estructura	R	2

*Nota: Elaboración propia*

### 3.10.2 Amortiguación Real ( $B_M$ )

Existe una conexión entre la cuadrada espectral para el 5% de la amortiguación grave y la ordenada espectral para la amortiguación real  $\beta_M$ , que representa al deslizamiento traslacional DM. Esta relación se representa  $B_M$ . Es imprescindible incluir esta conexión en el cálculo de la NTP - E-031.

**Tabla 30**

% Amortiguación

Factor de Amortiguación $B_M$	
Amortiguación Efectivo, $\beta_M$ (En % del amortiguación grave) a,b	Factor $B_M$
$\leq 2$	0,8
5	1,0
10	1,2
20	1,5
30	1,7
$\geq 40$	1,9

Nota: E.031 "Aislamiento Sísmico"

Para esta investigación se ha elegido el valor de amortiguación  $\beta_{eff}$ , que es exactamente el 15%. La conclusión que puede extraerse de ello es que el coeficiente de  $B_M$  es igual a 1,38, que puede determinarse mediante cálculos iterativos utilizando los datos que figuran en la tabla. Además, la ecuación que se ha suministrado puede utilizarse para determinar la variable de amortiguamiento real, que se representa con el símbolo  $B_M$ :

Donde:

$$\beta_M \text{ o } \beta_{eff} = 15\%$$

$$\frac{4}{5.6 - \ln(15)} = B_M$$

$$1.38 = B_M$$



### 3.10.3 *Lapso objetivo*

En lo que respecta al proyecto de tesis en curso que se está investigando, se elegirá un periodo de tiempo determinado para cumplir el objetivo.

$$T = 3.3 \text{ seg}$$

### 3.10.4 *Excentricidad accidental*

Junto con la fuerza lateral estática, la norma E.030 estipula que se dé una fuerza de torsión inesperada adicional ( $M_{ti}$ ) en el punto medio de la masa de cada grado. Esta fuerza se añade a la fuerza lateral estática. Para realizar el cálculo, se incluyen los siguientes pasos:

$$M_{ti} = +- F_i \cdot e_i$$

Adicionalmente, se reconoce que la desviación accidental en cada grado ( $e_i$ ) se tiene en cuenta 0,05 veces la dimensión de la edificación en el sentido perpendicular al sentido de la evaluación. Esto es así porque se cree que es igual al tamaño de la estructura. Esto es válido para todas y cada una de las características de análisis.

La investigación de la estructura utilizando una base fija dio lugar al descubrimiento de resultados, uno de los cuales fue el cálculo de la excentricidad. Por esta razón, tendremos en cuenta estos valores a lo largo de los ejes X e Y.

### 3.10.5 *Sismo Límite Considerado ( $S_{aM}$ )*

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

$$S_{aM} = 1.509 \text{ g}$$

### 3.10.6 *Deslizamiento Traslacional:*

El plan de aislación sísmica debe crearse y desarrollarse de acuerdo con E.031, de forma que pueda soportar el deslizamiento límite, DM. Este desplazamiento se calcula usando los límites bajos y altos de las características. Con ayuda de la ecuación 6 de la norma, este cálculo se realiza en la dirección que se considera más importante para la respuesta horizontal.

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

$$D_M = 0.302 \text{ m}$$

### 3.10.7 Deslizamiento Total Límite

Conforme con la normativa E.031 afirma que el  $D_{TM}$  se determinará con la operación establecida por la norma técnica.

Yi Xi es su nombre propio. Los milímetros se utilizan para representar las distancias horizontales que se miden a lo largo del eje del plan de aislación sísmica. Estas longitudes se miden entre el núcleo de masa del esquema y cada aislador instalado individualmente.

Sentido X- Y

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

También:

$$P_T = \frac{T_{\text{modo 1}}}{T_{\text{mod0 3}}}$$

Estado

$$P_T > 1.00 \quad \text{Correcto.}$$

Por ende

$$0.347 \text{ m} = D_{TM}$$

Estado

$$1.15 D_M < D_{TM} \quad \text{Correcto.}$$

### 3.11 Determinación de cualidades mecánicas nominales de los aislantes

Está previsto utilizar aisladores muy amortiguados, a menudo conocidos como HDRB, para la carga media de diseño. La siguiente ilustración muestra cómo se calcularán las características nominales de dos tipos distintos de aisladores en función de su ubicación y de la capacidad estructural de cada uno de ellos.

### 3.11.1 Rigidez Horizontal Del Agente $K_{eff}$

$$k_h = P_{U_{m\acute{a}x}} x \left( \frac{2\pi}{T_M} \right)^2$$

Donde:

$T_M$  = Lapso Asumido

### 3.11.2 Dimensión de caucho del elemento ( $H_r$ )

Conexión entre el  $\Delta$  de modelo y dimensión del caucho del elemento que representa a la deformación de corte directo para la actual investigación se dejará como valor  $\gamma = 150$  %

$$\gamma_D = \frac{D_{TM}}{H_r} \leq 2.5$$

*Nota E.031 deformación por corte*

Operando obtenemos

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

### 3.11.3 Zona del elemento (A):

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

Luego:

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

### 3.11.4 Diámetro del elemento (A)

- 1er cálculo del diámetro del aislante ( $D_1$ )

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

### 3.12 Cualidades físicas del elemento de aislación

**Tabla 31**

*Cualidades Físicas Del Elemento De Aislación*

CUALIDADES FISICAS DEL AISLANTE		
Cualidades	Clase A	Unidades
FIRMEZA HORIZONTAL DEL ELEMENTO	<b>0.50</b>	Mpa.m (Kn/mm)
DIMENSIÓN DE CAUCHO	0.20	m
DIMENSIÓN DEL ELEMENTO	0.13	m <sup>2</sup>
<b>DIAMETRO DEL AISLANTE</b>	<b>0.40</b>	m
DESLIZAMIENTO LÍMITE	<b>0.30</b>	m
DESLIZAMIENTO FINAL LÍMITE	0.35	m
MODELO DE CORTE	<b>0.80</b>	Mpa
% DE AMORTIGUACIÓN	<b>0.15</b>	-----
NÚMERO DE AISLANTES HDRB	28	Und
CARGA EN ELEMENTO A (centro)	<b>137.76</b>	Tn

*Nota:* Elaboración Propia

En el proceso de cálculo de las cualidades físicas del aislador, compararemos esta información con el catálogo de la empresa Tensa para calcular las propiedades mecánicas del aislante.

### 3.13 Resumen - cualidades mecánicas determinadas

**Tabla 32**

*Cualidades Mecánicas Del Elemento De Aislantes Determinados*

CUALIDADES NOMINALES DE LOS ELEMENTOS DE AISLACIÓN HDRB			
Clase de aislante	NOM.	Unidades	Elemento Tipo HDRB
Carga de diseño		Tn	137.76
Catalogo tensa Vertical (U1)			TDRI-550-NM-175
Firmeza Vertical (Effective stiffness)	KV	KN/mm	1320
CUALIDADES LINEALES (U2, U3)			
Firmeza Real Lineal (Effective Stiffness)	KEEF	KN/mm	1.09
Amortiguamiento Efectivo (Effective Damping)	C	kn.seg/mm	0.07
CUALIDADES NO LINEALES (U2, U3)			
Firmeza primaria (Stiffness)	K1	KN/mm	8.59
Energía de Fluencia (yield strength)	FY	kn	88.75
Conexión R.Inic/R. Post	K1/K2	ratio	0.096
Fuerza Distribuida	WD	Kn.m	93.51
Firmeza Post fluencia	K2	KN/mm	0.82

*Nota:* Elaboración Propia

### 3.13.1 Cualidades lineales Vertical (U1)

Figura 22

Firmeza Vertical

Identification	
Property Name	HDRB MN 550-175
Direction	U1
Type	Rubber Isolator
NonLinear	No

Linear Properties	
Effective Stiffness	1320 kN/mm
Effective Damping	0 kN-s/mm

Nota: Etabs V.20.0.0.

### 3.13.2 Cualidades No Lineales (U2, U3)

Figura 23

Cualidades Lineales Y No Lineales De Los Elementos De Aislación

Identification	
Property Name	HDRB MN 550-175
Direction	U2
Type	Rubber Isolator
NonLinear	Yes

Linear Properties	
Effective Stiffness	1.09 kN/mm
Effective Damping	0.07 kN-s/mm

Shear Deformation Location	
Distance from End-J	0 mm

Nonlinear Properties	
Stiffness	8.59 kN/mm
Yield Strength	88.75 kN
Post Yield Stiffness Ratio	0.096

Nota. Etabs V.20.0.0.

Los sentidos de evaluación son U1

**Figura 17**

*Suma De Las Cualidades Lineales Y No Lineales Del Elemento De Aislación*

**General**

Link Property Name: HDRB MN 550-175  
Link Type: Rubber Isolator  
Link Property Notes: Modify/Show Notes...  
P-Delta Parameters: Modify/Show...  
Acceptance Criteria: Modify/Show...  
None specified

**Total Mass and Weight**

Mass: 0 kN-s<sup>2</sup>/mm  
Weight: 0 kN  
Rotational Inertia 1: 0 kN-mm-s<sup>2</sup>  
Rotational Inertia 2: 0 kN-mm-s<sup>2</sup>  
Rotational Inertia 3: 0 kN-mm-s<sup>2</sup>

**Factors for Line and Area Springs**

Link/Support Property is Defined for This Length When Used in a Line Spring Property: 1000 mm  
Link/Support Property is Defined for This Area When Used in an Area Spring Property: 1000000 mm<sup>2</sup>

**Directional Properties**

Direction	Fixed	NonLinear	Properties	Direction	Fixed	NonLinear	Properties
<input checked="" type="checkbox"/> U1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Modify/Show for U1...	<input type="checkbox"/> R1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Modify/Show for R1...
<input checked="" type="checkbox"/> U2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Modify/Show for U2...	<input type="checkbox"/> R2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Modify/Show for R2...
<input checked="" type="checkbox"/> U3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Modify/Show for U3...	<input type="checkbox"/> R3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Modify/Show for R3...

Buttons: Fix All, Clear All

**Stiffness Options**

Stiffness Used for Linear and Modal Load Cases: Effective Stiffness from Zero, Else Nonlinear  
Stiffness Used for Stiffness-proportional Viscous Damping: Initial Stiffness (K0)  
Stiffness-proportional Viscous Damping Coefficient Modification Factor: 1

Buttons: OK, Cancel

Nota. Nota: Etabs V.20.0.0

## ➤ Vertical (U1)

**Figura 25**

*Cualidades de Rigidez Vertical*

**Link/Support Directional Properties**

**Identification**

Property Name: AISLADORES LRB  
Direction: U1  
Type: Rubber Isolator  
NonLinear: No

**Linear Properties**

Effective Stiffness: 1159.31 kN/mm  
Effective Damping: 0 kN-s/mm

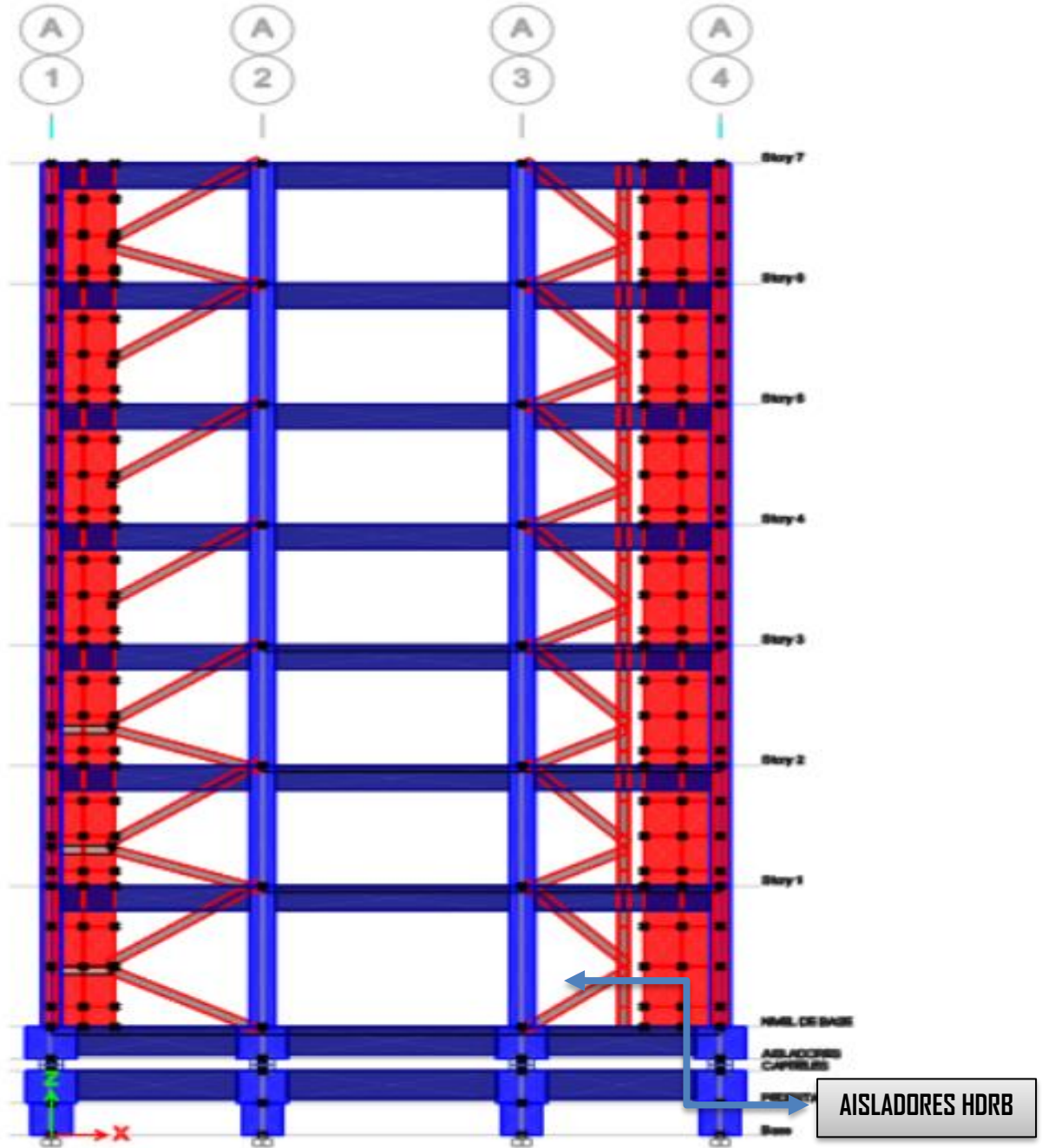
Buttons: OK, Cancel

Nota. Etabs V.20.0.0

## ➤ Suma De Elementos De Aislación De Apoyo HDRB

Figura 26

Sistema Incorporado Con La Interfaz De Aislación

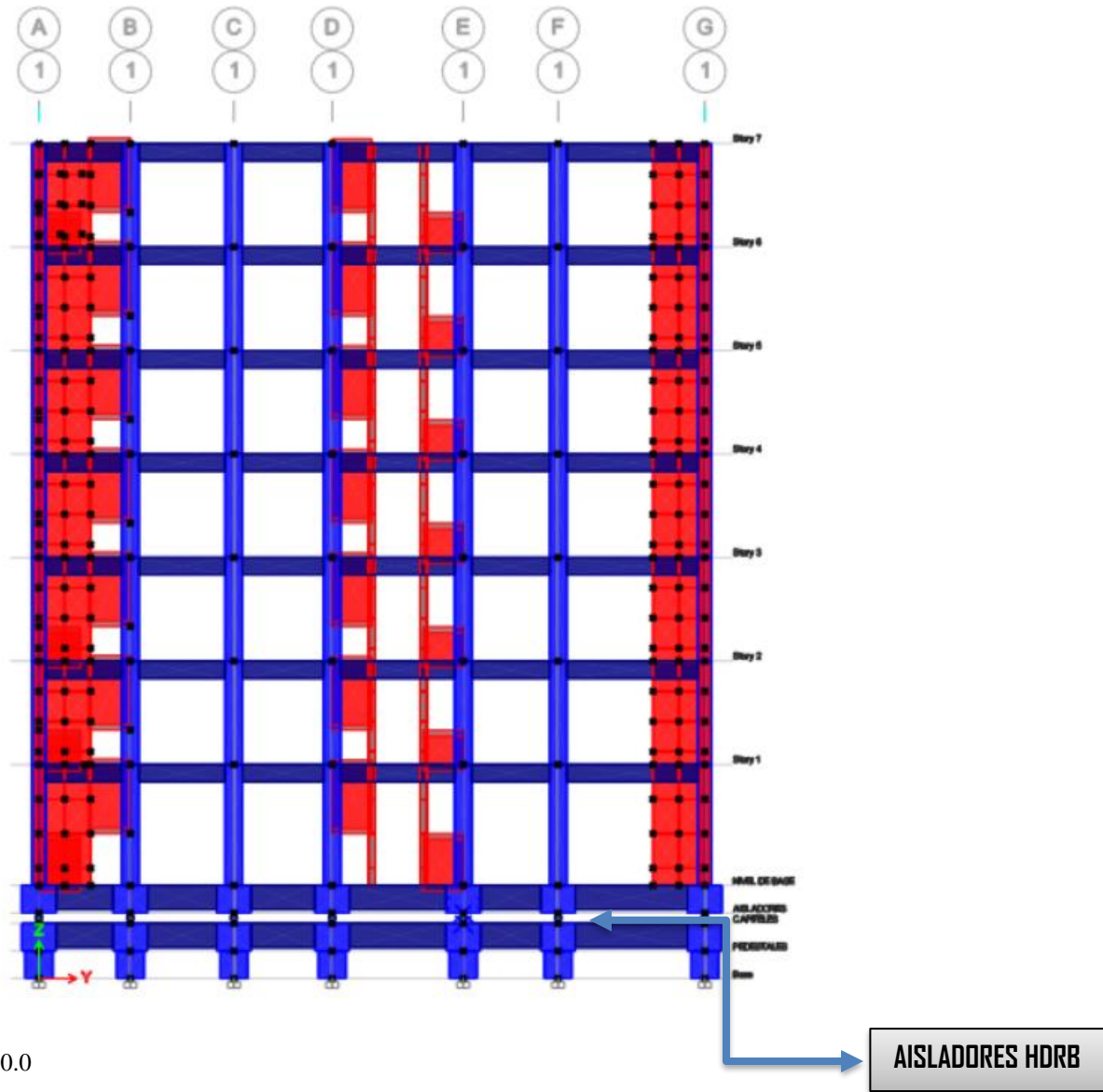


Nota. Etabs V.20.0.0

## ➤ Suma De Elementos De Aislación De Apoyos HDRB Ejes Secundarios

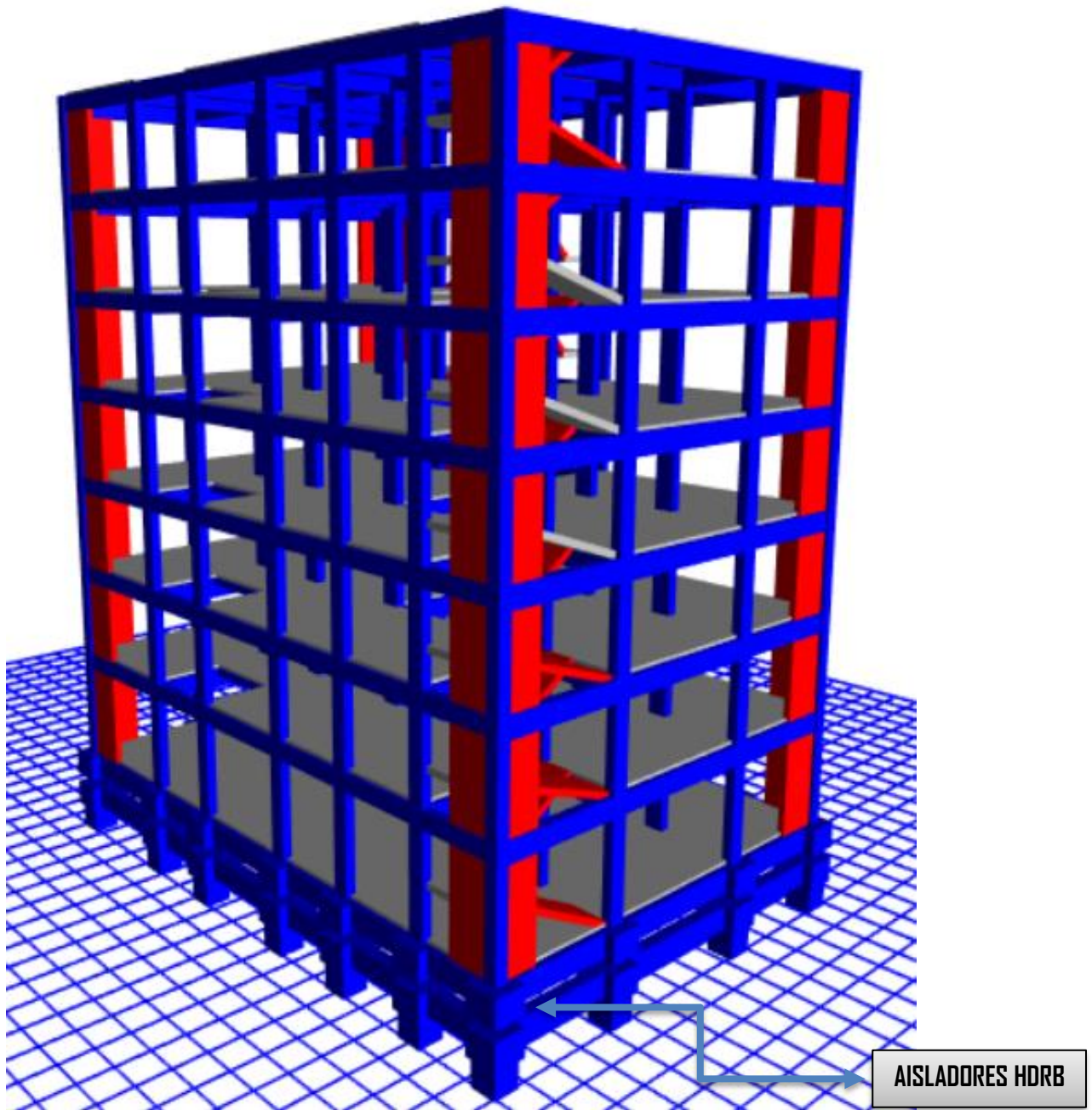
Figura 27

Sistema Aislado Con Elementos HDRB



**Figura 28:**

*Vista 3d Del Sistema Aislado*

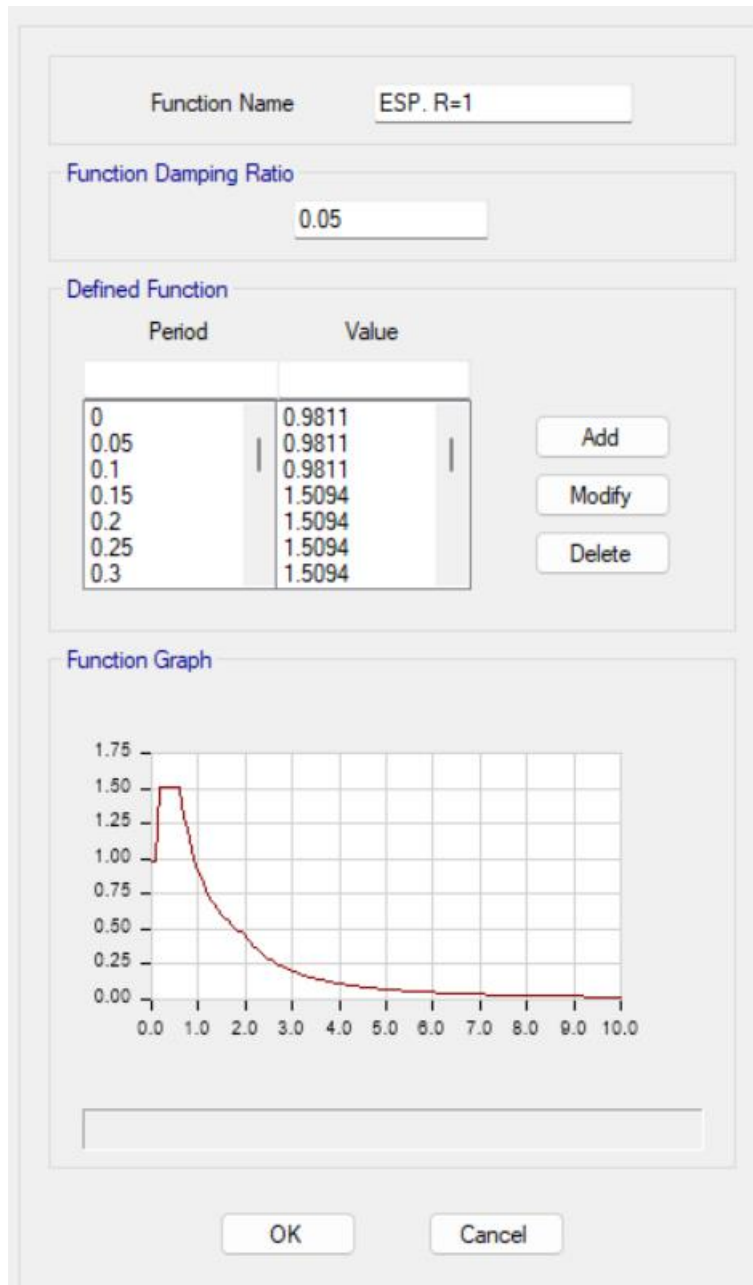


*Nota.* Etabs V.20.0.0

### 3.13.3 Espectro De Respuesta De SMC R=1

Figura 29

Espectro De Respuesta SMC R=21



Nota. Etabs V.20.0.0

**Figura 30**

*Situaciones De Sismo Para El SMC R=1*

**E** Load Case Data ×

---

**General**

Load Case Name	SMC EN X-X R=1	Design...
Load Case Type	Response Spectrum	Notes...
Mass Source	Previous (PESO SISMICO)	
Analysis Model	Default	

---

**Loads Applied**

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	ESP. SMC R=1	9.8067
Acceleration	U2	ESP. SMC R=1	2.942

**Buttons:** Add, Delete,  Advanced

---

**Other Parameters**

Modal Load Case	Modal	
Modal Combination Method	CQC	
<input type="checkbox"/> Include Rigid Response	Rigid Frequency, f1	
	Rigid Frequency, f2	
	Periodic + Rigid Type	
Earthquake Duration, td		
Directional Combination Type	SRSS	
Absolute Directional Combination Scale Factor		
Modal Damping	Constant at 0.05	Modify/Show...
Diaphragm Eccentricity	0.05 for All Diaphragms	Modify/Show...

**Buttons:** OK, Cancel

Nota. Etabs V.20.0.0

## CAPITULO IV

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## 4.1 LAPSOS Y MASA INTERVENTIVA

## 4.1.1 Masa Participativa Sistema Con Apoyo Fijo.

Tabla 33

*Formas De Vibración Y % De Masa Participativa Apoyo Fijo*

MASA PARTICIPATIVA ESTRUCTURA EMPOTRADA					
Case	Mode	Period	UX	UY	RZ
		sec			
	1	.492	.7486	.016	.0103
	2	.435	.0072	.7068	.0775
	3	.354	.0193	.0697	.6882
	4	.142	.1262	.0122	.0007
	5	.13	.011	.1117	.0119
	6	.103	.003	.0095	.1275
	7	.072	.0272	.0193	0
	8	.068	.0218	.0227	.0029
	9	.053	.001	.001	.0464
	10	.047	.0034	.0158	.000006715
	11	.044	.018	.0029	.0007
	12	.035	.0006	.0061	.002
	13	.034	.0002	.0016	.0181
	14	.032	.0083	.0003	.001
	15	.029	.0001	.0026	0.0001
	16	.027	.0029	.0002	0.0002
	17	.026	.00002075	.0006	0.0001
	18	.025	.0001	0	0.004
	19	.025	.0001	.0001	0.0039
	20	.024	.0006	.0000286	0.000005302
	21	.023	.000008822	.000004622	0.0001
	<b>TOTAL</b>		<b>99.96%</b>	<b>99.91%</b>	<b>99.56%</b>

Nota: Etabs V.20.0.0



**Análisis de datos hallados:** En el caso de un sistema de apoyo fijo que cumplía los criterios de la norma E-030, los valores de masa participativa superaban el noventa por ciento en ambas direcciones.

### 4.1.2 Masa Participativa Sistema Con Apoyo Aislado

**Tabla 34**

*Formas De Vibración Y % De Masa Participativa Base Aislada*

MASA PARTICIPATIVA ESTRUCTURA AISLADA					
Case	Mode	Periodo	UX	UY	RZ
		sec			
	1	1.705	.8617	.0033	.0612
	2	1.667	.0037	.9236	.00001872
	3	1.528	.0603	.0003	.8601
	4	.336	.0031	.000003601	.0001
	5	.284	0	.0015	.0002
	6	.236	.00003112	.00004472	.001
	7	.13	0.0001	.000001369	7.616E-07
	8	.117	0	.00003456	.000004801
	9	.093	7.278E-07	.000001015	.00002067
	10	.073	0.00000242	6.761E-07	0
	11	.069	0	.0000019	0
	12	.051	0	0	.000007131
	13	.049	0	0	0
	14	.046	0	0	.000003307
	15	.037	0	0	.000001054
	16	.028	6.357E-07	.000001163	.0004
	17	.015	.0312	.0156	.0009
	18	.014	.0273	.0276	.00004043
	19	.013	.0051	.0139	.0059
	20	.011	.0014	.0086	.0044
	21	.003	.0031	.0011	.00002334
<b>TOTAL</b>			<b>99.70%</b>	<b>99.56%</b>	<b>93.43%</b>

Nota: Etabs V.20.0.0

**Análisis de datos hallados:** En cumplimiento de los aspectos de la normativa E-030, el sistema con base aislada que incluía dispositivos HDRB fue capaz de alcanzar valores de masa participativa superiores al 90 por ciento en ambas direcciones.

#### 4.1.3 Lapsos De Vibración Apoyo Fijo vs Apoyo Aislado

**Tabla 35**

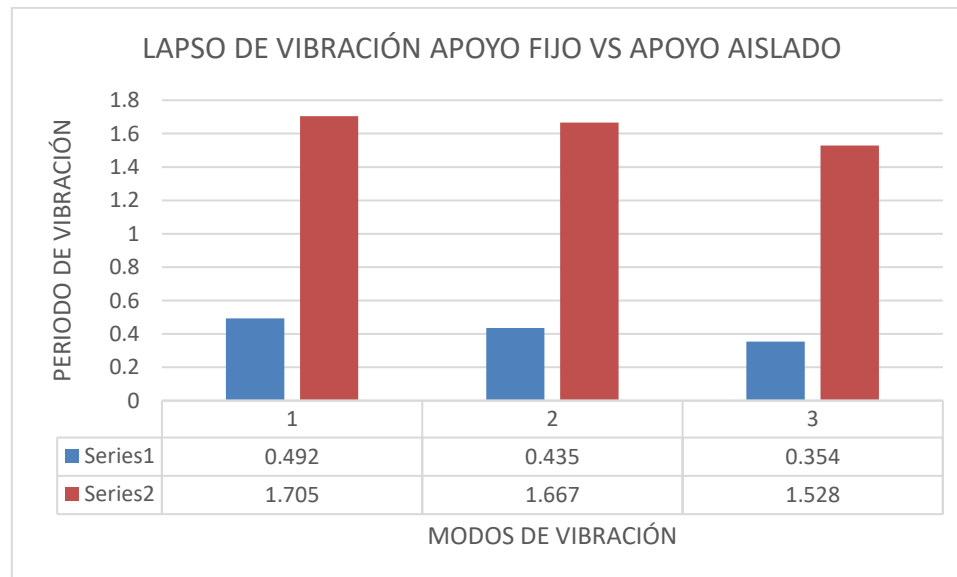
*Comparativo de Modos De Vibración Apoyo Fijo vs Apoyo Aislado*

PERIODO DE VIBRACION APOYO FIJO VS APOYO AISLADO				
Case	Mode	APOYO FIJO	APOYO AISLADO	INFLUENCIA %
	1	0.492	1.705	71%
	2	0.435	1.667	74%
	3	0.354	1.528	77%

*Nota: Etabs V.20.0.0*

*Figura N° 31*

*Lapso De Vibración Apoyo Fijo vs Apoyo Aislado*



*Nota: Elaboración propia*

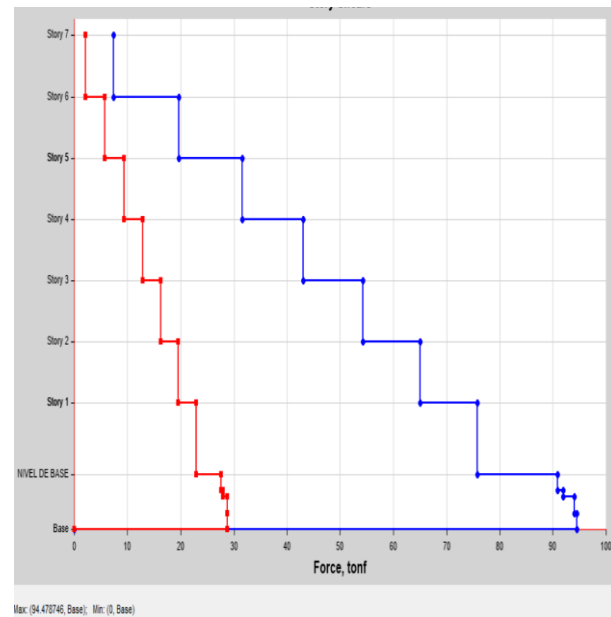
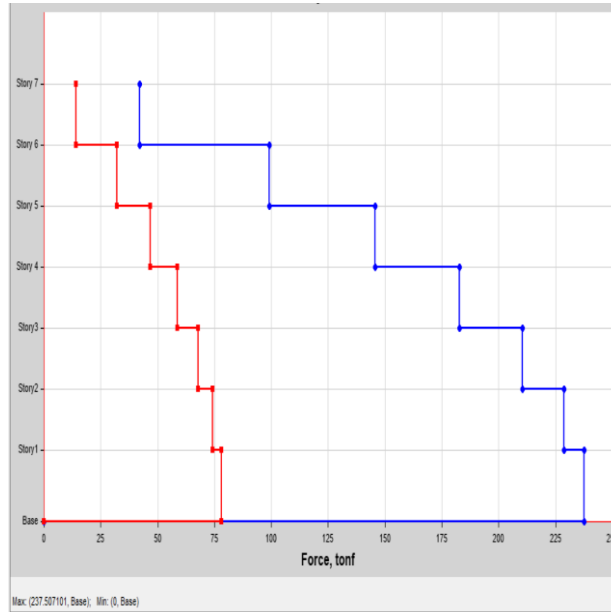
**Análisis de datos hallados:** Se ha producido un crecimiento significativo de los periodos de edificación, que han alcanzado valores hasta cuatro veces superiores a los de las construcciones de cimentación permanente. En consecuencia, se considera coherente con la idea de edificios separados entre sí.

## 4.2 Energías de corte

### 4.2.1 Energías de Corte SD R=7 Apoyo Fijo y Apoyo Aislado Sentido X-X

Figura N° 32

Cortante - sismo de modelo R=7 Cualidades Nominales Dirección X-X



Nota. Etabs V.20.0.0

**Tabla N° 36**

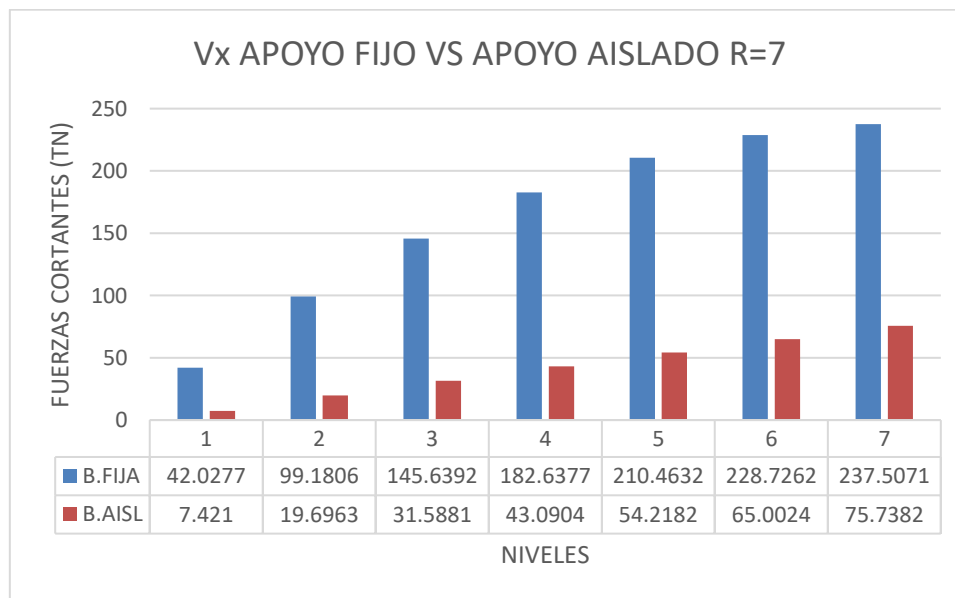
*Energías de Corte En Un SD- R=7 Apoyo Fijo y Apoyo Aislado - Cualidades Nominales X-X*

NIVEL	R=7 APOYO FIJO VX (Tn)	R=7 APOYO AISLADO VX (Tn)	INFLUENCIA %
7	42.0277	7.421	82%
6	99.1806	19.6963	80%
5	145.6392	31.5881	78%
4	182.6377	43.0904	76%
3	210.4632	54.2182	74%
2	228.7262	65.0024	72%
1	237.5071	75.7382	68%

Nota: Elaboración Propia

**Figura 33**

*Lapso De Vibración Apoyo Fijo vs Apoyo Aislado*



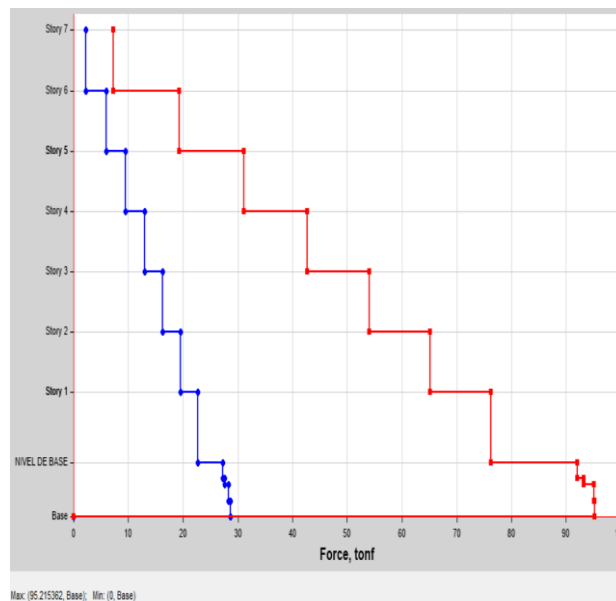
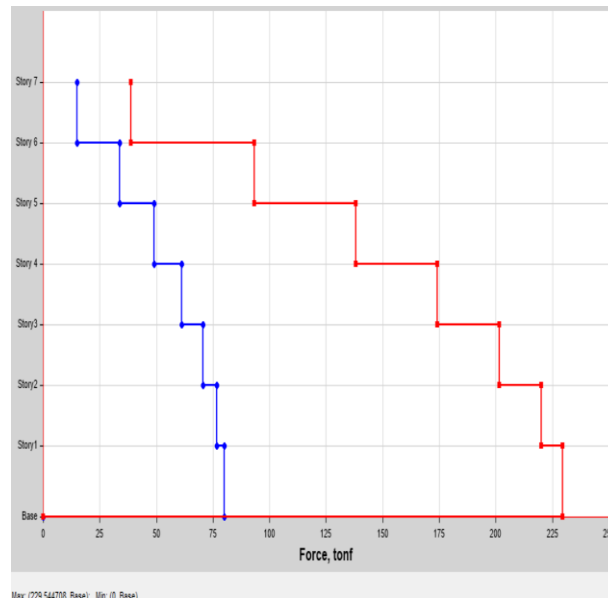
Nota: Elaboración propia

**Análisis de datos hallados:** La estructura equipada con aislamiento de base registró un valor de cizallamiento de base de 75,7382 TN. Esto dio lugar a una reducción de hasta el 68% en contraste con el sistema que tenía un apoyo fijo en la dirección X-X de estudio. Para lograr esta disminución, se utilizó una desviación estándar de siete.

## 4.2.2 Energías de Corte SD R=7 Apoyo Fijo Y Apoyo Aislado Sentido Y-Y

Figura 34

Energías Cortantes SD R=7 Apoyo Fijo vs Apoyo Aislado sentido Y-Y



Nota: Etabs V.20.0.0

**Tabla 37**

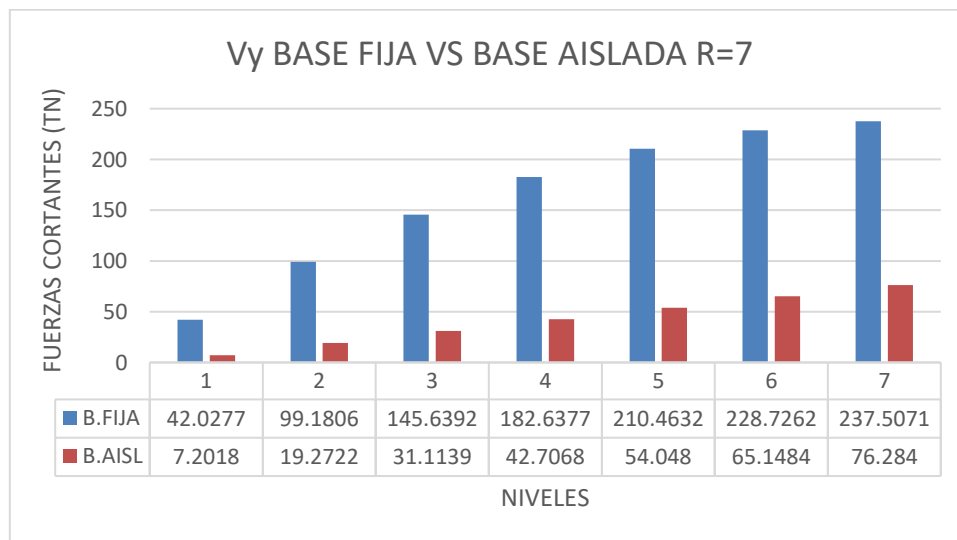
*Energías cortantes para un SD- R=7 Apoyo Fijo vs Apoyo Aislado - Cualidades Nominales Y-Y*

NIVEL	R=7 APOYO FIJO	R=7 APOYO ASILADO	INFLUENCIA
	Vy (Tn)	Vy (Tn)	%
Story 7	42.0277	7.2018	83%
Story 6	99.1806	19.2722	81%
Story 5	145.6392	31.1139	79%
Story 4	182.6377	42.7068	77%
Story 3	210.4632	54.048	74%
Story 2	228.7262	65.1484	72%
Story 1	237.5071	76.284	68%

*Nota: Elaboración Propia*

**Figura 35:**

*Energías Cortantes Y-Y Apoyo Fijo vs Apoyo Aislado*



*Nota: Elaboración Propia*

**Análisis de datos hallados:** Durante la evaluación del sentido Y-Y del sistema, se descubrió que la estructura con base separada tenía un valor de cizalladura en la base de 76,284 TN. Esto supuso una reducción de hasta el 68% en contraste con el sistema que tenía un apoyo fijo. Se utilizó un valor de 7 para el SD-R en la investigación.

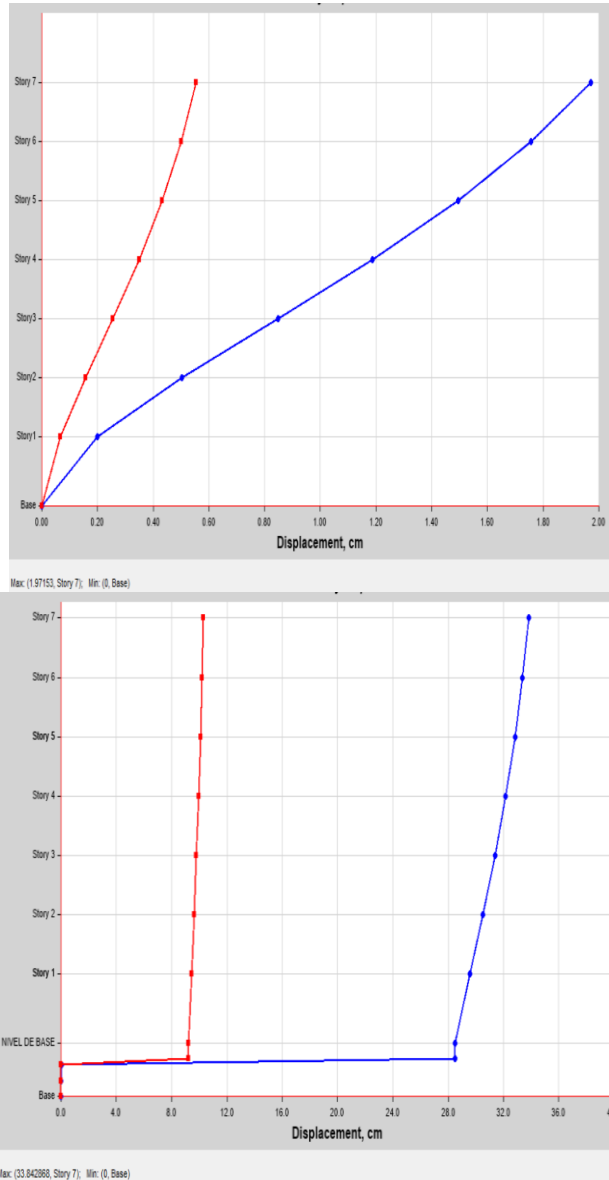
## 4.3 Deslizamientos

### 4.3.1 Deslizamiento límite $SD R = 7$ Apoyo Fijo Contra $SMC R = 1$ Apoyo Aislado - X -

X

Figura 36

Deslizamiento límite - $SD R = 7$  Apoyo Fijo Contra  $SMC R = 1$  Apoyo Aislado X - X



Nota: Etabs V.20.0.0

**Tabla 38**

*Deslizamiento límite -SD R=7 Apoyo Fijo VS SMC R=1 Apoyo Aislado X-X*

DESCRIPCION	DESPLAZAMIENTO MAX. APOYO FIJO	DESPLAZAMIENTO MAX. APOYO AISLADO	INFLUENCIA
Story	X-Dir cm	X-Dir cm	%
7	1.9715	33.8429	94%
6	1.7561	33.3755	95%
5	1.4954	32.8204	95%
4	1.1881	32.1598	96%
3	0.8482	31.3872	97%
2	0.5029	30.5106	98%
1	0.1983	29.5631	99%

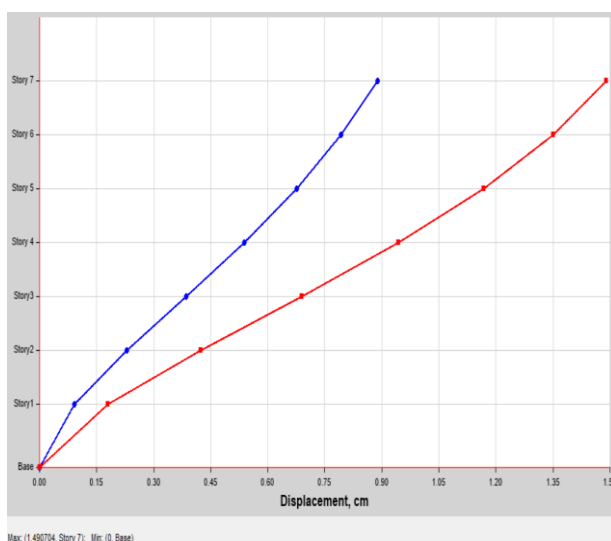
*Nota: Elaboración Propia*

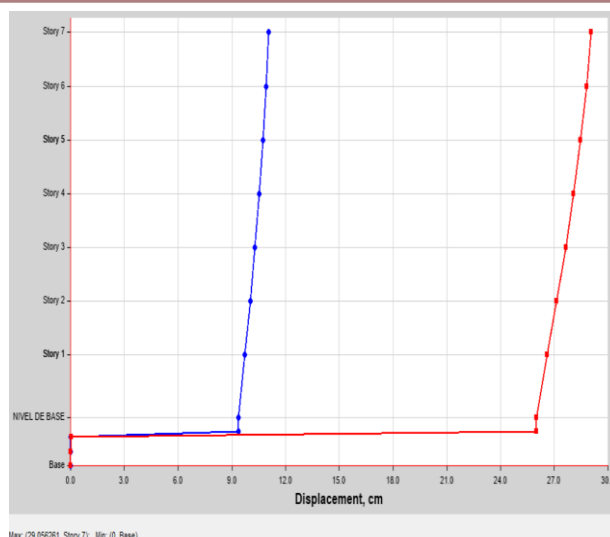
**Análisis de datos hallados:** Cuando se observa en la dirección X-X, el sistema de apoyo aislado muestra un deslizamiento límite de 33,8429 cm, lo que equivale a un aumento del 94% en el desplazamiento. En consecuencia, este desplazamiento está en consonancia con la funcionalidad y el diseño previstos para los aisladores de base. En el nivel final, la ejecución de apoyo fijo muestra un deslizamiento límite de 1,9715 cm, por otro lado, el sistema de apoyo aislado muestra un deslizamiento límite de 33,8429 cm.

#### 4.3.2 Deslizamiento límite SD R = 7 Apoyo Fijo Contra SMC R = 1 Apoyo Aislado – Y - Y

**Figura 37**

*Deslizamiento límite SD R = 7 Apoyo Fijo Contra SMC R = 1 Apoyo Aislado – Y - Y*





Nota: Etabs V.20.0.0

**Tabla 39**

Deslizamiento límite -SD R = 7 Apoyo Fijo Contra SMC R = 1 Apoyo Aislado Y - Y

DESCRIPCION	DESPLAZAMIENTO MÁX. APOYO FIJO	DESPLAZAMIENTO MÁX. APOYO AISLADO	INFLUENCIA
Story	Y-Dir cm	Y-Dir cm	%
Story 7	1.4907	29.0563	95%
Story 6	1.3498	28.7954	95%
Story 5	1.1677	28.458	96%
Story 4	0.9437	28.0794	97%
Story 3	0.6892	27.6346	98%
Story 2	0.4239	27.1353	98%
Story 1	0.1791	26.5963	99%

Nota: Elaboración Propia

**Análisis de datos hallados:** Cuando se observa en la dirección Y-Y, el sistema de apoyo aislado muestra un deslizamiento límite de 29,0563 cm, lo que equivale a un aumento del 95% en el desplazamiento. En consecuencia, este desplazamiento está de acuerdo con la funcionalidad y el diseño previstos para los aislantes de base. En el grado final, el plan de apoyo fijo muestra un deslizamiento límite de 1,4907 cm, por otro lado el sistema de apoyo aislado muestra un deslizamiento límite de 29,0563 cm.



## 4.4 Derivas

### 4.4.1 Gestión De Derivas Con SD R = 7 Apoyo fijo Sentido X - X

**Tabla 40**

*Derivas Con Sismo De Modelo R=7 Apoyo fijo Sentido X - X*

DERIVAS (Dirección X)									
Nivel	Diafragma	Caso	UX (m)	Altura (m)	D. RELATIVO	D. ELASTICO	D. INELASTICO	E-030	CONTROL E-030
7	D7	SIS_ DIN_X Max	0.01586	3	0.0017	0.0006	<b>0.0030</b>	.007	OK
6	D6	SIS_ DIN_X Max	0.014172	3	0.0021	0.0007	<b>0.0036</b>	.007	OK
5	D5	SIS_ DIN_X Max	0.01209	3	0.0025	0.0008	<b>0.0043</b>	.007	OK
4	D4	SIS_ DIN_X Max	0.009636	3	0.0027	0.0009	<b>0.0048</b>	.007	OK
3	D3	SIS_ DIN_X Max	0.006914	3	0.0028	0.0009	<b>0.0049</b>	.007	OK
2	D2	SIS_ DIN_X Max	0.004117	3	0.0025	0.0008	<b>0.0043</b>	.007	OK
1	D1	SIS_ DIN_X Max	0.001637	3.5					

*Nota: Elaboración Propia.*

**Tabla 41**

*Derivas Con Sismo De Modelo R = 7 Apoyo fijo Sentido Y - Y*

DERIVAS (Dirección Y)									
Nivel	Diafragma	Caso	UY (m)	Altura (m)	D. RELATIVO	D. ELASTICO	D. INELASTICO	E-030	CONTROL E-030
7	D7	SIS_ DIN_Y Max	0.011361	3	.0010	.0003	<b>.0018</b>	.007	OK
6	D6	SIS_ DIN_Y Max	0.010335	3	.0014	.0005	<b>.0024</b>	.007	OK
5	D5	SIS_ DIN_Y Max	0.008957	3	.0017	.0006	<b>.0030</b>	.007	OK
4	D4	SIS_ DIN_Y Max	0.007254	3	.0019	.0006	<b>.0034</b>	.007	OK
3	D3	SIS_ DIN_Y Max	0.005318	3	.0020	.0007	<b>.0035</b>	.007	OK
2	D2	SIS_ DIN_Y Max	0.003294	3	.0019	.0006	<b>.0033</b>	.007	OK
1	D1	SIS_ DIN_Y Max	0.001409	3.5					

*Nota: Elaboración Propia.*

**Análisis de datos hallados:** Según la norma E-030, la estructura de base empotrada cumple los requisitos, que indican que las derivas máximas en ambas direcciones deben ser inferiores a 0,007.

#### 4.4.2 Gestión De Derivas Con SD R = 1 Apoyo Aislado Sentido X - X

**Tabla 42**

*Derivas Con Sismo De Modelo R = 1 Apoyo Aislado Sentido X - X*

DERIVAS (Dirección X)									
Nivel	Diafragma	Caso	UX (m)	Altura (m)	D. RELATIVO	D. ELASTICO	D. INELASTICO	E-030	CONTROL E-031
7	D7	SMC EN X-X R=1	0.296294	3	0.0037	0.0012	<b>0.00094</b>	0.0035	OK
6	D6	SMC EN X-X R=1	0.292552	3	0.0049	0.0016	<b>0.00123</b>	0.0035	OK
5	D5	SMC EN X-X R=1	0.287626	3	0.0059	0.0020	<b>0.00147</b>	0.0035	OK
4	D4	SMC EN X-X R=1	0.281734	3	0.0069	0.0023	<b>0.00172</b>	0.0035	OK
3	D3	SMC EN X-X R=1	0.274855	3	0.0078	0.0026	<b>0.00195</b>	0.0035	OK
2	D2	SMC EN X-X R=1	0.267059	3	0.0083	0.0028	<b>0.00207</b>	0.0035	OK
1	D1	SMC EN X-X R=1	0.258778	3.5	0.0112	0.0032	<b>0.00241</b>	0.0035	OK
NIVEL TECNICO	D.AISL	SMC EN X-X R=1	0.247533						

*Nota: Elaboración Propia*

**Tabla 43**

*Derivas Con Sismo De Modelo R=1 Apoyo Aislado Sentido Y-Y*

DERIVAS (Sentido Y)									
Nivel	Diafragma	Caso	UY (m)	Altura (m)	D. RELATIVO	D. ELASTICO	D. INELASTICO	E-030	CONTROL E-031
NIVEL 7	D7	SMC EN Y-Y R=1	0.28007	3	0.0023	0.0008	<b>0.00057</b>	0.0035	OK
NIVEL 6	D6	SMC EN Y-Y R=1	0.277806	3	0.0031	0.0010	<b>0.00077</b>	0.0035	OK
NIVEL 5	D5	SMC EN Y-Y R=1	0.274742	3	0.0038	0.0013	<b>0.00096</b>	0.0035	OK
NIVEL 4	D4	SMC EN Y-Y R=1	0.270896	3	0.0046	0.0015	<b>0.00115</b>	0.0035	OK
NIVEL 3	D3	SMC EN Y-Y R=1	0.2663	3	0.0052	0.0017	<b>0.00131</b>	0.0035	OK



NIVEL 2	D2	SMC EN Y-Y R=I	0.261064	3	0.0056	0.0019	<b>0.00141</b>	0.0035	OK
NIVEL 1	D1	SMC EN Y-Y R=I	0.255433	3.5	0.0070	0.0020	<b>0.00149</b>	0.0035	OK
NIVEL TECNICO	D.AISL	SMC EN Y-Y R=I	0.24847						

*Nota: Elaboración Propia*

**Análisis de datos hallados:** La norma E-031 establece que una estructura con base aislada debe cumplir el criterio de tener derivas máximas en ambas direcciones inferiores a 0,0035. Esta limitación se aplica a ambas direcciones. La estructura les parece agradable.

#### 4.5 Influjo de los aislantes de apoyo en derivas

**Tabla N° 44**

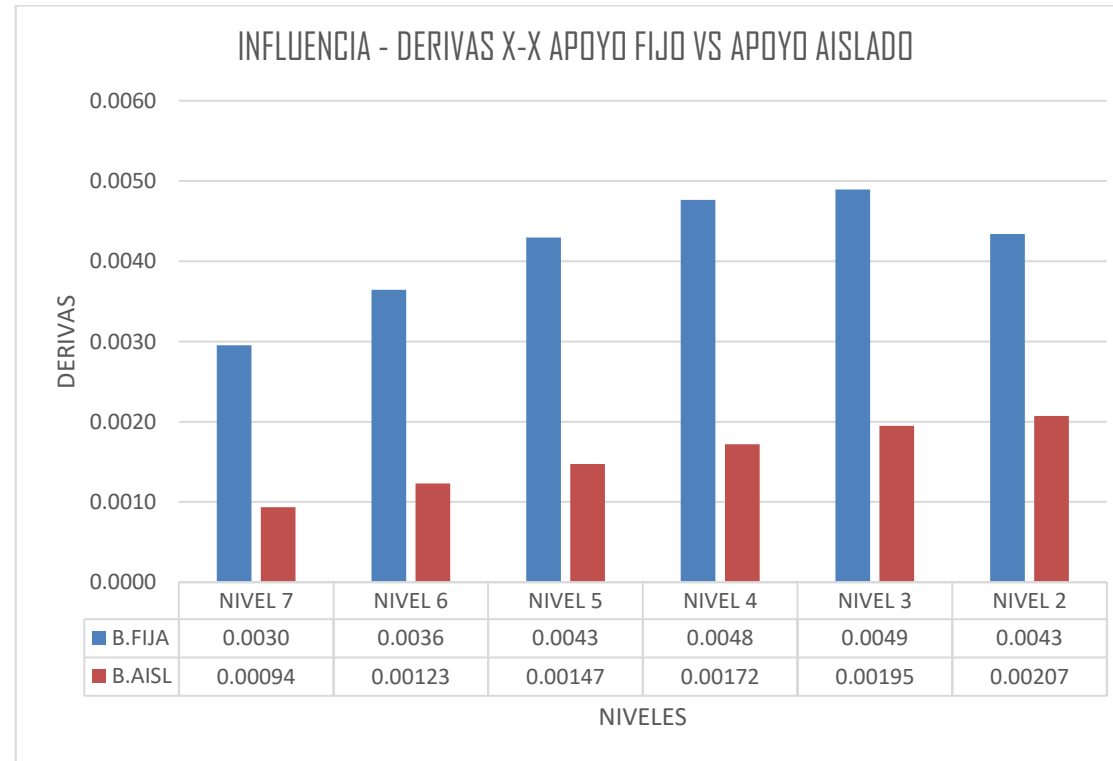
*Contraste De Derivas Sentido X-X*

Nivel	Diafragma	Caso	Sentido X-X						INFLUJO %
			D. INELASTICO	E-030	Diafragma	Caso	D. INELASTICO	E-031	
7	D7	SIS_DIN_X Max	<b>.0030</b>	.007	D7	SMC EN X-X R=I	<b>.00094</b>	.0035	68%
6	D6	SIS_DIN_X Max	<b>.0036</b>	.007	D6	SMC EN X-X R=I	<b>.00123</b>	.0035	66%
5	D5	SIS_DIN_X Max	<b>.0043</b>	.007	D5	SMC EN X-X R=I	<b>.00147</b>	.0035	66%
4	D4	SIS_DIN_X Max	<b>.0048</b>	.007	D4	SMC EN X-X R=I	<b>.00172</b>	.0035	64%
3	D3	SIS_DIN_X Max	<b>.0049</b>	.007	D3	SMC EN X-X R=I	<b>.00195</b>	.0035	60%
2	D2	SIS_DIN_X Max	<b>.0043</b>	.007	D2	SMC EN X-X R=I	<b>.00207</b>	.0035	52%
1	D1	SIS_DIN_X Max			D1	SMC EN X-X R=I	<b>.00241</b>	.0035	

*Nota: Elaboración Propia*

**Figura 37**

*Derivas SD R=7 Apoyo Fijo Contra SMC R = 1 Apoyo Aislado – X - X*



*Nota:* Etabs V.20.0.0

**Análisis de datos hallados:** Cuando se contrasta con el sistema que contiene un apoyo fijo, el sistema que está equipado con aislantes de tipo HDRB muestra una disminución considerable de la deriva de hasta el 68% en la dirección X-X.



**Tabla 45**

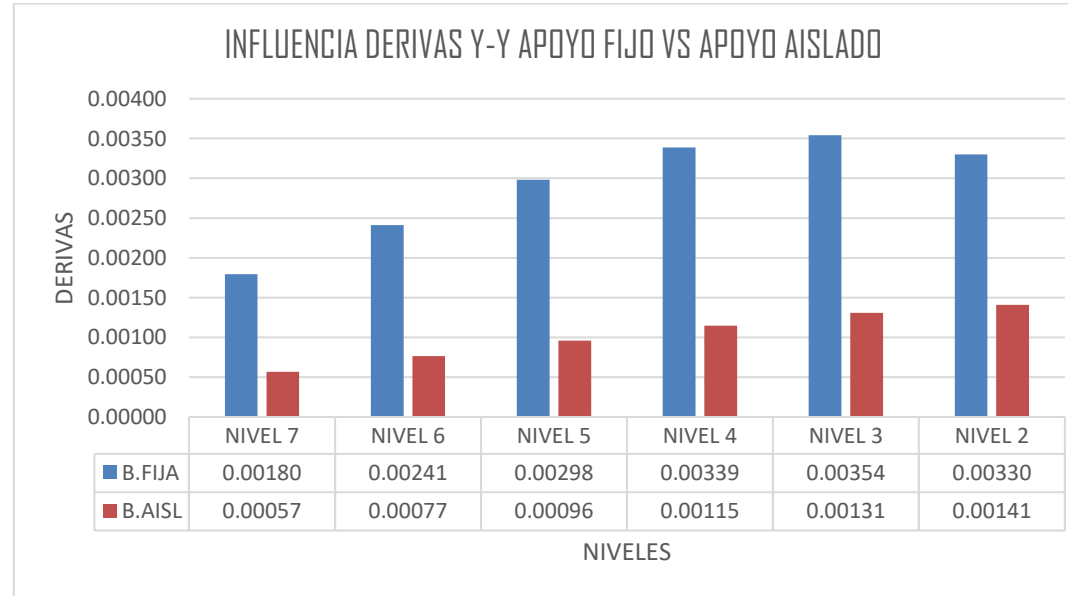
*Contraste De Derivas Sentido Y - Y*

Nivel	Diafragma	Caso	Sentido Y-Y						
			D. INELASTICO	E-030	Diafragma	Caso	D. NO ELÁSTICA	E-031	INFLUENCIA %
7	D7	SIS_DIN_Y Max	<b>0.00180</b>	<u>0.007</u>	D7	SMC EN Y-Y R=1	<b>.00057</b>	.0035	68%
6	D6	SIS_DIN_Y Max	<b>0.00241</b>	<u>0.007</u>	D6	SMC EN Y-Y R=1	<b>.00077</b>	.0035	68%
5	D5	SIS_DIN_Y Max	<b>0.00298</b>	<u>0.007</u>	D5	SMC EN Y-Y R=1	<b>.00096</b>	.0035	68%
4	D4	SIS_DIN_Y Max	<b>0.00339</b>	<u>0.007</u>	D4	SMC EN Y-Y R=1	<b>.00115</b>	.0035	66%
3	D3	SIS_DIN_Y Max	<b>0.00354</b>	<u>0.007</u>	D3	SMC EN Y-Y R=1	<b>.00131</b>	.0035	63%
2	D2	SIS_DIN_Y Max	<b>0.00330</b>	<u>0.007</u>	D2	SMC EN Y-Y R=1	<b>.00141</b>	.0035	57%
1	D1	SIS_DIN_Y Max			D1	SMC EN Y-Y R=1	<b>.00149</b>	.0035	

*Nota: Elaboración Propia*

**Figura 38**

*Derivas SD R=7 Apoyo Fijo Vs SMC R = 1 Apoyo Aislado - Y-Y*



*Nota:* Elaboración propia

**Análisis de datos obtenidos:** El sistema que está equipado con aislantes de clase HDRB tiene una gran disminución de la deriva en la dirección Y-Y, con una reducción de hasta el 68%, en comparación con la estructura que tiene un apoyo fijo.



## CONCLUSIONES

**PRIMERO:** Con relación al objetivo general:

- A efectos de esta investigación, el enfoque constructivo sugerido incorpora el uso de dispositivos del tipo HDRB junto con el aislamiento sísmico en el apoyo. La optimización de los periodos y desplazamientos es el objetivo deseado, y esta técnica es coherente con dicho propósito. Como resultado, estos dispositivos tienen una rigidez en el sentido no horizontal, pero son flexibles en el sentido no vertical. Como consecuencia de ello, los criterios de diseño que se describían en las normas E-030 y E-031 con respecto a las derivas y los periodos se han satisfecho eficazmente.
- Tras realizar un análisis de nuestros resultados en el marco del proyecto, hemos llegado a la respuesta de que el modelo de espécimen estructural es congruente con las metas que se pretendían alcanzar con el proyecto.

**SEGUNDO:** Con relación al objetivo principal 1:

Durante el análisis de forma estática del edificio se cumplieron los requisitos estructurales exigidos por la normativa técnica de modelo sismorresistente E-030. Esto se hizo con el fin de reducir las irregularidades, los modos de vibración y las fuerzas de corte. Tanto los pórticos como los muros estructurales se consideraron componentes del sistema, que se categorizó como plan estructural dual.

Al realizar el análisis del espectro sísmico dinámico, se pudieron restringir las derivas entre pisos, lo que dio como resultado valores inferiores a los exigidos por la normativa E-030.

**TERCERO:** Con relación al objetivo específico 2:



- El lapso principal de vibración para el sistema fijo es de 0,492 seg mientras funciona en el modo 1. El valor, en cambio, aumenta a 1,705 segundos para las características nominales en el mismo modo debido a la inclusión de los elementos de aislación en el mismo sistema. El valor de la estructura ha aumentado un 71% como consecuencia de esta situación. Hay una razón para ello, y es la flexibilidad horizontal de los aislantes de apoyo, que puede consultarse en la tabla n° 37. (Antecedente 1).
- La investigación del sistema descubrió que las energías de corte sísmicas en el apoyo reducen hasta un sesenta y ocho por ciento en ambas direcciones. Esto se descubrió tomando en consideración un apoyo fijo con una DM de siete, así como un apoyo aislado con una desviación estándar de siete. Para obtener más información, consulte las tablas n° 38 y 39. (Antecedente 2).
- En contraste con la edificación con base aislada, la construcción con apoyo fijo tiene un deslizamiento límite de 1,9715 cm en el sentido X-X, por otro lado el sistema de apoyo aislado tiene un deslizamiento límite de 33,8429 cm. Además, se registran desplazamientos de 1,4907 cm y 29,0563 cm medidos en la dirección Y-Y en relación con el nivel final. Esto es posible gracias a la flexibilidad horizontal de los aislantes, que deja que el artilugio opere correctamente, ver cuadro N° 40 y 41.
- Con relación a las derivas, el sistema que tiene un apoyo aislado y el sistema que presenta aislantes de apoyo clase HDRB demuestran una disminución en las derivas de hasta 68% en el sentido X-X y 68% en el sentido Y-Y cuando se comparan con un sistema que presenta un apoyo fijo (ver tabla N° 42 y 43) (Antecedente 3).



- De acuerdo con la normativa de aislación sísmica E.031, la estructura cumple las restricciones de deriva admisible que se han definido sobre ella. De acuerdo con la norma E.031, el límite máximo de deriva está fijado en 3,5 por 1000.
- En cuanto al diseño, los aisladores de base se han desarrollado de acuerdo con los parámetros de diseño especificados. Esto se debe al hecho de que obtuvimos un valor DTM de 34,7 cm cuando estábamos en el desarrollo de predimensionamiento de los sistemas de aislamiento sísmico. Además, los resultados de nuestro estudio en el programa arrojaron un dato MDT de 33,8429 cm para un SMR  $R=1$  conforme con los requisitos que se describen en nuestra norma E.031. Dado que el valor estimado es inferior al valor que se calculó manualmente, esto demuestra que el diseño de los aisladores se ajusta a la finalidad para la que fueron diseñados.



## RECOMENDACIONES

**PRIMERO:** Un edificio equipado con un plan de aislación del apoyo debe tener un periodo al menos 3 veces superior al de un sistema con apoyo fijo, aunque la duración no debe ser superior a cinco segundos. Esto es conforme a E.031.

**SEGUNDO:** Se sugiere llevar a cabo modelos y evaluaciones de distintos sistemas de estructura con esquemas de aislantes en el apoyo.

**TERCERO:** En el momento de incorporar las cualidades mecánicas de los elementos en el software Etabs 2018 V 1.1, es esencial confirmar la clase de estructura de aislación que se utilizará. El software otorga una gran gama de alternativas de modelo.

**CUARTO:** Para adquirir los parámetros característicos mecánicos de los dispositivos que se van a utilizar es imprescindible ponerse en contacto con empresas acreditadas que realicen ensayos de tensión y capacidad aislante.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blanco, B. A. (1994). *Estructuración Y Diseño de Edificaciones Armado Concreto*.
- Janampa L. & Ruiz P. (2020), "*Análisis Y Diseño Sísmico De Un Edificio De 07 Niveles Para Oficinas Con Aisladores De Base – Piura*" Piura – 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 Armado*" 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.
- Quispe, S. H. A. (2018). "*Aislamiento Sísmico De Base Para Minimizar Los Daños En El Centro De Salud 'Pedro Sánchez Meza'- Chupaca 2016.*" Lima-Perú.
- Suntaxi, T. J. L. (2016). "*Análisis De Un Edificio Con Aisladores De Base Y Su Influencia En La Curva De Capacidad*".
- Villagómez, M. D. (2015). *LIneamientos Para El Análisis Y Diseño De Edificaciones Sísmicamente Aisladas En El Perú*.



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.*



# ANEXOS



## MATRIZ DE CONSISTENCIA

**TÍTULO DE INVESTIGACIÓN:** ANÁLISIS DE LA RESPUESTA SISMICA DE UNA EDIFICACION DE CONCRETO ARMADO DE 7 NIVELES CON AISLADORES DE BASE TIPO HDRB.

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

**RESPONSABLE:** Bach.

<u>PROBLEMA</u>	<u>OBJETIVOS</u>	<u>VARIABLES</u>	<u>INDICADORES</u>	<u>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</u>
<u>Problema general.</u> ¿Cuál será el comportamiento sísmico de una edificación de concreto armado de 7 niveles con aisladores de base?	<u>Objetivo general</u> Determinar el comportamiento sísmico de una edificación de concreto armado de 7 niveles con aisladores de base..	<u>VARIABLES de caracterización</u> · Análisis Sísmico Estático  · Análisis Sísmico Espectral  · Aisladores de Base	· Fuerzas cortantes  · Periodo de diseño  · Desplazamientos  · Derivas  · Características y Propiedades físicas y mecánicas del aislador de base.  · Parametros según la N.T.P. - E.031	<u>Diseño de la investigación</u> No experimental transversal  <u>Tipo de investigación</u> Aplicada descriptiva  <u>Metodo de investigación</u> Cuantitativo  <u>Instrumentos</u> · Antecedentes B.  · Normas vigentes  · Modelamiento asistido por computadora  · Análisis estructural  <u>Población</u> Edificaciones del departamento de Puno de categoría A1
<u>Problemas específicos</u> ¿De qué manera influenciara los aisladores de base en el comportamiento estructural de la edificación de concreto armado?	<u>Objetivos específicos</u> Determinar de qué manera influenciara los aisladores de base en el comportamiento estructural de la edificación de concreto armado	<u>Variables de interés</u> · Comportamiento de la Estructura de Concreto Armado.	· Estructuración y configuración en planta y elevación  · Ubicación geográfica de la zona de estudio	
<u>Problemas específicos</u> ¿La estructura de concreto armado de 7 niveles con aisladores de base cumplirá con los parámetros de la norma E-031?	Determinar si la estructura de concreto armado de 7 niveles con aisladores de base cumple con los parámetros de la norma E-031	· Nivel de respuesta de la estructura con aisladores de base.	· Modos de vibración  · Desplazamientos  · Derivas  · E-031	<u>Muestra</u> Edificaciones de concreto armado de 7 niveles



**ANEXO 02**  
**ESPECTRO DE DISEÑO**



Ing. J

### PARAMETROS

ZONA		0.35
USO		1
COEFICIENTE SISMICO		2.5
SUELO		1.15
COEFICIENTE DE REDUCCION SISMICA		7
GRAVEDAD		9810

### DEFORMACION POR CORTE

Y= 1.5

### MODULO DE CORTE

Proveedores -->  CATALOGO TENSA  CATALOGO BRIDGESTONE  CATALOGO FIP

G= 0.800 Mpa

CAUCHO	Mpa
SUAVE	0.4
NORMAL	0.8
DURO	1.4

### PESO SISMICO SOBRE EL INTERFAZ DE AISLAMIENTO

P= 2011.68895 Tn      2011688.95 Kg  
 P= 19728.03003 Kn

### PESO EFECTIVO SIN NIVEL DE BASE

Ps= 1663.8 Tn  
 Ps= 16316.2 Kn

### SISMO MAXIMO CONSIDERADO

Sam 1.509 mm/s2       $S_{aM} = 1,5 ZCS g$

### AMORTIGUAMIENTO EFECTIVO BM EN PORCENTAJE DEL AMORTIGUAMIENTO CRITICO

BM = 1.38 0.15

### 1 DESPLAZAMIENTO MAXIMO (DM)

DM= 301.7 mm      30.2 cm  
 SaM= 1.509 mm/s2  
 TM= 3.30 sg  
 BM= 1.38 --

### Periodo efectivo para desplazamiento maximo TM

TM= 1.29 sg      TM= 3.3  
 P= 19728.03 Kn  
 KM= 47.96 Kn/mm  
 g= 9810 mm/s2

### DESPLAZAMIENTO MAXIMO

DM = 301.7 mm      26250

0.3473

### 2 DESPLAZAMIENTO TOTAL MAXIMO (DTM)

y= 8870 mm  
 b= 13150 mm  
 d= 19300 mm  
 e= 980 mm  
 DM = 301.7 mm  
 Pt= 1.127 PERIODO MODO 1/MODO3 = 1.389830508 Pt formula      1.127

### DESPLAZAMIENTO TOTAL MAXIMO

DTM= 347.1 mm      34.71 cm      0.347137728

### PROPIEDADES DEL SISTEMA DE AISLACION



### DATOS PARA EL CALCULO DE LAS PROPIEDADES FISICAS DEL DISPOSITIVO

DM=	301.71	mm	0.30	m
DTM=	347.14	mm	0.35	m
TM=	3.30	Sg	3.30	Sg
CARGA EN DISPOSITIVO A (centro)	137.76	Tn	0.14	Mpa.m
CARGA EN DISPOSITIVO B (excentrico)	85.96	Tn	0.09	Mpa.m
DEFORMACION POR CORTE	1.5	----	1.5	----
MODULO DE CORTE	0.80	Mpa	0.80	Mpa

85961.43679 Kg

### PROPIEDADES FISICAS

#### 1 RIGIDIZ HORIZONTAL DEL DISPOSITIVO

$$K_h = P_{Umax} * \left( \frac{2\pi}{T_M} \right)^2$$

COMPROBACION ---->

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

Dispositivo Tipo A

Kh=	0.50	Mpa.m (Kn/mm)
Pu max=	0.14	Mpa.m
TM=	3.30	Sg

Dispositivo Tipo A

Kh=	0.50	Mpa.m
G=	0.80	Mpa
Hr=	0.20	m
A=	0.13	m2

Dispositivo Tipo B

Kh=	0.31	Mpa.m (Kn/mm)
Pu max=	0.09	Mpa.m
TM=	3.30	Sg

Dispositivo Tipo B

Kh=	0.31	Mpa.m
G=	0.80	Mpa
Hr=	0.20	m
A=	0.08	m2

#### 2 ALTURA DE CAUCHO

Dispositivo Tipo A y Tipo B

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

Hr=	0.20	m
DM=	0.30	m
Y=	1.5	

#### 3 AREA DEL DISPOSITIVO

Dispositivo Tipo A

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

A=	0.13	m2
Kh=	0.50	Mpa.m
Hr=	0.20	m
G=	0.80	Mpa

Dispositivo Tipo B

A=	0.08	m2
Kh=	0.31	Mpa.m (Kn/mm)
Hr=	0.20	m
G=	0.80	Mpa

#### 4 DIAMETRO DEL AISLADOR

Dispositivo Tipo A

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

d=	0.40	m
A=	0.13	m2

0.81

0.58

Dispositivo Tipo B

d=	0.32	m
A=	0.08	m2





d <sub>Ed</sub> 350mm	AISLADOR		DIÁMETRO DEL CAUCHO		ALTURA TOTAL (INCLUYENDO CHAPAS EXTERNAS)		TAMANO DE CHAPA GENERAL		ESPESOR TOTAL DEL CAUCHO		FACTOR DE FORMA		RIGIDEZ VERTICAL		RIGIDEZ HORIZONTAL EFECTIVA AL d <sub>pd</sub>		DESPLAZAMIENTO DE DISEÑO HORIZONTAL (EN 1998)		CARGA DE DISEÑO HORIZONTAL		CARGA ESTÁTICA VERTICAL MÁXIMA ELU		CARGA SÍSMICA VERTICAL MÁXIMA		
	D (mm)	H <sub>tot</sub> (mm)	L x L (mmxmm)	T <sub>g</sub> (mm)	S (-)	K <sub>v</sub> (kN/mm)	K <sub>eff</sub> (kN/mm)	d <sub>bd</sub> (mm)	H <sub>abd</sub> (mm)	N <sub>slu</sub> (kN)	N <sub>sebh</sub> (kN)														
CAUCHO SUAVE G <sub>dim</sub> = 0.4 MPa* ξ <sub>eff</sub> = 10%-15%*	TDR1-550-SM-175	550	337	600X600	175	27.0	938	0.54	292	158	4550	1600													
	TDR1-600-SM-175	600	337	650X650	175	29.5	1236	0.65	292	188	6800	2750													
	TDR1-650-SM-180	650	327	700X700	180	26.7	1263	0.74	292	215	8000	3600													
	TDR1-700-SM-180	700	342	750X750	180	28.8	1598	0.86	292	249	9300	4600													
	TDR1-750-SM-175	750	322	800X800	175	26.4	1718	1.01	292	295	10750	5650													
	TDR1-800-SM-175	800	322	850X850	175	28.2	2110	1.15	292	335	12250	6800													
	TDR1-850-SM-176	850	314	900X900	176	26.3	2184	1.29	292	376	13850	8050													
	TDR1-900-SM-176	900	329	950X950	176	27.8	2621	1.45	292	400	15550	9400													
	TDR1-950-SM-176	950	329	1000X1000	176	29.4	3105	1.61	292	450	17300	10850													
	TDR1-1000-SM-180	1000	327	1050X1050	180	27.5	3131	1.75	292	500	19200	12400													
	TDR1-1100-SM-180	1100	336	1150X1150	180	27.3	3755	2.11	292	600	23300	15800													
	TDR1-1200-SM-180	1200	336	1250X1250	180	29.8	4932	2.51	292	700	27800	19600													
CAUCHO NORMAL G <sub>dim</sub> = 0.8 MPa* ξ <sub>eff</sub> = 10%-15%*	TDR1-550-NM-175	550	337	600X600	175	27.0	1320	1.09	292	300	5700	2000													
	TDR1-600-NM-175	600	337	650X650	175	29.5	1687	1.29	292	350	6800	2750													
	TDR1-650-NM-180	650	327	700X700	180	26.7	1784	1.47	292	400	8000	3600													
	TDR1-700-NM-180	700	342	750X750	180	28.8	2200	1.71	292	450	9300	4600													
	TDR1-750-NM-175	750	327	800X800	175	26.4	2435	2.02	292	550	10750	5650													



PROPIEDADES FISICAS		Dispositivo Tipo A	Dispositivo Tipo B
TDRI - HDRB	UNIDAD	137.76	
CATALOGO TENSA		TDRI-550-NM-175	
Diámetro	mm.	550	
Altura total incluyendo chapas	mm.	337	
Tamaño de Chapas	mm.	600*600	
Espesor total de goma	mm	175	
Factor de Forma S	--	27	
Rigidez Vertical $K_v$	Kn/mm	1320	
Rigidez Horizontal Efectiva $K_{eff}$	Kn/mm	1.09	
Desplazamiento diseño (EN 1998)	mm.	292	
Carga de Diseño Horizontal	mm.	300	
Carga Estática Vertical Máxima	Kn	5700	
Carga Sísmica Vertical Máxima	Kn	2000	

Amortiguamiento efectivo =

Desplazamiento de fluencia (Yielding displacement) =

Fuerza de fluencia  $F_y$  =

PROPIEDADES NOMINALES	CARGA	Dispositivo Tipo A	Dispositivo Tipo B
		UNID	137.76
VERTICAL (U1)		TDRI-550-NM-175	
Rigidez Vertical (Effective stiffness) $K_v$	Kn/mm	1320	
PROPIEDADES LINEALES (U2,U3)			
Rigidez Efectiva Lineal (Effective Stiffness) $K_{eff}$	Kn/mm	1.09	
Amortiguamiento Efectivo (Effective Damping) C	Kn.seg/mm	0.07	
PROPIEDADES NO LINEALES (U2,U3)			
Rigidez Inicial (Stiffness) $K_1$	Kn/mm	8.59	
Fuerza de Fluencia (yield strength) $F_y$	Kn	88.75	
Relación R.Inic/R. Post $K_2/K_1$	ratio	0.096	
Energía Disipada $W_D$	Kn.m	93.51	
Rigidez Post fluencia $K_2$	Kn/mm	0.82	



SD - R=7

SMC - R=1

R=7

R=1

T	Sa
0	0.14375
0.05	0.14375
0.1	0.14375
0.15	0.14375
0.2	0.14375
0.25	0.14375
0.3	0.14375
0.35	0.14375
0.4	0.14375
0.45	0.14375
0.5	0.14375
0.55	0.14375
0.6	0.14375
0.65	0.132692308
0.7	0.123214286
0.75	0.115
0.8	0.1078125
0.85	0.101470588
0.9	0.095833333
0.95	0.090789474
1	0.08625
1.05	0.082142857
1.1	0.078409091
1.15	0.075
1.2	0.071875
1.25	0.069
1.3	0.066346154
1.35	0.063888889
1.4	0.061607143
1.45	0.059482759
1.5	0.0575
1.55	0.055645161
1.6	0.05390625
1.65	0.052272727
1.7	0.050735294
1.75	0.049285714
1.8	0.047916667
1.85	0.046621622
1.9	0.045394737
1.95	0.044230769
2	0.043125
2.05	0.041046996
2.1	0.039115646
2.15	0.037317469
2.2	0.035640496
2.25	0.034074074
2.3	0.032608696
2.35	0.031235853
2.4	0.029947917
2.45	0.028738026
2.5	0.0276
2.55	0.026528258
2.6	0.025517751
2.65	0.024563902
2.7	0.023662551
2.75	0.022809917
2.8	0.022002551
2.85	0.021237304
2.9	0.020511296
2.95	0.01982189
3	0.019166667
3.05	0.018543402
3.1	0.017950052
3.15	0.017384732
3.2	0.016845703
3.25	0.016331361
3.3	0.01584022
3.35	0.015370907
3.4	0.014922145
3.45	0.014492754
3.5	0.014081633
3.55	0.01368776
3.6	0.013310185
3.65	0.01294802
3.7	0.012600438
3.75	0.012266667
3.8	0.011945983

T	1.5*Sa
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	0.82329545
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



# TESIS UANCV



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

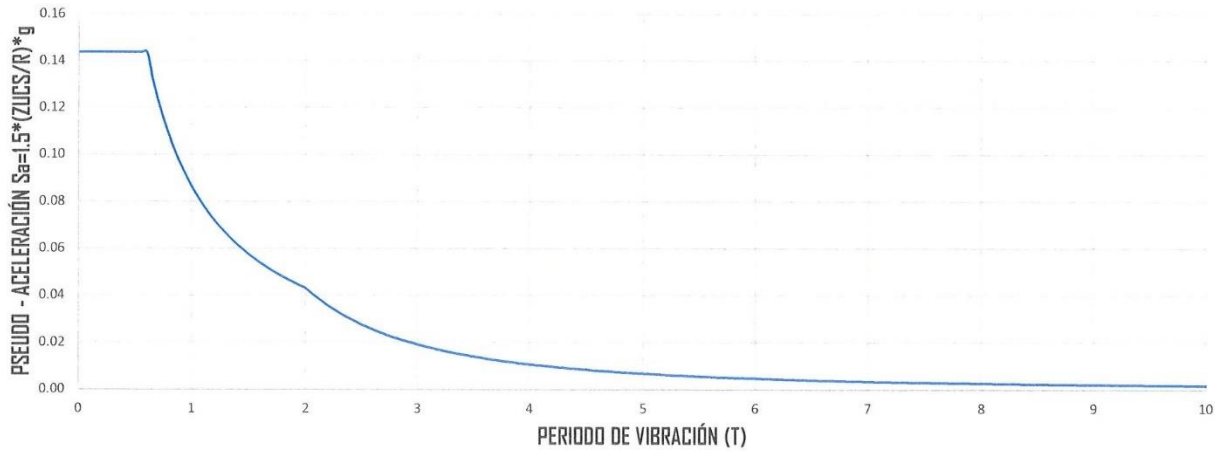
3.85	0.011637713	3.85	0.12219599
3.9	0.011341223	3.9	0.11908284
3.95	0.011055921	3.95	0.11608717
4	0.01078125	4	0.11320313
4.05	0.01051669	4.05	0.11042524
4.1	0.010261749	4.1	0.10774836
4.15	0.010015967	4.15	0.10516766
4.2	0.009778912	4.2	0.10267857
4.25	0.009550173	4.25	0.10027682
4.3	0.009329367	4.3	0.09795836
4.35	0.009116132	4.35	0.09571938
4.4	0.008910124	4.4	0.0935563
4.45	0.008711021	4.45	0.09146572
4.5	0.008518519	4.5	0.08944444
4.55	0.008332327	4.55	0.08748943
4.6	0.008152174	4.6	0.08559783
4.65	0.007977801	4.65	0.08376691
4.7	0.007808963	4.7	0.08199411
4.75	0.007645429	4.75	0.08027701
4.8	0.007486979	4.8	0.07861328
4.85	0.007333404	4.85	0.07700074
4.9	0.007184506	4.9	0.07543732
4.95	0.007040098	4.95	0.07392103
5	0.0069	5	0.07245
5.05	0.006764043	5.05	0.07102245
5.1	0.006632065	5.1	0.06963668
5.15	0.006503912	5.15	0.06829107
5.2	0.006379438	5.2	0.0669841
5.25	0.006258503	5.25	0.06571429
5.3	0.006140975	5.3	0.06448024
5.35	0.006026727	5.35	0.06328064
5.4	0.005915638	5.4	0.0621142
5.45	0.005807592	5.45	0.06097972
5.5	0.005702479	5.5	0.05987603
5.55	0.005600195	5.55	0.05880205
5.6	0.005500638	5.6	0.0577567
5.65	0.005403712	5.65	0.05673898
5.7	0.005309326	5.7	0.05574792
5.75	0.005217391	5.75	0.05478261
5.8	0.005127824	5.8	0.05384215
5.85	0.005040544	5.85	0.05292571
5.9	0.004955473	5.9	0.05203246
5.95	0.004872537	5.95	0.05116164
6	0.004791667	6	0.0503125
6.05	0.004712793	6.05	0.04948432
6.1	0.004635851	6.1	0.04867643
6.15	0.004560777	6.15	0.04788816
6.2	0.004487513	6.2	0.04711889
6.25	0.004416	6.25	0.046368
6.3	0.004346183	6.3	0.04563492
6.35	0.004278009	6.35	0.04491909
6.4	0.004211426	6.4	0.04421997
6.45	0.004146385	6.45	0.04353705
6.5	0.00408284	6.5	0.04286982
6.55	0.004020745	6.55	0.04221782
6.6	0.003960055	6.6	0.04158058
6.65	0.003900729	6.65	0.04095766
6.7	0.003842727	6.7	0.04034863
6.75	0.003786008	6.75	0.03975309
6.8	0.003730536	6.8	0.03917063
6.85	0.003676275	6.85	0.03860088
6.9	0.003623188	6.9	0.03804348
6.95	0.003571244	6.95	0.03749806
7	0.003520408	7	0.03696429
7.05	0.00347065	7.05	0.03644183
7.1	0.00342194	7.1	0.03593037
7.15	0.003374248	7.15	0.03542961
7.2	0.003327546	7.2	0.03493924
7.25	0.003281807	7.25	0.03445898
7.3	0.003237005	7.3	0.03398855
7.35	0.003193114	7.35	0.0335277
7.4	0.00315011	7.4	0.03307615
7.45	0.003107968	7.45	0.03263367
7.5	0.003066667	7.5	0.0322
7.55	0.003026183	7.55	0.03177492
7.6	0.002986496	7.6	0.03135821
7.65	0.002947584	7.65	0.03094963
7.7	0.002909428	7.7	0.030549
7.75	0.002872008	7.75	0.03015609
7.8	0.002835306	7.8	0.02977071
7.85	0.002799302	7.85	0.02939267



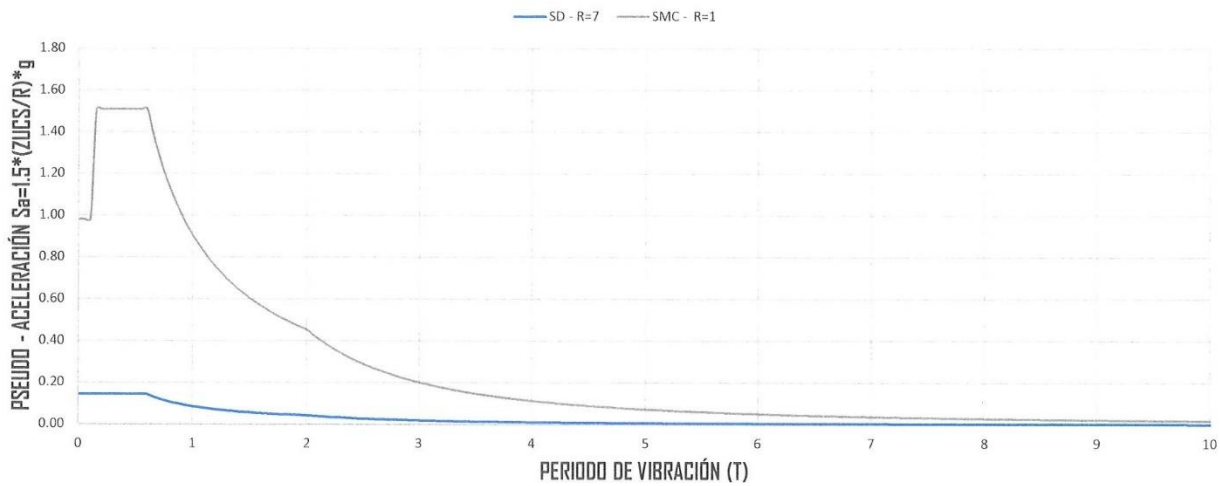
7.9	0.00276398	7.9	0.02902179
7.95	0.002729322	7.95	0.02865789
8	0.002695313	8	0.02830078
8.05	0.002661934	8.05	0.02795031
8.1	0.002629172	8.1	0.02760631
8.15	0.002597012	8.15	0.02726862
8.2	0.002565437	8.2	0.02693709
8.25	0.002534435	8.25	0.02661157
8.3	0.002503992	8.3	0.02629191
8.35	0.002474094	8.35	0.02597798
8.4	0.002444728	8.4	0.02566964
8.45	0.002415882	8.45	0.02536676
8.5	0.002387543	8.5	0.02506692
8.55	0.0023597	8.55	0.02477685
8.6	0.002332342	8.6	0.02448959
8.65	0.002305456	8.65	0.02420729
8.7	0.002279033	8.7	0.02392985
8.75	0.002253061	8.75	0.02365714
8.8	0.002227531	8.8	0.02338908
8.85	0.002202432	8.85	0.02312554
8.9	0.002177755	8.9	0.02286643
8.95	0.002153491	8.95	0.02261165
9	0.00212963	9	0.02236111
9.05	0.002106163	9.05	0.02211471
9.1	0.002083082	9.1	0.02187236
9.15	0.002060378	9.15	0.02163397
9.2	0.002038043	9.2	0.02139946
9.25	0.00201607	9.25	0.02116874
9.3	0.00199445	9.3	0.02094173
9.35	0.001973176	9.35	0.02071835
9.4	0.001952241	9.4	0.02049853
9.45	0.001931637	9.45	0.02028219
9.5	0.001911357	9.5	0.02006925
9.55	0.001891396	9.55	0.01985965
9.6	0.001871745	9.6	0.01965332
9.65	0.001852399	9.65	0.01945019
9.7	0.001833351	9.7	0.01925019
9.75	0.001814596	9.75	0.01905325
9.8	0.001796127	9.8	0.01885933
9.85	0.001777938	9.85	0.01866835
9.9	0.001760024	9.9	0.01848026
9.95	0.00174238	9.95	0.01829499
10	0.001725	10	0.0181125



### ESPECTRO DE PSEUDO-ACELERACIÓN SMC R=2



### ESPECTRO DE PSEUDO-ACELERACIÓN SMC R=1





### IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ (PISO BLANDO)

#### IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ (PISO BLANDO) - XX

Nivel	Diaphragma	Caso	Rigidez Tn/m	$K_i < 70\% (k_i+t)$ Tn/m	$K_i < 80\% (K_i+K_i+2 + K_i+3)/3$ Tn/m	Control E-030, 2008
Nivel 7	07	SIS_EST-X	22351.158			
Nivel 6	06	SIS_EST-X	42444.738	190%	152%	NO EXISTE PISO BLANDO
Nivel 5	05	SIS_EST-X	55759.529	131%	138%	NO EXISTE PISO BLANDO
Nivel 4	04	SIS_EST-X	66482.386	119%	132%	NO EXISTE PISO BLANDO
Nivel 3	03	SIS_EST-X	78804.858	118%	115%	NO EXISTE PISO BLANDO
Nivel 2	02	SIS_EST-X	103533.846	132%	124%	NO EXISTE PISO BLANDO
Nivel 1	01	SIS_EST-X	15304.353	148%	148%	NO EXISTE PISO BLANDO

#### IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ (PISO BLANDO) - YY

Nivel	Diaphragma	Caso	Rigidez Tn/m	$K_i < 70\% (k_i+t)$ Tn/m	$K_i < 80\% (K_i+K_i+2 + K_i+3)/3$ Tn/m	Control E-030, 2008
Nivel 7	07	SIS_EST-Y	31451.541			
Nivel 6	06	SIS_EST-Y	60447.759	192%	154%	NO EXISTE PISO BLANDO
Nivel 5	05	SIS_EST-Y	76670.943	127%	133%	NO EXISTE PISO BLANDO
Nivel 4	04	SIS_EST-Y	88944.690	116%	127%	NO EXISTE PISO BLANDO
Nivel 3	03	SIS_EST-Y	104762.500	118%	119%	NO EXISTE PISO BLANDO
Nivel 2	02	SIS_EST-Y	132717.873	127%	118%	NO EXISTE PISO BLANDO
Nivel 1	01	SIS_EST-Y	175259.175	132%	129%	NO EXISTE PISO BLANDO

### IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ - (PISO BLANDO)

#### IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ (PISO BLANDO) - XX

Nivel	Diaphragma	Caso	Rigidez Tn/m	$K_i < 0.60 (k_i+t)$ Tn/m	$K_i < 0.70 (K_i+K_i+2 + K_i+3)/3$ Tn/m	Control
Nivel 7	07	SIS_EST-X	22351.158			
Nivel 6	06	SIS_EST-X	42444.738	190%	133%	NO EXISTE PISO BLANDO
Nivel 5	05	SIS_EST-X	55759.529	131%	127%	NO EXISTE PISO BLANDO
Nivel 4	04	SIS_EST-X	66482.386	119%	116%	NO EXISTE PISO BLANDO
Nivel 3	03	SIS_EST-X	78804.858	118%	100%	NO EXISTE PISO BLANDO
Nivel 2	02	SIS_EST-X	103533.846	132%	108%	NO EXISTE PISO BLANDO
Nivel 1	01	SIS_EST-X	15304.353	148%	129%	NO EXISTE PISO BLANDO

#### IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ (PISO BLANDO) - YY

Nivel	Diaphragma	Caso	Rigidez Tn/m	$K_i < 0.60 (k_i+t)$ Tn/m	$K_i < 0.70 (K_i+K_i+2 + K_i+3)/3$ Tn/m	Control E-030, 2008
Nivel 7	07	SIS_EST-Y	31451.541			
Nivel 6	06	SIS_EST-Y	60447.759	192%	135%	NO EXISTE PISO BLANDO
Nivel 5	05	SIS_EST-Y	76670.943	127%	117%	NO EXISTE PISO BLANDO
Nivel 4	04	SIS_EST-Y	88944.690	116%	111%	NO EXISTE PISO BLANDO
Nivel 3	03	SIS_EST-Y	104762.500	118%	97%	NO EXISTE PISO BLANDO
Nivel 2	02	SIS_EST-Y	132717.873	127%	103%	NO EXISTE PISO BLANDO
Nivel 1	01	SIS_EST-Y	175259.175	132%	113%	NO EXISTE PISO BLANDO

**BASE EMPOTRADA Z3 SUELO TIPO 3 SD R=7**

**DERIVAS CON R = 7**

**DERIVAS (Sentido X)**

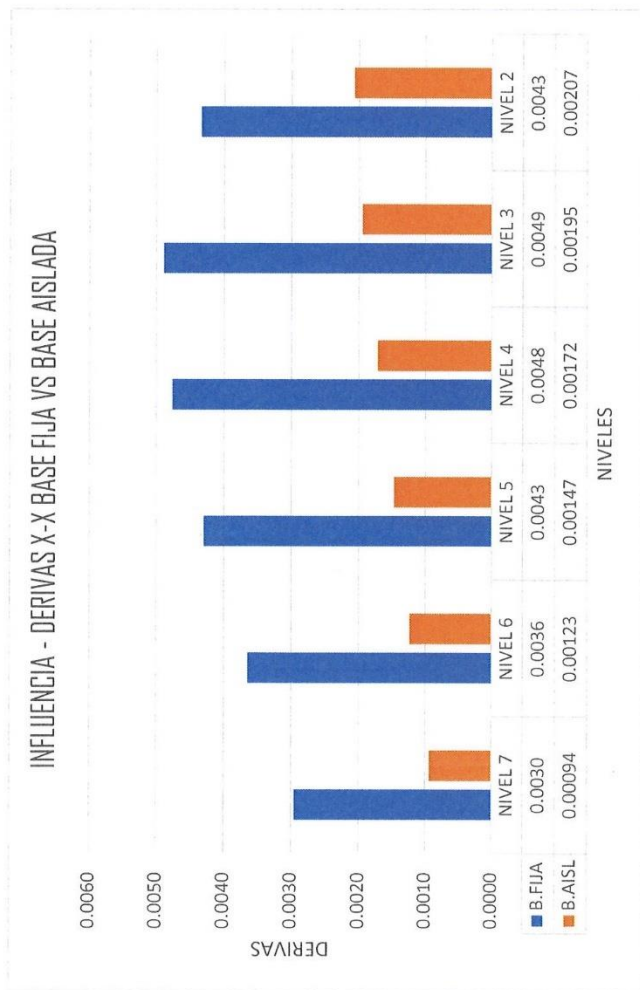
Nivel	Diafragma	Caso	UX (m)	Altura (m)	D. RELATIVO	D. ELASTICO	D. INELASTICO	E-030	CONTROL E-030
NIVEL 7	D7	SIS_DIN_X Max	0.01586	3	0.0017	0.0006	0.0030	0.007	OK
NIVEL 6	D6	SIS_DIN_X Max	0.014172	3	0.0021	0.0007	0.0036	0.007	OK
NIVEL 5	D5	SIS_DIN_X Max	0.01209	3	0.0025	0.0008	0.0043	0.007	OK
NIVEL 4	D4	SIS_DIN_X Max	0.009636	3	0.0027	0.0009	0.0048	0.007	OK
NIVEL 3	D3	SIS_DIN_X Max	0.006914	3	0.0028	0.0009	0.0049	0.007	OK
NIVEL 2	D2	SIS_DIN_X Max	0.004117	3	0.0025	0.0008	0.0043	0.007	OK
NIVEL 1	D1	SIS_DIN_X Max	0.001637	3.5					

**DERIVAS (Sentido Y)**

Nivel	Diafragma	Caso	UY (m)	Altura (m)	D. RELATIVO	D. ELASTICO	D. INELASTICO	E-030	CONTROL E-030
NIVEL 7	D7	SIS_DIN_Y Max	0.011361	3	0.0010	0.0003	0.0018	0.007	OK
NIVEL 6	D6	SIS_DIN_Y Max	0.010335	3	0.0014	0.0005	0.0024	0.007	OK
NIVEL 5	D5	SIS_DIN_Y Max	0.008957	3	0.0017	0.0006	0.0030	0.007	OK
NIVEL 4	D4	SIS_DIN_Y Max	0.007254	3	0.0019	0.0006	0.0034	0.007	OK
NIVEL 3	D3	SIS_DIN_Y Max	0.005318	3	0.0020	0.0007	0.0035	0.007	OK
NIVEL 2	D2	SIS_DIN_Y Max	0.003294	3	0.0019	0.0006	0.0033	0.007	OK
NIVEL 1	D1	SIS_DIN_Y Max	0.001409	3.5					

**Sentido X-X**

Nivel	Diafragma	Caso	D. INELASTICO	E-030	Diafragma	Caso	D. INELASTICO	E-031	INFLUENCIA %
NIVEL 7	D7	SIS_DIN_X Max	0.0030	0.007	D7	SMCEN X-X R=1	0.00094	0.0035	68%
NIVEL 6	D6	SIS_DIN_X Max	0.0036	0.007	D6	SMCEN X-X R=1	0.00123	0.0035	66%
NIVEL 5	D5	SIS_DIN_X Max	0.0043	0.007	D5	SMCEN X-X R=1	0.00147	0.0035	66%
NIVEL 4	D4	SIS_DIN_X Max	0.0048	0.007	D4	SMCEN X-X R=1	0.00172	0.0035	64%
NIVEL 3	D3	SIS_DIN_X Max	0.0049	0.007	D3	SMCEN X-X R=1	0.00195	0.0035	60%
NIVEL 2	D2	SIS_DIN_X Max	0.0043	0.007	D2	SMCEN X-X R=1	0.00207	0.0035	52%
NIVEL 1	D1	SIS_DIN_X Max			D1	SMCEN X-X R=1	0.00241	0.0035	





## BASE ASILADA Z3 SUELO TIPO 3 SMC R=1

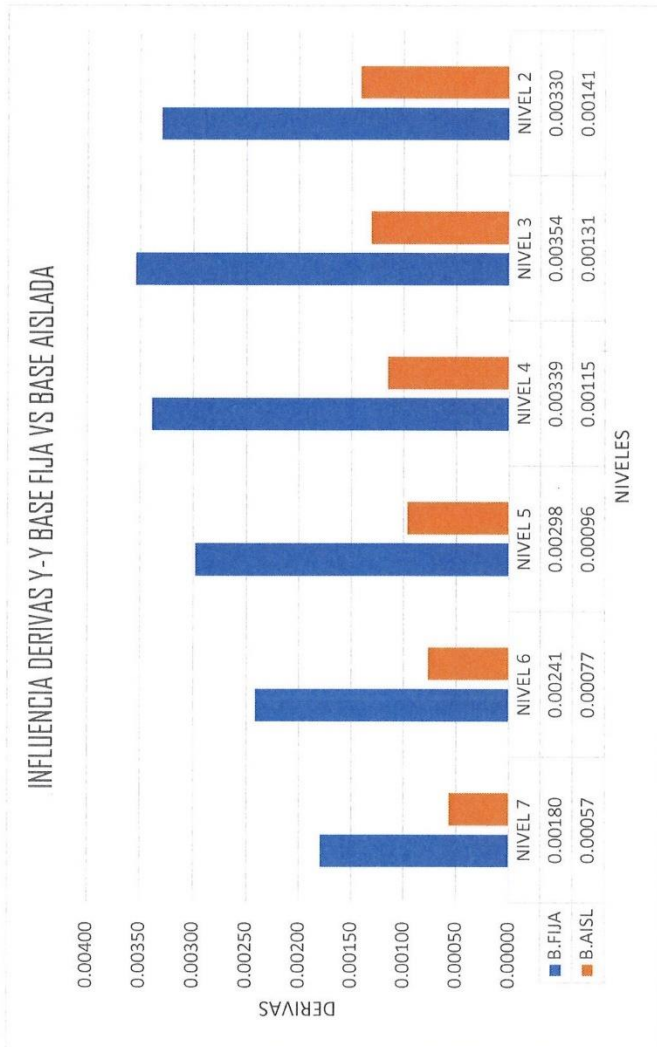
### DERIVAS CON R = 1

DERIVAS (Sentido X)										
Nivel	Diafragma	Caso	UX (m)	Altura (m)	D. RELATIVO	D. ELASTICO	D. INELASTICO	E-030	CONTROL E-031	INFLUENCIA %
NIVEL 7	D7	SMC EN X-X R=1	0.296294	3	0.0037	0.0012	0.00094	0.0035	OK	316%
NIVEL 6	D6	SMC EN X-X R=1	0.292552	3	0.0049	0.0016	0.00123	0.0035	OK	296%
NIVEL 5	D5	SMC EN X-X R=1	0.287626	3	0.0059	0.0020	0.00147	0.0035	OK	292%
NIVEL 4	D4	SMC EN X-X R=1	0.281734	3	0.0069	0.0023	0.00172	0.0035	OK	277%
NIVEL 3	D3	SMC EN X-X R=1	0.274855	3	0.0078	0.0026	0.00195	0.0035	OK	251%
NIVEL 2	D2	SMC EN X-X R=1	0.267059	3	0.0083	0.0028	0.00207	0.0035	OK	210%
NIVEL 1	D1	SMC EN X-X R=1	0.258778	3.5	0.0112	0.0032	0.00241	0.0035	OK	0%
NIVEL TE	D.AISL	SMC EN X-X R=1	0.247533							

DERIVAS (Sentido Y)										
Nivel	Diafragma	Caso	UY (m)	Altura (m)	D. RELATIVO	D. ELASTICO	D. INELASTICO	E-030	CONTROL E-031	INFLUENCIA %
NIVEL 7	D7	SMC EN Y-Y R=1	0.28007	3	0.0023	0.0008	0.00057	0.0035	OK	
NIVEL 6	D6	SMC EN Y-Y R=1	0.277806	3	0.0031	0.0010	0.00077	0.0035	OK	
NIVEL 5	D5	SMC EN Y-Y R=1	0.274742	3	0.0038	0.0013	0.00096	0.0035	OK	
NIVEL 4	D4	SMC EN Y-Y R=1	0.270896	3	0.0046	0.0015	0.00115	0.0035	OK	295%
NIVEL 3	D3	SMC EN Y-Y R=1	0.2663	3	0.0052	0.0017	0.00131	0.0035	OK	271%
NIVEL 2	D2	SMC EN Y-Y R=1	0.261064	3	0.0056	0.0019	0.00141	0.0035	OK	234%
NIVEL 1	D1	SMC EN Y-Y R=1	0.255433	3.5	0.0070	0.0020	0.00149	0.0035	OK	
NIVEL TE	D.AISL	SMC EN Y-Y R=1	0.24847							

### Sentido Y-Y

Nivel	Diafragma	Caso	D. INELASTICO	E-030	Diafragma	Caso	D. INELASTICO	E-031	INFLUENCIA %
NIVEL 7	D7	SIS_DIN_Y Max	0.00180	0.007	D7	SMC EN Y-Y R=1	0.00057	0.0035	68%
NIVEL 6	D6	SIS_DIN_Y Max	0.00241	0.007	D6	SMC EN Y-Y R=1	0.00077	0.0035	68%
NIVEL 5	D5	SIS_DIN_Y Max	0.00298	0.007	D5	SMC EN Y-Y R=1	0.00096	0.0035	68%
NIVEL 4	D4	SIS_DIN_Y Max	0.00339	0.007	D4	SMC EN Y-Y R=1	0.00115	0.0035	66%
NIVEL 3	D3	SIS_DIN_Y Max	0.00354	0.007	D3	SMC EN Y-Y R=1	0.00131	0.0035	63%
NIVEL 2	D2	SIS_DIN_Y Max	0.00330	0.007	D2	SMC EN Y-Y R=1	0.00141	0.0035	57%
NIVEL 1	D1	SIS_DIN_Y Max			D1	SMC EN Y-Y R=1	0.00149	0.0035	





ANEXO 1  
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 05-11-2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: ANTHONY BRAYAN QUISPE FLORES

Dirección: Jr. BOLOGNESI 802 - ILAVE

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 73907692

Teléfono: 937363615 email: anthonybryan23quispeflores@gmail.com

Nombres y Apellidos: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_ email: \_\_\_\_\_

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

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO CIVIL

Asesor: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación  Tesis  Trabajo de Suficiencia Profesional  Trabajo Académico

Título: ANÁLISIS DE LA RESPUESTA SÍSMICA DE UNA EDIFICACIÓN DE CONCRETO  
ARMADO DE 7 NIVELES CON AISLADORES DE BASE TIPO HIGH DAMPING  
RUBBER BEARING

Palabras claves, (3 a 5 términos): Pseudoaceleración, espectros sísmicos, aislamiento sísmico

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV <sup>1, 2</sup>?

2

<sup>1</sup> 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, entre otros relacionados.

<sup>2</sup> 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  Título  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

05 de Noviembre del 2024

Fecha

