



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**ANÁLISIS SÍSMICO MODAL ESPECTRAL DE UNA
EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO
DESACOPLADA ESTRUCTURALMENTE
POR AISLADORES DE BASE**

TESIS PRESENTADA POR:
Bach. GIAN MARCO LUQUE AYARQUISPE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

JULIACA - PERÚ

2025



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**ANÁLISIS SÍSMICO MODAL ESPECTRAL DE UNA
EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO
DESACOPLADA ESTRUCTURALMENTE
POR AISLADORES DE BASE**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. GIAN MARCO LUQUE AYARQUISPE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

: 
Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA

PRIMER MIEMBRO

: 
Dr. ARNALDO YANA TORRES

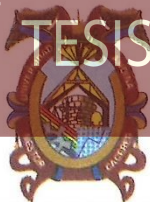
SEGUNDO MIEMBRO

: 
Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

ASESOR DE TESIS

: 
M. Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1461-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 04 de noviembre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025 - CU - 10758 presentado por el (la) Bachiller: **GIAN MARCO LUQUE AYARQUISPE** 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. **GIAN MARCO LUQUE AYARQUISPE**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **ANÁLISIS SÍSMICO MODAL ESPECTRAL DE UNA EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO DESACOPLADA ESTRUCTURALMENTE POR AISLADORES DE BASE**, 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. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
- * **1er Miembro** : Dr. ARNALDO YANA TORRES
- * **2do Miembro** : Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

ARTICULO SEGUNDO. – RECONOCER como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**.

ARTICULO TERCERO . – APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de él (la) bachiller: **GIAN MARCO LUQUE AYARQUISPE**; del informe final de la investigación (tesis) titulada: **ANÁLISIS SÍSMICO MODAL ESPECTRAL DE UNA EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO DESACOPLADA ESTRUCTURALMENTE POR AISLADORES DE BASE** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : jueves 13 de noviembre del 2025
- * **HORA** : 09:30 horas
- * **LUGAR** : Aula 406 - FICP

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. OSCAR V. VIAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP 17730



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

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1543-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 21 de noviembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 16702 por el señor (a): GIAN MARCO LUQUE AYARQUISPE quien solicita REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis), el PROVEIDO - N° 1365 - 2024-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS) formato N° 276 - 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): GIAN MARCO LUQUE AYARQUISPE, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: ANÁLISIS SÍSMICO MODAL ESPECTRAL DE UNA EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO DESACOPLADA ESTRUCTURALMENTE POR AISLADORES DE BASE, 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° 276 - 2024 aprobando el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: ANÁLISIS SÍSMICO MODAL ESPECTRAL DE UNA EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO DESACOPLADA ESTRUCTURALMENTE POR AISLADORES DE BASE, 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): GIAN MARCO LUQUE AYARQUISPE, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: ANÁLISIS SÍSMICO MODAL ESPECTRAL DE UNA EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO DESACOPLADA ESTRUCTURALMENTE POR AISLADORES DE BASE 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), M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA.

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 CIP. 47790



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

Dr. Efraín Parillo Soza DIRECTOR UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc. Archivo interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1245-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 09 de octubre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 13729, presentado el señor (a) **GIAN MARCO LUQUE AYARQUISPE** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 1128 -2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 335-2024 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): **GIAN MARCO LUQUE AYARQUISPE** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **ANÁLISIS SÍSMICO MODAL ESPECTRAL DE UNA EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO DESACOPLADA ESTRUCTURALMENTE POR AISLADORES DE BASE**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 335-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **ANÁLISIS SÍSMICO MODAL ESPECTRAL DE UNA EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO DESACOPLADA ESTRUCTURALMENTE POR AISLADORES DE BASE**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **GIAN MARCO LUQUE AYARQUISPE**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **ANÁLISIS SÍSMICO MODAL ESPECTRAL DE UNA EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO DESACOPLADA ESTRUCTURALMENTE POR AISLADORES DE BASE** 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 **M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**.

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
CIP. 47790



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

Dr. Efraín Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2024
Interesado (a)



22% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Exclusiones

- ▶ N.º de fuente excluida

Fuentes principales

- 6% Fuentes de Internet
- 1% Publicaciones
- 22% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

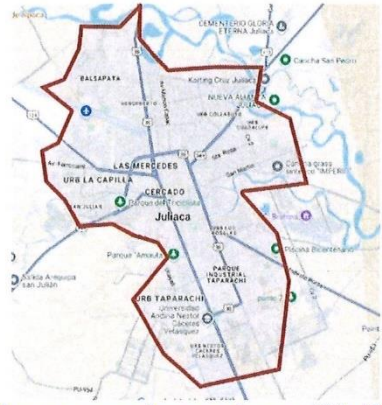
Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



eMetadatos complementarios

| | |
|---|---|
| Título de la Tesis | |
| ANÁLISIS SÍSMICO MODAL ESPECTRAL DE UNA EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO DESACOPLADA ESTRUCTURALMENTE POR AISLADORES DE BASE | |
| Datos de autor | |
| Nombres y apellidos | GIAN MARCO LUQUE AYARQUISPE |
| Tipo de documento de identidad | DNI |
| Número de documento de identidad | 70126840 |
| URL de ORCID | https://orcid.org/0009-0002-7528-7619 |
| Datos de asesor | |
| Nombres y apellidos | JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA |
| Tipo de documento de identidad | DNI |
| Número de documento de identidad | 01323821 |
| URL de ORCID | https://orcid.org/0000-0003-4595-7589 |
| Datos del jurado | |
| Presidente del jurado | |
| Nombres y apellidos | OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA |
| Tipo de documento | DNI |
| Número de documento de identidad | 02371550 |
| Miembro del jurado 1 | |
| Nombres y apellidos | ARNALDO YANA TORRES |
| Tipo de documento | DNI |
| Número de documento de identidad | 41414676 |
| Miembro del jurado 2 | |
| Nombres y apellidos | FRITZ WILLY MAMANI APAZA |
| Tipo de documento | DNI |
| Número de documento de identidad | 02306659 |



| | |
|--|---|
| Datos de investigación | |
| Línea de investigación | Tecnología de la construcción - P17 |
| Grupo de investigación | No aplica. |
| Agencia de financiamiento | Sin financiamiento. |
| Ubicación geográfica de la investigación | <p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Juliaca Coordenadas: Latitud: -15.500566 Longitud: -70.134663 URL Maps:</p>  <p>https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?mid=1QQ7e-99RG2Tl6STNnJxg76neRROoFjk&usp=sharing</p> |
| Año o rango de años en que se realizó la investigación | Octubre 2024 – Noviembre 2025 |
| URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html Librería | <p>Ingeniería Civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01</p> <p>Ingeniería de la construcción https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03</p> |



UNIVERSIDAD NACIONAL "MESTRER CÉSAR VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS EXACTAS

Dr. César G. Camargo Nájjar
 DIRECTOR
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo GIAN MARCO LUQUE AYARQUISPE, identificado con DNI
Nro. 70126840, 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 SÍSMICO MODAL ESPECTRAL DE UNA EDIFICACIÓN DE CONCRETO
ARMADO DESACOPLADA ESTRUCTURALMENTE POR AISLADORES DE BASE

Asesorado por: M. Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

Es un tema original.

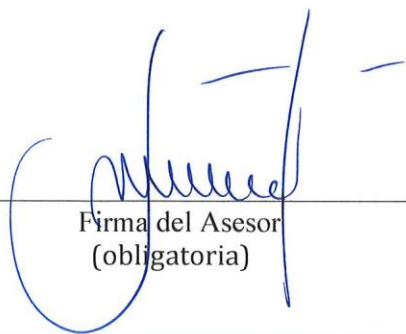
Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, 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 28 de NOVIEMBRE del 2025



Firma del Asesor
(obligatoria)



Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



ÍNDICE

| | |
|------------------------|------|
| ÍNDICE..... | i |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | vii |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | ix |
| RESUMEN..... | xi |
| ABSTRACT..... | xiii |
| INTRODUCCIÓN..... | xv |

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

| | |
|--|----|
| 1.1. Análisis de la situación problemática..... | 16 |
| 1.2. Problemas del trabajo de investigación..... | 17 |
| 1.2.1. Problema general..... | 17 |
| 1.2.2. Problemas Específicos..... | 17 |
| 1.3. Objetivos del trabajo de investigación..... | 17 |
| 1.3.1. Objetivo General..... | 17 |
| 1.3.2. Objetivos Específicos..... | 17 |
| 1.4. Definición de las variables..... | 18 |
| 1.4.1. Variables de caracterización:..... | 18 |
| 1.4.2. Variables de interés..... | 18 |
| 1.4.3. Indicadores..... | 18 |
| 1.5. Justificación..... | 19 |



| | |
|-------------------------------------|----|
| 1.5.1. Justificación técnica | 19 |
| 1.5.2. Justificación Económica..... | 19 |
| 1.5.3. Justificación Social..... | 19 |

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

| | |
|---|----|
| 2.1. Antecedentes de la investigación | 20 |
| 2.1.1. Referencia de Antecedente Local..... | 20 |
| 2.1.2. Referencia de Antecedente Nacional | 20 |
| 2.1.3. Referencia de Antecedente Internacional..... | 21 |
| 2.2. Base teórica..... | 22 |
| 2.2.1. Movimiento sísmico en edificios | 22 |
| 2.2.2. Bases y Filosofía de la Norma E.031 | 23 |
| 2.2.3. Evaluación Estructural Estática y Dinámica | 23 |
| 2.2.4. Evaluación Estática | 23 |
| 2.2.5. Modelamiento Dinámico..... | 23 |
| 2.3. Norma sísmica e.030..... | 25 |
| 2.3.1. Fundamentos del código E.030 de la norma sísmica | 25 |
| 2.3.2. Condiciones Geotécnicas | 26 |
| 2.4. Pre- dimensionamiento del sistema estructural..... | 26 |
| 2.4.1. Losa Aligerada Armadas en un Sentido..... | 26 |
| 2.4.2. Pre-Dimensionamiento de Vigas..... | 27 |
| 2.4.3. Pre-Dimensionamiento de Columnas..... | 27 |



| | | |
|--------|---|----|
| 2.5. | Aislación sísmica en la base..... | 28 |
| 2.5.1. | Reseña Histórica de los Aisladores | 28 |
| 2.5.2. | Comportamiento Sísmico del Sistema de Aislamiento | 28 |
| 2.5.3. | Tipos de Dispositivos de Aisladores SPT | 30 |
| 2.6. | Modos de análisis del modelo estructural según la E.031 | 33 |
| 2.6.1. | Análisis Estático..... | 33 |
| 2.6.2. | Análisis Dinámico | 33 |
| 2.7. | Sistemas estructurales | 33 |
| 2.7.1. | Sistemas de Concreto Armado | 33 |

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

| | | |
|--------|--|----|
| 3.1. | Fundamentos metodológicos para la investigación..... | 35 |
| 3.1.1. | Diseño de Investigación | 35 |
| 3.1.2. | Tipo de Investigación | 35 |
| 3.1.3. | Nivel de Investigación..... | 36 |
| 3.1.4. | Enfoque de la Investigación | 36 |
| 3.1.5. | Instrumentos y Técnicas..... | 36 |
| 3.2. | Población y muestra | 37 |
| 3.2.1. | Población..... | 37 |
| 3.2.2. | Muestra..... | 37 |
| 3.3. | Procedimiento de diseño estructural | 37 |
| 3.3.1. | Definición de Parámetros para el Modelamiento..... | 38 |



| | |
|--|----|
| 3.3.2. Concreto para el análisis | 38 |
| 3.3.3. Acero para el análisis | 38 |
| 3.3.4. Disposición de los pesos | 38 |
| 3.3.5. Especificaciones límites para el modelo de edificio | 42 |
| 3.4. Disposiciones límites para el modelo estructural..... | 45 |
| 3.5. Pasos para el análisis estático del sistema con base fija..... | 45 |
| 3.5.1. Modelado y descripción del sistema estructural | 45 |
| 3.6. Comprobación de la consistencia del sistema estructural | 47 |
| 3.6.1. Deficiencia de estabilidad – suelo blando | 47 |
| 3.6.2. Deficiencia de resistencia - suelo débil | 48 |
| 3.6.3. Deficiencia de rigidez extrema – suelo blando | 48 |
| 3.6.4. Deficiencia límite de resistencia | 48 |
| 3.6.5. Deficiencia por discontinuidad en los elementos..... | 48 |
| 3.6.6. Deficiencia por discontinuidad extrema en el sistema estructural | 49 |
| 3.6.7. Deficiencia por torsión límite en el sistema estructural en planta..... | 50 |
| 3.6.8. Periodo de vibración del sistema estructural..... | 50 |
| 3.6.9. Cortante Basal (V)..... | 50 |
| 3.7. Desarrollo del análisis dinámico del modelo de base fija | 51 |
| 3.7.1. Especificaciones de la aceleración espectral | 51 |
| 3.7.2. Comportamiento dinámico modal espectral..... | 51 |
| 3.7.3. Resumen de los límites para el modelo dinámico | 52 |
| 3.7.4. Energía de corte mínima | 54 |



| | |
|--|----|
| 3.7.5. Verificación de cortante mínima | 55 |
| 3.7.6. Tipo de sistema estructural de la edificación | 55 |
| 3.7.7. Control de desplazamientos admisibles - derivas | 56 |
| 3.8. Modelado y análisis de la estructura con base separada | 56 |
| 3.8.1. Coeficientes para el análisis dinámico para el modelo con $R=1$ | 57 |
| 3.8.2. Condiciones de peso para el aislador de interfaz | 59 |
| 3.8.3. Combinación de cargas | 60 |
| 3.8.4. Carga sísmica horizontal | 60 |
| 3.9. Características físicas de los aisladores | 60 |
| 3.9.1. Estándares de Modelo | 60 |
| 3.9.2. Condición SaM..... | 61 |
| 3.9.3. Desplazamiento traslacional..... | 61 |
| 3.9.4. Características físicas del dispositivo de aislamiento | 62 |
| 3.10. Resumen de las condiciones físicas | 63 |
| 3.11. Características mecánicas del dispositivo de aislamiento..... | 64 |
| 3.12. Condiciones de cargas dinámicas de los aisladores | 64 |

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

| | |
|--|----|
| 4.1. Periodos y masa participativa..... | 70 |
| 4.1.1. Masa actuante del sistema estructural con base fija..... | 70 |
| 4.1.2. Participación de masa en el sistema estructural con aislamiento separado | 71 |
| 4.1.3. Tiempo de Vibración..... | 72 |



| | |
|---|----|
| 4.2. Energías de corte | 73 |
| 4.2.1. Cimiento seguro y separado SMC R de 1 X-X Energías de Corte SD R de 4.5..... | 73 |
| 4.2.2. Fuerza de Corte en cimentación fija y separada en el sentido Y-Y, con SD R=4.5 | 75 |
| 4.3. Deslizamientos determinados..... | 77 |
| 4.3.1. Máximo Deslizamiento SD R=4.5 cim. Fijo Vs SMC R de 1 cim. suelto – X-X | 77 |
| 4.3.2. Máximo deslizamiento SD R=4.5 cimiento fijo Vs SMC R de 1 cimiento suelto en Y-Y | 78 |
| 4.4. Resultados de las derivas | 79 |
| 4.4.1. Verificación De Derivas Con SD R=4.5 cimiento fijo En El Sentido “X” | 79 |
| 4.4.2. Manejo De Las Derivas Con SD R=1 Cimiento Separado Dirección “X” | 80 |
| 4.5. Efecto de aisladores en las derivas en ambas direcciones..... | 81 |
| CONCLUSIONES..... | 83 |
| RECOMENDACIONES | 85 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 86 |
| REFERENCIAS WEB | 87 |
| ANEXOS..... | 88 |



ÍNDICE DE TABLAS

| | Pág. |
|---|------|
| Tabla 1 Pesos de uso conforme a su ocupación..... | 39 |
| Tabla 2 Pesos para techos con pendientes de 3° | 40 |
| Tabla 3 Cargas específicas por unidad | 41 |
| Tabla 4 Clase de la disposición estructural | 43 |
| Tabla 5 Clasificación de la categoría de las edificaciones y variante “U” | 44 |
| Tabla 6 Especificaciones Límites | 45 |
| Tabla 7 Modos de vibración en los 3 modos iniciales..... | 50 |
| Tabla 8 Fuerza de corte en la base en las dos direcciones..... | 50 |
| Tabla 9 Límites máximos para el modelo dinámico..... | 52 |
| Tabla 10 Espectro de aceleración (Pseudo) SD R igual a 4.5, para el modelo..... | 52 |
| Tabla 11 Fuerzas cortantes del modelo del análisis estático | 54 |
| Tabla 12 Energía de corte primario del análisis dinámico | 54 |
| Tabla 13 Último análisis dinámico sometido a sismo en condición aceptable | 55 |
| Tabla 14 Fuerzas cortantes en pórticos..... | 56 |
| Tabla 15 Coeficientes para el análisis dinámico de la estructura | 57 |
| Tabla 16 Espectro de pseudo aceleración SMC R=1 | 57 |
| Tabla 17 Masas sísmicas para el modelo con aislamiento | 59 |
| Tabla 18 Redimensionamiento de los dispositivos de aislamiento | 61 |
| Tabla 19 Características físicas del dispositivo de aislamiento..... | 62 |
| Tabla 20 Especificaciones físicas del dispositivo de aislamiento | 63 |
| Tabla 21 Especificaciones mecánicas del elemento de aislación | 64 |
| Tabla 22 Condiciones nominales de los elementos de aislación clase (HDRB) | 66 |



| | |
|--|----|
| Tabla 23 Modos de vibración y porcentaje de masa participativa | 70 |
| Tabla 24 Modos de vibración y % de participación masa con base separada..... | 71 |
| Tabla 25 Modo de vibración en la base de cimentación fija y separada | 72 |
| Tabla 26 Cortantes nominales en cimiento fijo y aislado - X-X, V_x para un SD - R de 4.5 | 73 |
| Tabla 27 Cimiento aislado y fijo – fuerzas nominales en Y-Y, V_y para un SD-R de 4.5... | 76 |
| Tabla 28 Máximo deslizamiento - SD R=4.5 cimiento fijo VS SMC R de 1 cimiento suelto X-X..... | 78 |
| Tabla 29 Máximo deslizamiento - SD R de 4.5 cimiento fijo VS SMC R de 1 cimiento suelto Y-Y | 79 |
| Tabla 30 Resultados De Las Derivas Con Sismo, R=4.5 cimiento fijo en el sentido “X” .. | 79 |
| Tabla 31 Resultados De Las Derivas Con Sismo, R=4.5 cimiento fijo en el sentido “Y” .. | 80 |
| Tabla 32 Resultados De Las Derivas Con Sismo De modelo R=1 Cimiento separado sentido “X” | 80 |
| Tabla 33 Resultados De Las Derivas Con Sismo De modelo R=1 cimiento separado sentido “Y” | 80 |
| Tabla 34 Diferencia de las derivas en la dirección “X” | 81 |
| Tabla 35 Diferencia de las derivas en la dirección “Y” | 82 |



ÍNDICE DE FIGURAS

| | Pág. |
|---|------|
| Figura 1 Modos de vibración de modelos estructurales | 25 |
| Figura 2 Columnas consideradas posterior al pre-dimensionamiento..... | 27 |
| Figura 3 Sistema de aislación sísmica | 28 |
| Figura 4 Comportamiento del aislador tipo HDRB..... | 29 |
| Figura 5 Aceleraciones del espectro para el análisis estructural | 30 |
| Figura 6 Dispositivo de aislamiento tipo "HDRB" | 31 |
| Figura 7 Dispositivo de aislación sísmica tipo "LRB" | 32 |
| Figura 8 Especificaciones internas de un aislador tipo "FPS" | 32 |
| Figura 9 Disposición de pesos según su uso..... | 39 |
| Figura 10 Pesos en Live up con pendiente de tres grados | 40 |
| Figura 11 Designación de cargas "CV" y "CM" | 41 |
| Figura 12 Espectro de amplificación sísmica..... | 43 |
| Figura 13 Disposiciones de peso para el sismo estático..... | 46 |
| Figura 14 Participación de masa para el análisis del modelo estructural | 46 |
| Figura 15 Imagen tridimensional del proyecto con base fija..... | 47 |
| Figura 16 Imagen de continuidad de elementos del sistema estructural | 49 |
| Figura 17 Espectro De Pseudo Aceleración | 53 |
| Figura 18 Ejecución escalonado del sismo en el sentido "X-X"..... | 53 |
| Figura 19 Ejecución escalonada del sismo en el sentido "Y-Y" | 54 |
| Figura 20 Espectro de pseudo aceleración R=1 | 58 |
| Figura 21 Disposición del sismo en el sentido X | 58 |
| Figura 22 Disposición del sismo en el sentido Y | 58 |



| | |
|---|----|
| Figura 23 Sistema estructural con dispositivo de aislamiento..... | 59 |
| Figura 24 Ingreso de las características de los dispositivos de aislación | 66 |
| Figura 25 Condiciones no lineales del dispositivo de aislamiento..... | 66 |
| Figura 26 Características del sentido vertical fijo | 67 |
| Figura 27 Características de las condiciones no lineales (U2, U3) | 67 |
| Figura 28 Modelo estructural con dispositivo de aislamiento..... | 68 |
| Figura 29 Primer modo de deslizamiento..... | 69 |
| Figura 30 Segundo modo de deslizamiento..... | 69 |
| Figura 31 Tiempo de vibración en la base de cimentación fijo vs separada | 72 |
| Figura 32 Fuerzas nominales en la cimentación aislado y fija en X-X, V_x para un SD - R=4.5 | 73 |
| Figura 33 Cortantes nominales en cimentaciones aisladas y fijas, X-X V_x para un SD- R de 8 | 74 |
| Figura 34 Cimentación aislado y fija – fuerzas nominales en Y-Y V_y para un SD - R de 4.5 | 75 |
| Figura 35 Cimiento aislado y fijo – fuerzas nominales en Y-Y V_y para un SD- R de 4.5 | 76 |
| Figura 36 Máximo deslizamiento - SD R de 4.5 cimiento fijo VS SMC R de 1 cimiento separado en X-X..... | 77 |
| Figura 37 Máximo deslizamiento SD R=4.5 cimiento fijo Vs SMC R de 1 cimiento suelto - “Y” | 78 |
| Figura 38 Cimiento fijo Vs SMC R de 1 cimiento separado - X-X Derivas SD R de 4.5 .. | 81 |
| Figura 39 Derivas SD R de 4.5 cimiento fijo Vs SMC R=1 cimiento separado – Y-Y | 82 |



RESUMEN

Las fuerzas sísmicas suelen romper columnas, vigas, losas y otros elementos estructurales de concreto armado. El presente trabajo de investigación analiza el comportamiento sísmico de edificios de concreto armado. Según la norma E.030, la arquitectura de muros estructurales con un coeficiente de reducción de $R = 6$ y un sistema de aislamiento en la base HDRB de alto amortiguamiento que pueden ser sísmicamente vulnerable. Según la E-031, el proyecto planificado consiste en una edificación para un centro de salud de siete niveles, el cual estaría clasificado en la categoría A, con un área de 215,4789 m² por planta. La zona 3 está destinada a la construcción de edificios para esta investigación. De acuerdo con la E.030 sobre "Diseño Sísmico", la norma técnica peruana empleó estimaciones cuantitativas no experimentales de secciones transversales a partir de las dimensiones de los componentes estructurales. El estudio sísmico estático y dinámico del edificio analizó dispositivos de aislamiento de alto amortiguamiento en la cimentación y desacopló la superestructura de la subestructura mediante bases permanentes. Alto rango dinámico. Se deben definir los niveles de interfaz de aislamiento de los dispositivos. El amortiguamiento del dispositivo HDRB de esta investigación enfatiza la rigidez vertical y la flexibilidad horizontal, aumentando el período y el deslizamiento. Además, la misma estructura presenta mejores propiedades de respuesta que la cimentación integral. El período de vibración fundamental del modo principal del mismo sistema de base cóncava es de 0,559 segundos. Construcciones similares tardan 1,799 segundos en un dispositivo aislado. En el mismo modo de calidad hipotético, el valor aumenta un 69 %. Los dos modos T duran 0,511 y 1,73 segundos. Esto se debe a la flexibilidad horizontal del aislador de base. Antecedentes locales 1. La disposición SD $R = 4,5$ con b. fijas y esparcidas redujo las fuerzas cortantes de base en un 67% en el analítico eje X-X, de $V_x = 366,9637$ TN a 119,3139 TN. Las presiones cortantes Y-Y cayeron un 67% de $V_y = 366,9581$ TN a 120,6442 TN. Antecedentes



nacionales 2. El límite desliz X-X es de 3,9946 cm para la estructura de apoyo fija y de 40,8697 cm para la estructura aislada, un 90% por encima del nivel último. La estructura de apoyo aislada tiene una dimensión Y-Y un 92% mayor que la estructura fija, que es de 2,8772 cm. Los aisladores de base se utilizaron inicialmente para los estándares de aislamiento sísmico E-031. El aislador de base se pre-dimensionó utilizando datos de 33,9 cm DM y 39,3 cm DTM. El sistema de b. sujeta cumple con el límite de deriva E-030 de 7/1000. La estructura, aislada de la superestructura mediante aisladores de base HDR de alto amortiguamiento, cumple con los valores máximos E-030 de 35/1000. Este diseño reduce la deriva X-X e Y-Y del sistema de apoyo estacionario en un 71 % y un 70 %, respectivamente. Nuestro estudio demuestra que el modelo de aislamiento de bases mejora la vibración y el desplazamiento gracias a la flexibilidad de los mecanismos de aislamiento.

Palabras claves: Desacoplamiento estructural, análisis dinámico espectral, interfaz de aislamiento, aislamiento sísmico.



ABSTRACT

Seismic forces often break columns, beams, slabs, and other structural elements made of reinforced concrete. This research paper analyzes the seismic behavior of reinforced concrete buildings. According to standard E.030, the architecture of structural walls with a reduction coefficient of $R = 6$ and a high-damping HDRB base isolation system may be seismically vulnerable. According to E-031, the planned project consists of a seven-story health center building, which would be classified in category A, with an area of 215.4789 m² per floor. Zone 3 is designated for the construction of buildings for this research. In accordance with E.030 on "Seismic Design," the Peruvian technical standard used non-experimental quantitative estimates of cross sections based on the dimensions of the structural components. The static and dynamic seismic study of the building analyzed high-damping isolation devices in the foundation and decoupled the superstructure from the substructure using permanent bases. High dynamic range. The isolation interface levels of the devices must be defined. The damping of the HDRB device in this research emphasizes vertical stiffness and horizontal flexibility, increasing the period and slip. In addition, the structure itself has better response properties than the integral foundation. The fundamental vibration period of the main mode of the same concave base system is 0.559 seconds. Similar constructions take 1.799 seconds in an isolated device. In the same hypothetical quality mode, the value increases by 69%. The two T modes last 0.511 and 1.73 seconds. This is due to the horizontal flexibility of the base isolator. Local background 1. The SD $R = 4.5$ arrangement with fixed and scattered b. f. reduced the base shear forces by 67% in the analytical X-X axis, from $V_x = 366.9637$ TN to 119.3139 TN. The Y-Y shear pressures fell by 67% from $V_y = 366.9581$ TN to 120.6442 TN. National background 2. The X-X slip limit is 3.9946 cm for the fixed support structure and 40.8697 cm for the isolated structure, 90% above the ultimate level. The isolated support structure has a Y-Y dimension 92% greater



than the fixed structure, which is 2.8772 cm. Base isolators were initially used for E-031 seismic isolation standards. The base isolator was pre-dimensioned using data of 33.9 cm DM and 39.3 cm DTM. The b. fastening system complies with the E-030 drift limit of 7/1000. The structure, isolated from the superstructure by high-damping HDR base isolators, complies with the maximum E-030 values of 35/1000. This design reduces the X-X and Y-Y drift of the stationary support system by 71% and 70%, respectively. Our study demonstrates that the base isolation model improves vibration and displacement thanks to the flexibility of the isolation mechanisms.

Keywords: Structural decoupling, dynamic spectral analysis, isolation interface, seismic isolation.



INTRODUCCIÓN

El "comportamiento estructural" de las estructuras se refiere a su respuesta al deslizamiento y la deriva. Los terremotos pueden dañar los edificios de diversas maneras. Se evalúan la rigidez de la estructura, la disposición arquitectónica y los materiales para evaluar los daños. Para completar esta tesis, se evaluará sísmicamente una estructura destinada para un centro de salud. Este estudio empleará aisladores HDR típicos con amortiguadores que absorben entre un 10 % y un 15 %. Estos amortiguadores reducen las vibraciones. Este procedimiento se ha utilizado durante décadas. Varios países en desarrollo buscan un nivel de interfaz para separar la superestructura de la cimentación. Esto refuerza la resistencia sísmica de la superestructura. Por lo tanto, la superestructura puede ser horizontalmente flexible. Este trabajo de investigación describe un centro de salud privado que puede albergar a personas lesionadas o enfermas, así como a personal administrativo y médico. Este marco incluye empresas gubernamentales y privadas. Las estructuras deben permanecer en funcionamiento durante y después de los terremotos. Dado el valor económico de estos edificios, es necesario tratar los daños estructurales y no estructurales, y restaurar el contenido dañado, en particular las instalaciones y los equipos médicos. Esto se debe a la importancia de estas estructuras. El sistema de base fija se someterá a un análisis sísmico estático de energía equivalente y a un dinámico análisis aplicando un espectro de diseño $R = 4.5$ (muros estructurales con irregularidad de altura debido a un modelado insuficiente) en la primera fase de este proyecto. Ambas investigaciones evaluarán el comportamiento del edificio. Esta investigación debe cumplir con la E.030. Una interfaz de aislamiento con aisladores de capitel y pedestal separará la estructura de la subestructura. El tratamiento está completo. De acuerdo con la E-031, el análisis se realizará para un espectro sísmico máximo (símbolo del SMC donde el valor de "R" igual a 1).



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Análisis de la situación problemática

El Perú contribuye al 80% de la sísmica y volcánica actividad de la Tierra. Esto es especialmente cierto considerando la ausencia de grandes terremotos en las últimas décadas. Es necesario estudiar y aplicar métodos de construcción innovadores para prevenir un desastre nacional. Este proyecto comparará el rendimiento sísmico del hormigón y el acero empleando un suelo aislante con dispositivos HDBR y un estructural muro.

Los edificios del gobierno, las instalaciones de las instituciones de magnitud, los centros hospitalarios y clínicas de usos privado deben contar con dispositivos que permitan tomar las precauciones necesarias para proteger a sus habitantes de los terremotos. Las actividades posteriores a un terremoto requieren estos edificios que su infraestructura no tiene que interrumpirse en su funcionamiento, puesto que este tipo de edificaciones se clasifican como edificaciones esenciales, según la norma sísmica. Muchos países desarrollados utilizan sistemas de aislamiento para desacoplar la estructura con el suelo radiante. Si se reubica, la estructura puede dispersar la energía



de este evento. En lugar de proteger contra terremotos, el aislamiento sísmico reduce las presiones estructurales.

1.2. Problemas del trabajo de investigación

1.2.1. Problema general

¿Cómo será el comportamiento sísmico de la estructura de una edificación de concreto desacoplada estructuralmente por aisladores en la base?

1.2.2. Problemas Específicos

1. ¿En qué medida será la influencia de la implementación de los dispositivos de aislamiento de base en el comportamiento estructural de una edificación de concreto?
2. ¿La estructura de concreto de una edificación con la implementación de dispositivos de aislamiento en la base cumplirán con las disposiciones de las derivas de la norma E-031?

1.3. Objetivos del trabajo de investigación

1.3.1. Objetivo General

Analizar el comportamiento sísmico de la estructura de una edificación de concreto desacoplada estructuralmente por dispositivos de aislamiento en la base.

1.3.2. Objetivos Específicos

1. Analizar el efecto de la aplicación de los dispositivos de aislamiento basal en el comportamiento estructural de una edificación de concreto.
2. Determinar si la edificación de concreto armado desacoplada estructuralmente por una interfaz de aislamiento cumplirá con las disposiciones de derivas de la



norma E.031.

1.4. Definición de las variables

El desarrollo de las variables será determinante para el desarrollo del trabajo de investigación, ya que en esta etapa se definen los instrumentos de medición que se utilizarán en el proceso de la recolección de datos, ordenamiento de datos y determinación de los resultados según los objetivos planteados para este trabajo de investigación.

1.4.1. Variables de caracterización:

- Análisis estático, dinámica y aisladores de apoyo

1.4.2. Variables de interés

- Comportamiento del edificio de hormigón de siete pisos con estructura de acero en ambas orientaciones y aisladores de apoyo.
- Estándares de capacidad de respuesta del sistema que emplean aisladores

Operacionalización de variables

1.4.3. Indicadores

1.4.3.1. Indicadores De Caracterización

- Localización geográfica de la investigación.
- Planta y elevación de la estructura.
- Espectros de diseño.

1.4.3.2. Indicadores De Interés

- Irregularidades
- Límites de sísmica respuesta
- Tipología del sistema



1.5. Justificación

El trabajo de investigación considera que la justificación se enfoca el planteamiento a partir de los siguientes:

1.5.1. *Justificación técnica*

La implementación del código E.030, en la NTP, ha generado una respuesta estructural extraordinaria durante terremotos en nuestro país, donde el control del comportamiento estructural de edificaciones expuestas a cargas dinámicas, puede ser en muchos casos algo determinante en su desempeño durante la acción sísmica. La implementación de la E.030, en su aplicación para el diseño de edificaciones ha permitido mejorar la seguridad pública y la estabilidad de los edificios.

1.5.2. *Justificación Económica*

Los beneficios económicos se hacen evidentes y perduran después de un terremoto. Esto reduce los costos de reconstrucción y de reparación del sistema estructural, además de reducir costos de mantenimiento que podrían ser muy considerables.

1.5.3. *Justificación Social*

En un terremoto de gran magnitud, los aisladores de cimentación reducen los daños. Esta renovación posterior al terremoto mejorará las operaciones del edificio y la seguridad de los ocupantes. Esta medida fortalecerá la confianza, la seguridad y la tranquilidad del público. Los terremotos regulares han afectado a la población durante décadas.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Referencia de Antecedente Local

Cruz (2020), en su investigación, "Análisis de la Eficiencia Sísmica de la Infraestructura del Hospital Materno Infantil, Diseñada con una Base". La investigación se realizó en Juliaca. El estudio busca la mejor respuesta sísmica para las pruebas de dispositivos de aislamiento. Con este dispositivo, se reducen las tensiones cortantes para lograr una TFP inferior a 0,25 gramos. La interacción superficie-sistema es insignificante en sistemas aislados con períodos de oscilación superiores a dos segundos. Esto ocurre cuando se examinan todos los factores simultáneamente y se miden las dimensiones del aislador ideal. La documentación sugiere que las estructuras de blando suelo que generan la transmisión con señales de ISE en un tiempo menor a 0,2 segundos.

2.1.2. Referencia de Antecedente Nacional

Medina y Choque (2017) afirman que su tesis en Arequipa, Perú, "Análisis, Comportamiento y Diseño de Hormigón Armado de un Sótano de 6 Pisos con Núcleo de Plomo con Aislamiento Elastomérico", examina el desenvolvimiento y el modelado



del proyecto. Una tesis examinó el comportamiento estructural y el diseño. Después de 2530 segundos en Sen. Y-Y y 2506 seg en X-X, la fracción de mediana masa fue del 99,91 % y 99,97 %, respectivamente.

La construcción básica presenta un desplazamiento elástico de 2008,79 toneladas a lo largo del eje X y un deslizamiento de 1987,37 toneladas a lo largo del eje Y. Los datos se recopilaban midiendo el desplazamiento. Los sísmicos aislantes generan 360,08 tn de esfuerzo cortante elástico en X-X; 352,64 tn en Y-Y. Ejecute los cálculos de X-X. Los sísmicos aislantes X-X e Y-Y se utilizan un 82,07 % y un 82,26 por ciento menos, de forma respectiva.

Los sísmicos aislantes suben la seguridad estructural, pero son muy costosos. Con el tiempo, ahorran dinero en la rehabilitación sísmica de conformantes estructurales y los que no lo son.

2.1.3. Referencia de Antecedente Internacional

En el procedimiento del “Diseño de Aisladores Sísmicos de Base para una Edificación de Oficinas de Diez Niveles con Estructura de Marco Rígido de Concreto”, Pérez y Vásquez (2016) compararon un sistema de base fija con una de sísmico aislamiento, centrándose en la distancia al eje, la aceleración, la distorsión y el esfuerzo cortante basal. Sus resultados se compartieron para su comparación.

Según lo desarrollado en el trabajo de investigación, los componentes LRB como dispositivos para aplicar el aislamiento de bases, estos pueden lograr una reducción en la fuerza de corte y la cantidad de aceleraciones que alcanzan un 92 %. La aceleración cortante puede lograr 0,14 g y las tensiones basales de corte se reducen en un noventa %. El rendimiento estructural de la estructura supera las aplicaciones de edificación.

2.2. Base teórica

2.2.1. *Movimiento sísmico en edificios*

Varios elementos pueden ser afectados por el movimiento sísmico producto de fuerzas externas. Se consideran las propiedades superficiales y la dinámica estructural. Por lo tanto, la rigidez se mide comparando la energía cortante (tensión lateral), con el desplazamiento del vértice del sistema. Las comparaciones pueden determinar la rigidez del sistema. Bazán y Meli (2002) afirman que esto confiere rigidez a las estructuras.

La norma E.030 mide la reacción sísmica mediante el cortante basal, derivadas de entre pisos, el desplazamiento lateral y la aceleración con cada grado de libertad. Donde el comportamiento sísmico de las estructuras se evalúa utilizando estos criterios.

Figura 1

Colapso de un edificio bajo la acción sísmica



Nota. Korswagen, E. A. (2020). “Análisis de Estructuras con Aisladores Sísmicos”



2.2.2. Bases y Filosofía de la Norma E.031

La E.031, como medida de uso obligatorio en edificaciones de uso esencial debe tener presente que la norma exige la implementación de dispositivos de aislamiento en la base para sistemas estructurales de concreto armado lo que busca es: prevenir muertes, preservar los servicios esenciales y limitar los daños materiales.

2.2.3. Evaluación Estructural Estática y Dinámica

Para realizar un análisis estático y dinámico de una estructura con materiales convencionales se deben tener presente los siguientes códigos de la norma, E.020, E.030, E.060, E.031, respectivamente para cada caso según su naturaleza.

2.2.4. Evaluación Estática

En la E.030, las cargas sísmicas son la energía aplicada a la masa del núcleo en cada nivel. Este enfoque examina edificios menores a treinta m en zonas sísmicas normales según el Artículo 19.

2.2.5. Modelamiento Dinámico

El desarrollo del modelamiento dinámico considera los siguientes aspectos para realizar su análisis bajo ciertas condiciones extremas en casos críticos, lo que permitirá la estimación de la implementación de los dispositivos de aislamiento sísmico,

2.2.5.1. Análisis Dinámico Modal Espectral

La E-030 requiere espectros de inelásticos y elásticos modelos para este estudio. El factor de reducción sísmica influye en la asociación entre los espectros inelásticos, el tipo de sistema estructural y las deficiencias del diseño espectral modal del edificio.

Figura 2*Combinación direccional SRSS**Nota.* Curreri, S. F. (2021)

2.2.5.2. Análisis Dinámico por el método Tiempo - Historia

El tiempo va a depender de la rigidez que presenta el sistema estructural sometido a cargas dinámicas, la posición y la masa de la columna compuesto en el sistema estructural, elementos característicos convencionalmente de concreto con refuerzo de acero. Las estructuras elevadas tienen una mayor durabilidad en sus componentes estructurales.

2.2.5.3. Periodo de Vibración Fundamental

Este es el lapso que un sistema necesita para regresar a su punto de inicio y completar un ciclo. El T de recorrido en bicicleta de un edificio es independiente el trayecto recorrido del modelo estructural. Esto se basa en el fundamento de la dinámica estructural, donde las características estructurales de una edificación serán fundamentales para medir el tiempo y los modos de vibración del modelo estructural sometidos a cargas dinámicas.

Figura 3*Modos de vibración de modelos estructurales*

Nota. Korswagen, E. A. (2020). “Análisis de Estructuras con Aisladores Sísmicos”

2.3. Norma sísmica e.030

El cumplimiento de la norma sísmica peruana es de carácter obligatorio en nuestro país, debido a las condiciones geológicas presentes en nuestro territorio, lo ha permitido clasificar en zonas sísmicas de acuerdo a sus condiciones de aceleración sísmica presente en el suelo, que llegar a tener actividad sísmica desde la más leve hasta la más severa.

2.3.1. Fundamentos del código E.030 de la norma sísmica

Al igual que las de la E 0.31, los fundamentos del código E.030, tienen su principio en la conservación de la vida humana y lograr mitigar los eventos telúricos que pueden presentarse en cualquier lugar y cualquier momento, para ello la norma sísmica se fundamenta en asegurar un buen comportamiento sísmico de las edificaciones ante sismos de diversas magnitudes, asegurando de esta manera la seguridad de los habitantes y en edificaciones con categoría esencial no se interrumpa su funcionamiento logrando de esta manera cumplir con los propósitos esperados por la norma sísmica,



estas consideraciones son de uso obligatorio lo que garantiza la estabilidad de un sistema estructural que cumpla con los requerimiento mínimos exigidos en esta norma.

2.3.2. Condiciones Geotécnicas

Se presenta de acuerdo al perfil del suelo que presenta en la zona de estudio, la norma presenta los factores de suelo de acuerdo a sus condiciones geotécnicas, estos están recomendados en la norma presente para este análisis.

2.3.2.1. Perfiles de Suelo

El reglamento de sismorresistente diseño considera el factor suelo al determinar el perfil del suelo, a partir de las condiciones del perfil del suelo, donde la prueba de refracción sísmica permite determinar valores de la condición sísmica del suelo con la cual se puede estimar el valor del factor del suelo.

2.4. Pre- dimensionamiento del sistema estructural

Bajo las siguientes consideraciones podemos determinar previamente las dimensiones de los elementos del sistema estructural.

2.4.1. Losa Aligerada Armadas en un Sentido

Para el dimensionamiento previo, se tener en cuenta la consideración que la norma sugiere para estimar estas dimensiones de manera previo, que posteriormente de no estar dentro los rangos mínimos exigidos por la norma en su comportamiento estructural, esta vuelve a ajustar las medidas de las secciones de los elementos estructurales.

Si $L_1/L_2 \leq 2$ losa en 2 ejes

2.4.2. *Pre-Dimensionamiento de Vigas*

El reglamento limita el ancho de la viga de la cubierta del marco estructural a 25 cm. Si no se cumple este requisito, se pueden fabricar vigas más delgadas o elementos pretensados.

2.4.3. *Pre-Dimensionamiento de Columnas*

Para facilitar el pre dimensionamiento basado en el tipo de columna, la fórmula matemática de la literatura calcula el axial peso inducida por el sismo y el cambio de la variable (n).

2.4.3.1. Consideraciones técnicas de variación de columnas

El ajuste final para las secciones previamente definidas es evaluado mediante un análisis sísmico, lo que permitirá verificar el cumplimiento de la norma sísmica bajo sus parámetros bien definidos.

Figura 4

Columnas consideradas posterior al pre-dimensionamiento.



Nota. Korswagen Y otros, 2020

2.5. Aislación sísmica en la base

Se incluyen aisladores, capiteles, losas, vigas y sus conexiones que transportan energía a través del plan E.031. Los limitadores de viento, disipadores de energía y limitadores deslizantes cumplen con los criterios básicos del modelo estructural en condiciones estables.

Figura 5

Sistema de aislación sísmica



Nota. Norma Sísmica - Código E.031

2.5.1. *Reseña Histórica de los Aisladores*

La aislación sísmica se inventó hace casi un siglo, pero su eficacia en la protección de sistemas durante terremotos ha propiciado su adopción generalizada en los últimos 15 años, lo cual se ha evidenciado en una reducción de edificaciones expuestas a movimientos sísmicos logrando así un buen comportamiento sísmico que garantice la seguridad de las personas.

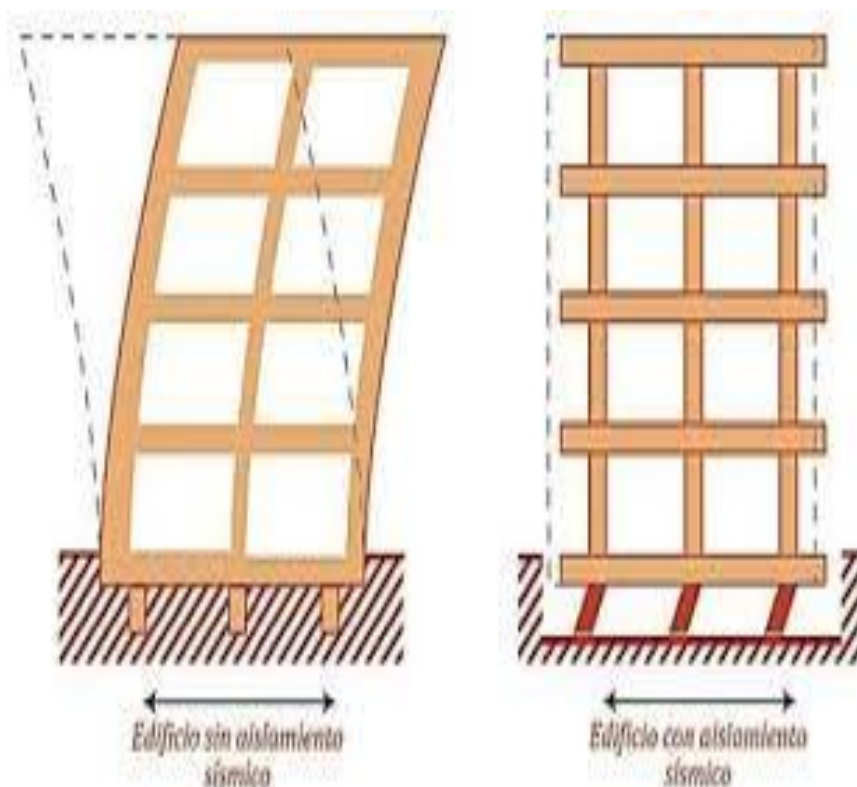
2.5.2. *Comportamiento Sísmico del Sistema de Aislamiento*

Para garantizar que la luz básica del sistema supere los períodos sísmicos, el aislamiento sísmico requiere flexibilidad horizontal en el punto del núcleo. Donde lo

que hace es prolongar la duración prevista la que aumenta el deslizamiento relativo, lo que requiere un mayor amortiguamiento, con esto se lograra reducir desplazamientos y máximas derivas que se encuentren aceptables según la norma sísmica.

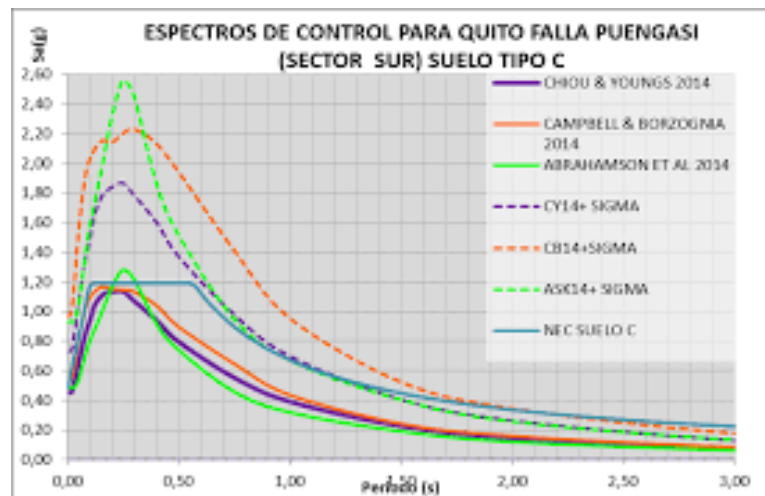
Figura 6

Comportamiento del aislador tipo HDRB



Nota. <https://pavsargonata.files.wordpress.com/2015/09/disipadores-1.jpg>

Los aisladores reducen la actividad telúrica durante la flexibilidad estructural modificando los períodos de vibración, según Korswagen, Arias y Huaranga (2012). A medida que aumenta la flexibilidad, disminuye la aceleración espectral y las fuerzas sísmicas (Figura 06). El deslizamiento aumenta en edificios aislados con menor rigidez de cimentación. Dado que el deslizamiento excesivo del suelo puede dañar los componentes estructurales y no estructurales, este parámetro debe regularse. Los sistemas híbridos con amortiguadores pueden mejorar la eficiencia del aislador. La ilustración 8 muestra que la amortiguación mejorada minimiza este movimiento.

Figura 7*Aceleraciones del espectro para el análisis estructural*

Nota. Korswagen, E. A. (2020).

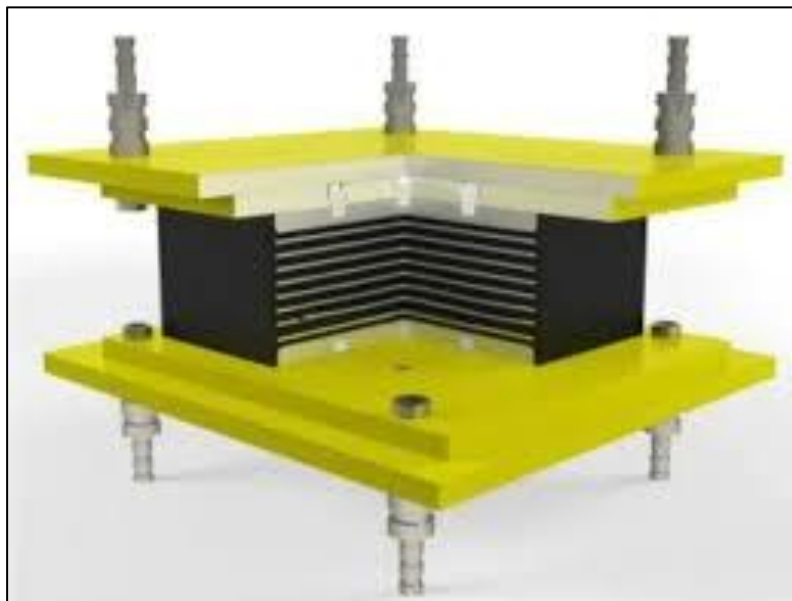
2.5.3. Tipos de Dispositivos de Aisladores SPT

Todos los aisladores de cojinetes aíslan el sistema de la superficie, según Sntaxi (2016). Los materiales, la calidad, los métodos, el precio, el análisis teórico y las aplicaciones estructurales varían. También se incluyen los tres principales aisladores: HDRB, LRB y FPS.

2.5.3.1. Dispositivo de aislamiento elastomérico de alto amortiguamiento

(HDRB)

Un aislador de alta amortiguación puede reemplazar el núcleo de plomo sin afectar el rendimiento. Compuestos de caucho cargados con lubricantes, polvo de carbono, resinas y polímeros para aumentar la amortiguación se encapsulan entre láminas de material de acero y se recubren con placas de material de acero en el lugar de arriba y de abajo. La amortiguación para deformaciones angulares inferiores al 2 % es del 10 % al 20 %.

Figura 8*Dispositivo de aislamiento tipo "HDRB"*

Nota. <https://cauchovikingo.com/aisladores-sismicos/>

2.5.3.2. Dispositivo de aislamiento con elastómeros con fuente de Pb.

Los elementos de aisladores elásticos son dispositivos de protección sísmica de materiales de caucho y metal, según Dynamic Isolation Devices (2008). El aislador está compuesto de un elastómero elástico. Son rígidos verticalmente y flexibles lateralmente. Los neumáticos ligeros de caucho con cuñas de acero se rigidizan verticalmente. La mayor rigidez vertical del aislador le permite moverse lateralmente con poca resistencia mientras soporta una carga axial elevada. Los terremotos deforman plásticamente el núcleo de plomo, lo que limita el lateral desliz del aislador. El coeficiente de amortiguamiento es del quince % al treinta y cinco %. Las fuentes de pb de los aisladores de fricción aumentan la fricción.

Figura 9

Dispositivo de aislación sísmica tipo "LRB"



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

2.5.3.3. Aisladores tipo FPS

Los aislantes que tienen fricción utilizan guías de inoxidable de material de acero. Los mecanismos de deslizamiento son aislados mediante estos equipos.

Figura 10

Especificaciones internas de un aislador tipo "FPS".



Nota. (Suntaxi, 2017)



2.6. Modos de análisis del modelo estructural según la E.031

El E.031 requiere dos métodos analíticos para el modelo de aisladas estructuras puedan entrar en actuación de manera efectiva, con buenas señales de un buen desempeño sísmico.

2.6.1. *Análisis Estático*

La técnica de energía estática del Cap. V de la E.031 puede ayudar a construir un sistema sísmicamente aislado si se cumplen ciertas condiciones, siendo la más estricta la primaria:

2.6.2. *Análisis Dinámico*

El E.031 requiere que los modelos de sistemas sísmicamente aislados analicen la evolución temporal de las construcciones que incumplen el Artículo 18, Sección 18.1. Los resultados de la evaluación espectral modal dinámica deben coincidir con los hallazgos de diseño de los componentes estructurales. El análisis espectral modal dinámico facilita el desarrollo de estructuras sísmicamente aisladas.

2.7. Sistemas estructurales

A continuación, se menciona los tipos de sistemas estructurales considerados para estructuras convencionales.

2.7.1. *Sistemas de Concreto Armado*

El tipo de sistema estructural más conocido que ha permitido plantear estructuras con pisos considerables se ha establecido en el código E.060 del RNE, que rige todo el hormigón y acero sismorresistentes.



2.7.1.1.Pórticos

Las columnas de la estructura soportan al menos el 80 % del cortante esfuerzo proyectada hacia la parte de la cimentación. La rigidez de los estructurales muros los hace sismorresistentes.

2.7.1.2.Muros Estructurales

El código de la norma E.031, considerado con muros que aguantan el 70% del esfuerzo de corte transmitida hacia la cimentación.

2.7.1.3.Sistema Dual

Los sistemas estructurales y los arriostres pueden lograr una reducción en las fuerzas sísmicas. Los muros tienen la característica de absorber entre un veinte% y un setenta% de la fuerza de corte basal del elemento.

2.7.1.4.Sistema MDL

Las estructuras modulares son sismorresistentes y gravimétricas. Este enfoque utiliza muros de hormigón de una sola capa con acero de espesor reducido y refuerzos verticales para evitar extremos en ángulo. Se pueden construir ocho plantas con este método.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Fundamentos metodológicos para la investigación

El desarrollo del trabajo de investigación está dado en dos etapas fundamentales como son el trabajo desarrollado en campo y los trabajos realizados en gabinete u oficina, donde a partir de ello la investigación se ha sistematizado para su culminación final.

3.1.1. *Diseño de Investigación*

Se define como un diseño no experimental debido a que no se manipulan variables intencionalmente en un entorno. Los datos se obtienen a través de la simulación y modelado estructural en un software - transversal, debido a que el análisis se realiza en un momento único (el resultado del modelado y la aplicación del análisis modal espectral) para describir las variables y su incidencia en ese instante, la muestra se basa en desarrollar un modelo matemático para evaluar la respuesta sísmica de la estructura de una edificación.

3.1.2. *Tipo de Investigación*

El tipo de investigación para esta tesis es Aplicada y la naturaleza de la investigación busca utilizar conocimientos existentes (sobre ingeniería sísmica y

concreto armado) para resolver un problema práctico: la mejora del comportamiento sísmico de una edificación mediante el uso de aisladores de base.

3.1.3. Nivel de Investigación

Se tuvo que considerar la profundidad con el que se abordara el problema de la investigación, en este caso será de un Nivel Descriptivo, donde se desarrollara un modelo matemático que será motivo de análisis para evaluar la respuesta sísmica de estructuras de concreto.

3.1.4. Enfoque de la Investigación

Debido al número de datos medibles, y la operación de estos para desarrollar un modelo matemático sometido a acciones sísmicas, con una serie de datos cuantificables, por lo que se definió la investigación con un enfoque Cuantitativo.

3.1.5. Instrumentos y Técnicas

Para ello se ha definido dos aspectos, la consideración del instrumento con él se ha permitido la recolección de la información y las técnicas que se adoptaron son sobre la base del análisis estructural de una edificación.

3.1.5.1. Técnicas:

Las técnicas para el desarrollo de la tesis deben considerar los códigos E.060, E.030, E.031, E.020 utilizadas, para el análisis sísmico en todo tipo de condiciones bajo amenaza de movimientos sísmicos.

3.1.5.2. Instrumentos:

La recopilación de datos analíticos requiere ciertas herramientas e información: La preparación de antecedentes se basa en investigaciones previas. Microsoft Word y



Excel son herramientas útiles para el análisis y procesamiento de datos, mientras que ETABS 2020 V1 admite el modelado asistido por computadora. Este software edita, evalúa y procesa los resultados eficazmente.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

La población como base del universo de la investigación, donde se puede considerar a las personas que habitan en edificaciones de categoría A de uso esencial, con la implementación de dispositivos de aislamiento que están compuestos de caucho y láminas de acero, para la población elegida se ha considerado a edificaciones de categoría A, en el ámbito del distrito de Juliaca.

3.2.2. Muestra

Edificio de siete niveles de concreto armado, con aislamiento en la base y sistemas de muros estructurales en las direcciones "X-X" e "Y-Y", destinado para un centro de salud.

3.3. Procedimiento de diseño estructural

El análisis sísmico simulará el comportamiento del sistema estructural utilizando el software Etabs 2020 v1.1. Esto formará parte de la investigación. La aplicación posterior de este método combinará la dispersión de datos históricos. Se analizarán el tamaño preliminar, la cantidad de los pesos con exactitud de los materiales que se utilizarán, para realizar el modelamiento de la estructura, la distribución de cargas y otros factores para garantizar el éxito del estudio.



3.3.1. *Definición de Parámetros para el Modelamiento*

Tras la configuración de los requisitos de materiales, se modelará el sistema con sujetas bases, empotrados y aislados, tomando en cuenta que las características mecánicas del concreto son mostradas a continuación:

3.3.2. *Concreto para el análisis*

Para las características mecánicas se tomará las siguientes, considerando que dicha información se encuentra en la literatura del tema desarrollado, esta información es de vital importancia para ser ingresado al programa.

F'c: Igual a 210 kg/cm²

Módulo elástico: 15000 x SQR (210) * 10 Ton/m²

Peso unitario: 2400 kg/m³

3.3.3. *Acero para el análisis*

El acero utilizado tiene las características mecánicas especificadas en la norma con una fluencia definida como también su modulo elástico.

F'y: 4200 Kg/cm²

Módulo elástico: 2000000 Kg/cm²

3.3.4. *Disposición de los pesos*

Las disposiciones de la carga deben cumplir con la RNE E-0.20 y considerar (CM) y (CV) respectivamente, donde se mostrará la disposición final de las cargas actuantes de manera estática y dinámica, con una disposición de un espectro de Pseudoaceleración.

3.3.4.1. Disposición de CV:

En la E-020 se exige que las clínicas evalúen su carga tolerable en función del uso de las habitaciones. El cálculo debe seguir las directrices, considerando los pesos calculados de un metrado de cargas y los pesos de sobre cargas de elementos consideradas no estructurales.

Tabla 1

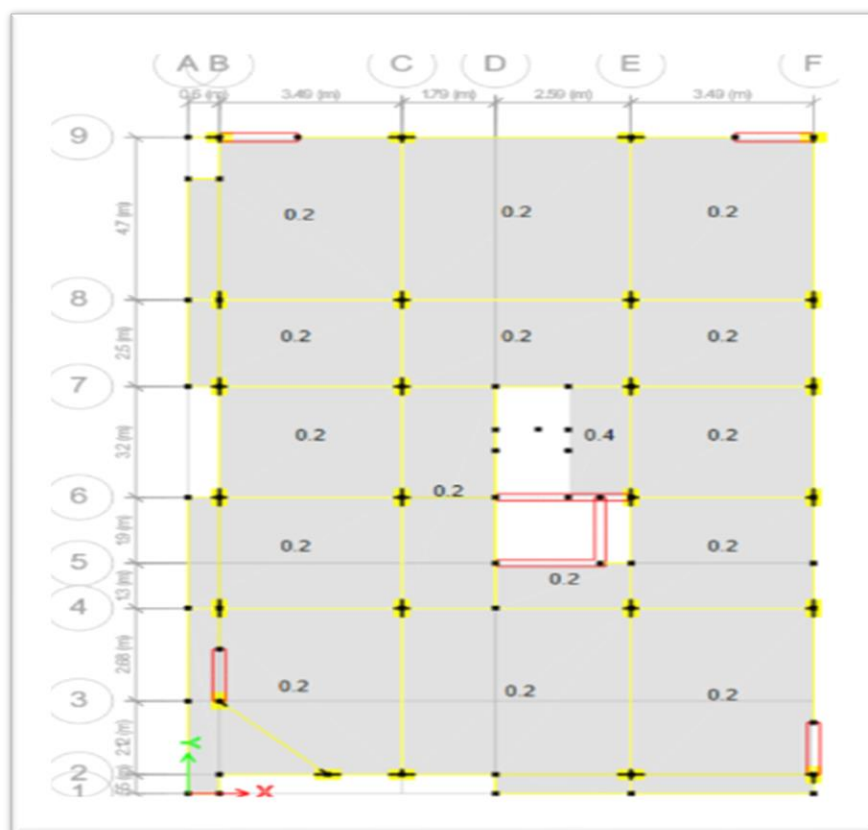
Pesos de uso conforme a su ocupación

| Uso u Ocupación Hospitales | Pesos Distribuidos kpa (kgf/m ²) |
|----------------------------|--|
| Vivienda | 2,0 (200) |
| Corredores y escaleras | 2,0 (400) |

Nota. Código, E.020, NTP

Figura 11

Disposición de pesos según su uso



Nota. Programa - Etabs 2020 v1.1

3.3.4.2. Sobre cargas de techo:

Acorde al código de la norma E-020. Las sobre cargas en el techo se consideran los siguientes valores:

Tabla 2

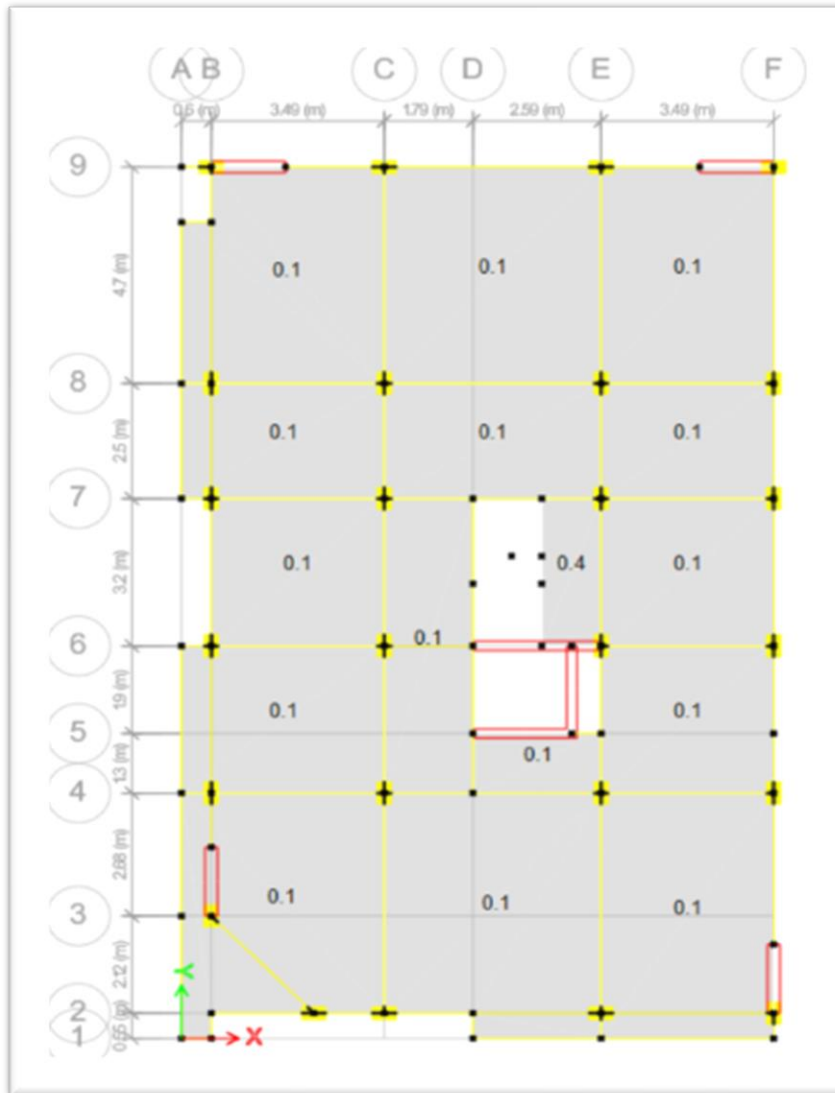
Pesos para techos con pendientes de 3°

| Pesos por unidad | Kg/m ² |
|------------------|-------------------|
| Graduación de 3° | 100 |

Nota. Código, E.020, NTP

Figura 12

Pesos en Live up con pendiente de tres grados



Nota. Programa - Etabs 2020 v1.1

3.3.4.3. Disposición de CM

En función a la E-020, se ha considerado los siguientes pesos de cargas permanentes de los componentes no estructurales como la tabiquería y los acabados, pero que son considerados para realizar el modelamiento de la estructura de concreto bajo diversas condiciones de carga para ver la respuesta sísmica de las estructuras de concreto de las edificaciones.

Tabla 3

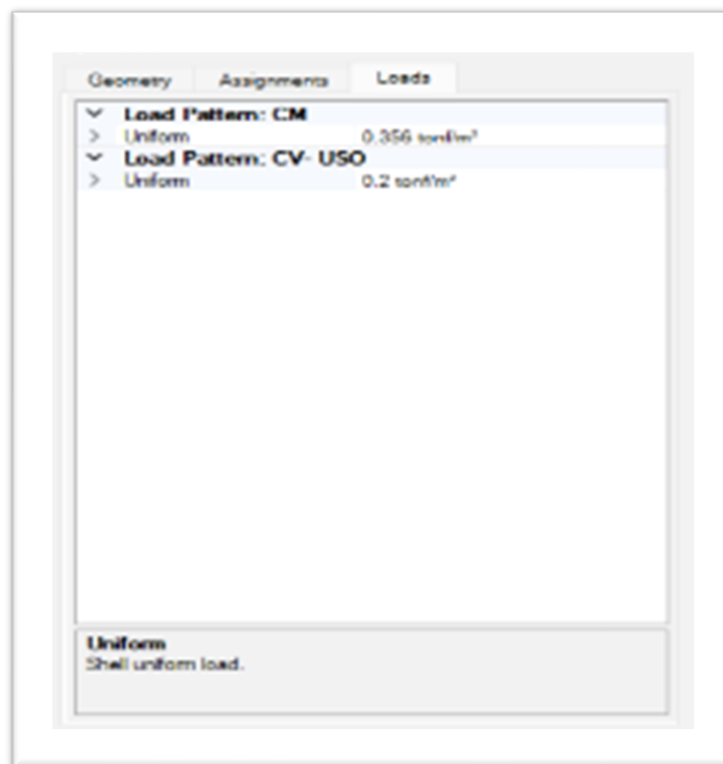
Cargas específicas por unidad

| C.M. | kg/m² |
|-------------|-------------------------|
| Tabiquería | 256 |
| Acabados | 100 |

Nota. Código, E.020, NTP

Figura 13

Designación de cargas "CV" y "CM"



Nota. Programa - Etabs 2020 v1.1



3.3.5. Especificaciones límites para el modelo de edificio

3.3.5.1. Factor de zona (Z)

El mapa de sismos a nivel de nuestro territorio, considera cuatro zonas sísmicas, para la realización de este estudio se ubica en el distrito de Juliaca que corresponde a la Zona 3, con un umbral de horizontal aceleración de "Z": 0,35 g.

3.3.5.2. Perfil del suelo (S)

La política de la E-030, especialmente el Artículo 13, considera el perfil del suelo para determinar el factor de suelo (S). Se utilizará el factor de suelo S2, con un valor de S de 1,15.

3.3.5.3. Estándares de Sitio

Conforme a los valores de la E-030, un superficial perfil S2 representa una era corta dominante. Las tablas en los siguientes párrafos muestran valores para períodos de tiempo prolongados.

Donde:

$T_P(s)$: 0.6 corto tiempo.

$T_L(s)$: 2.0 largo tiempo.

3.3.5.4. Periodo Fundamental del Sistema

El periodo fundamental se determinará a partir de la expresión matemática, que se tiene dispuesto en el código E.030 de la norma sísmica, bajo las condiciones del coeficiente de amplificación sísmica.

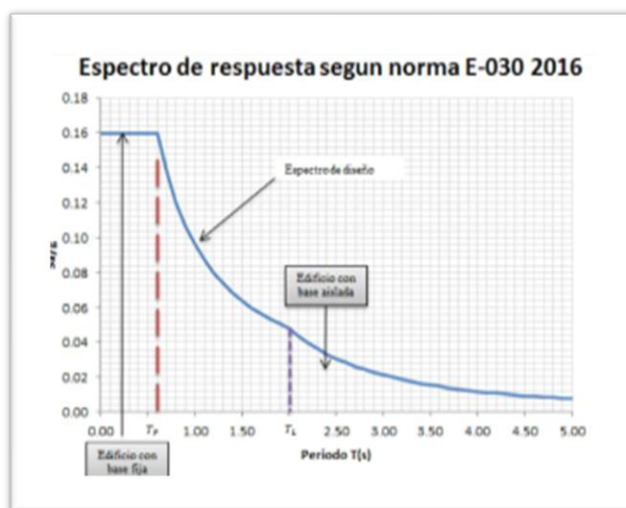
Tabla 4*Clase de la disposición estructural*

CT = 60 Para todos los muros de mampostería, hormigón armado doble, estructurales y de ductilidad limitada

Nota. Código, E.030, NTP

3.3.5.5. Coeficiente (C)

Utilice la terminología de la E-030 – 2018 para determinar (C). Consulte el punto 14 para consultar las frases. Al examinar las características del sitio, se utilizará el tiempo "T", especificado por el sitio, para el cálculo.

Figura 14*Espectro de amplificación sísmica*

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

3.3.5.6. Coeficiente de Amplificación Sísmica

Se desarrollará a partir de las condiciones planteadas de la norma, para lo cual aplicaremos las siguientes condiciones planteadas:

$$T < T_p$$

Así:

$$C = 2.5$$



3.3.5.7. Coeficiente de usos e importancia

La importancia sumada a los demás parámetros sísmicos. Se define según la importancia de uso de una edificación y estos están categorizadas según el código E.030 de la norma sísmica.

Tabla 5

Clasificación de la categoría de las edificaciones y variante "U"

| CLASE | DETALLES | VARIANTE "U" |
|---|---|-------------------|
| A Edificaciones Esenciales | A1: Las instituciones de segundo y tercer nivel son aquellas que se hallan bajo la jurisdicción de las leyes que se hallan en ejecución. Estos establecimientos incluyen tanto establecimientos médicos públicos como privados que brindan servicios médicos. | Ver nota 1 |

Nota. Código, E.030, NTP

3.3.5.8. Clase del plan estructural

Un factor de uso unitario ($U = 1$) determinará la clasificación sísmica. La inclusión de componentes de aislamiento sísmico en las cimentaciones de edificios de nueva ejecución de tipo A1 en las sísmicas zonas 4 y 3 es un ejemplo de ello, con el cual se tomará en cuenta para la selección del factor de uso, que será uno de los datos para realizar los cálculos iniciales.

3.3.5.9. Ajustes del sistema estructural

La E.031 sobre la implementación de dispositivos de aislamiento tecnológico, donde esta norma establece los requerimientos mínimos para que sean implementados, con el que busca garantizar una respuesta sísmica con un buen desempeño estructural ante amenazas sísmicas buscando la regularidad de estos sistemas para que puedan cumplir con la E.030.



3.4. Disposiciones límites para el modelo estructural

A continuación, se muestra un resumen de los parámetros límites considerados para realizar el análisis del modelo estructural.

Tabla 6

Especificaciones Límites

| Condiciones Límites | |
|---------------------|------|
| Z = | 0.35 |
| C = | 2.5 |
| U = | 1.00 |
| R = | 4.5 |
| S = | 1.15 |

Nota. Elaboración del tesista.

Acorde con E.030.

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

3.5. Pasos para el análisis estático del sistema con base fija

3.5.1. Modelado y descripción del sistema estructural

- Se ha iniciado la planificación de un centro de salud privado con 215,4789 metros cuadrados por planta. Los preparativos continúan.
- Para el modelado del sistema, se brindan detalladas descripciones de las secciones de los elementos del sistema estructural. Ambas descripciones se incluyen. Las piezas constan de varias partes. Los componentes comprenden elementos de marco de vigas y columnas, elementos de muro estructural y de losa, y elementos adicionales de marco de vigas y columnas. Los componentes nervados ayudan a transmitir la carga para obtener los resultados deseados.
- Etabs generó hallazgos utilizando el coeficiente de cortante basal. El uso de la aplicación generó estos patrones.

Figura 15

Disposiciones de peso para el sismo estático

| Load | Type | Self Weight Multiplier | Auto Lateral Load |
|--------------|------------|------------------------|-------------------|
| Dead | Dead | 1 | |
| Dead | Dead | 1 | |
| CV- USO | Live | 0 | User Coefficient |
| SISMO EST XX | Seismic | 0 | User Coefficient |
| SISMO EST YY | Seismic | 0 | |
| CM | Super Dead | 0 | |

Nota. Programa - Etabs 2020 v1.1

Para todo nivel, se asignaron los brazos de rigidez y las fuentes de masa para las posiciones de las losas, junto con los diafragmas.

Estos datos para el cumplimiento de la E.030 ayudarán a analizar la carga sísmica del sistema. Esto demostrará el cumplimiento de esta. El software utiliza elementos finitos, por lo que esta información es necesaria para cálculos adicionales y un estudio de productos más exacta.

Figura 16

Participación de masa para el análisis del modelo estructural

Mass Source Name: PESO SISMICO

Mass Source:

- Element Self Mass
- Additional Mass
- Specified Load Patterns
- Adjust Diaphragm Lateral Mass to Move Mass Centroid by:

This Ratio of Diaphragm Width in X Direction: 0.95

This Ratio of Diaphragm Width in Y Direction: 0.95

Load Pattern Multiplier:

| Load Pattern | Multiplier |
|--------------|------------|
| Dead | 1 |
| (void) | 1 |
| CV- USO | 0.25 |
| (all) | 1 |

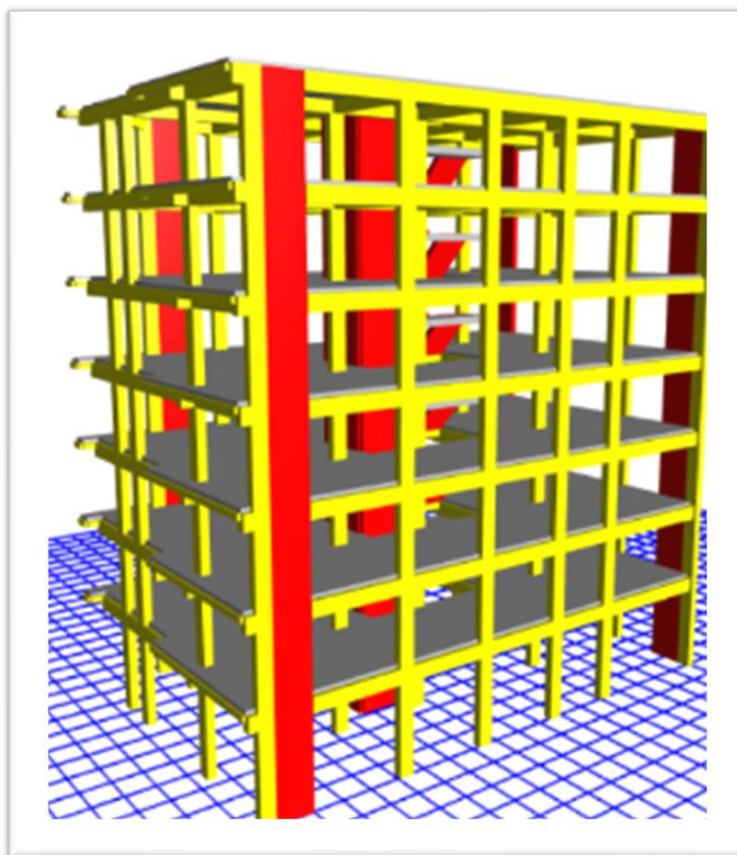
Mass Options:

- Include Lateral Mass
- Include Vertical Mass
- Lump Lateral Mass at Story Levels

Nota. Programa - Etabs 2020 v1.1

Figura 17

Imagen tridimensional del proyecto con base fija



Nota. Programa - Etabs 2020 v1.1

La conformidad con el reglamento de aplicación requiere el cumplimiento de la Tabla 10 de la E-0.30. Los proyectos de Categoría C, ubicados en las Zonas 3 y 4 no podrán presentar irregularidades importantes. Esta proyección se calculará para cumplir con la E.031.

3.6. Comprobación de la consistencia del sistema estructural

3.6.1. Deficiencia de estabilidad – suelo blando

Se operará un coef. de deficiencia I_a igual a 0,75 para las irregularidades de fuerza. Divida la cortante fuerza del suelo entre su desliz relativo para localizar la irregularidad. Se determinará la ubicación de la anomalía. La E.030 define un suelo como irregularidades en los ejes X e Y.



3.6.2. Deficiencia de resistencia - suelo débil

Se desarrolla una diferencia de aguante una vez que la cortante resistencia de una narrativa es inferior al 80 % del nivel inmediatamente superior, independientemente del eje de estudio. Esto se ajusta a la E-030.

3.6.3. Deficiencia de rigidez extrema – suelo blando

Se produce una discordancia de límite firmeza cuando la parte lateral firmeza de un grado es a menores intensidades al 60 % de la inmediata parta superior piso o al 70 % del promedio de los tres pisos adyacentes superiores, según la E-030. Esto puede ser inverso analíticamente. El nexos entre la cortante fuerza del grado y el relativo desliz de la fuente de masas en igualdad de condiciones de carga proporciona una medida equivalente de la firmeza lateral.

3.6.4. Deficiencia límite de resistencia

La deficiencia grave de la resistencia se estudia utilizando un método similar al de la prueba general. Un piso con una cortante resistencia inferior al sesenta y cinco por ciento de la del superior piso presenta una irregularidad significativa de la resistencia del sistema.

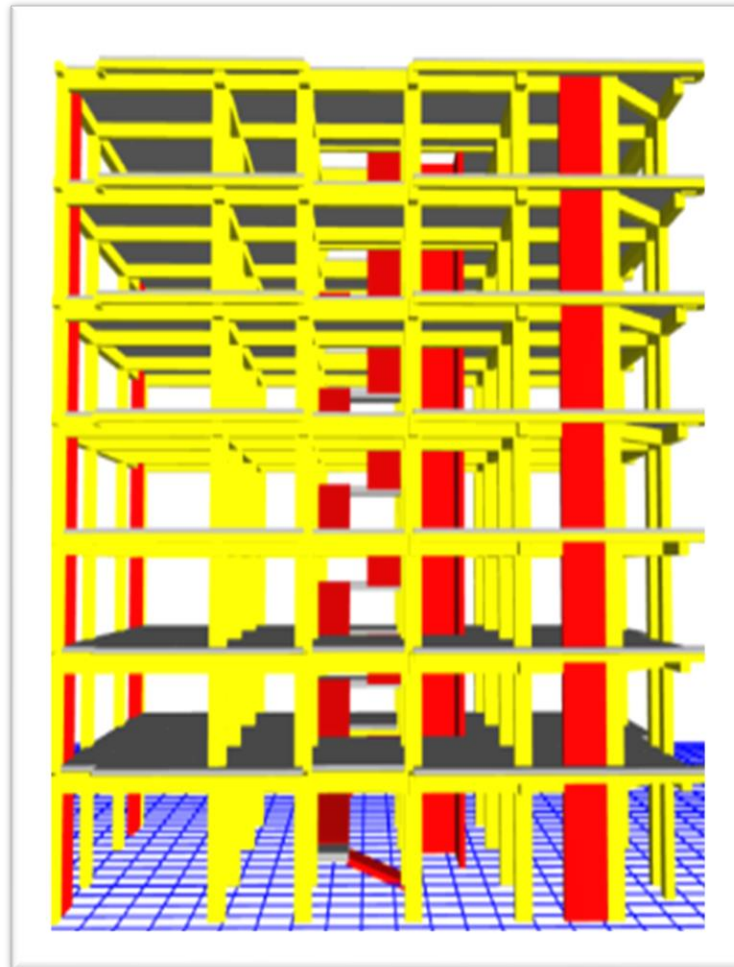
3.6.5. Deficiencia por discontinuidad en los elementos

Conforme a lo dispuesto en la E-030, un plan es irregular si algún componente estructural está desalineado verticalmente y puede soportar más del 10 % de esfuerzo cortante. Esto aplica si el componente puede soportar esfuerzo cortante. Esta desalineación puede deberse a una variación de la orientación o a un desplazamiento del eje superior al 25 % de la dimensión relevante del elemento. Ambas opciones son válidas. Este estudio se centra en una estructura con varios muros estructurales y componentes estructurales verticales continuos de cinco

plantas. Por lo tanto, la discontinuidad robusta de los componentes no causa irregularidades.

Figura 18

Imagen de continuidad de elementos del sistema estructural



Nota. Programa - Etabs 2020 v1.1 Altura en dimensiones frontal (3)

3.6.6. Deficiencia por discontinuidad extrema en el sistema estructural

Según la E.030, se producen irregularidades cuando los discontinuos conformantes resisten más del 25 % de la fuerza cortante. No existen discontinuidades ni anomalías notables en los sistemas de resistencia, ya que no hay discontinuas porciones que aguanten al cortante.



3.6.7. Deficiencia por torsión límite en el sistema estructural en planta

En este punto, se identifica irregularidades torsionales extremas en cualquiera de los ejes analizados cuando el valor es relativo su desliz límite de un nivel extremo pueda exceder en una vez y media el relativo desliz medio del grado homogéneo en situaciones de carga equivalentes. Esto aplica más allá de la perspectiva analítica. Todas las perspectivas analíticas coinciden en que es invariante. Bajo las mismas condiciones, el piso presenta este efecto.

3.6.8. Periodo de vibración del sistema estructural

El periodo del tiempo real esta sujeto al modo de vibración que presentara el modelo estructural de la edificación en análisis.

Tabla 7

Modos de vibración en los 3 modos iniciales

| Modo | Base Fija |
|------|-----------|
| 3 | 0.496 |
| 2 | 0.511 |
| 1 | 0.559 |

Nota. Elaboración del tesista - Etabs.

3.6.9. Cortante Basal (V)

El coeficiente de amplificación sísmica, el exponente del vibratorio lapso del sistema, el peso del elemento y la tensión cortante basal se confirman en la tabla seguida:

Tabla 8

Fuerza de corte en la base en las dos direcciones

| Nombre | Ecc Ratio | Top Story | Bottom Story | C | K | Peso utilizado Ton-f | Base Shear Ton-f |
|------------|-----------|-----------|--------------|----------|--------|-------------------------|---------------------|
| S. E. "XX" | 0.05 | Historia7 | Base | 0.298147 | 1.0294 | 1538.48 | 458.6976 |
| S. E. "YY" | // | // | // | // | // | // | // |

Nota. Elaboración del tesista - Etabs



3.7. Desarrollo del análisis dinámico del modelo de base fija

3.7.1. Especificaciones de la aceleración espectral

Cada eje horizontal se someterá a pruebas modal espectrales dinámicas. Esto cumplirá con las normas de sismorresistente diseño. El espectro de pseudoaceleración inelástica de este tema se determinará mediante la siguiente ecuación.

En nuestro estudio, investigaremos dinámicamente la condición modal espectral Y-Y. Por lo tanto, generaremos espectros modelo con una estándar desviación de ocho.

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

3.7.2. Comportamiento dinámico modal espectral

Con base en los datos de estudio dinámico obtenidos mediante la modal mezcla espectral, es posible construir cualquier estructura. Cualquier edificio puede diseñarse con esta técnica.

Este estudio examina la interacción masa-rigidez del sistema sin restricciones. Mientras la masa se mueve, la rigidez resiste la deformación lateral. Esto cumple con nuestras técnicas normas de estructuras sismorresistentes. El análisis vertical requiere un espectro de dos tercios del espectro horizontal. El espectro completo se utiliza para orientaciones horizontales.

Según la E 0.31, los valores de C se limitan a períodos cortos ($T < 0,2 T_p$). Esta es una limitación regional. El coeficiente sísmico para estas variables se calculará mediante la siguiente ecuación. El sismo de diseño completo se aplicará en el eje de estudio, mientras que el 30% se aplicará ortogonalmente. U1 representa el eje X-X y U2 el eje Y-Y entre ellos. Ambas rutas conectan los dos emplazamientos. Cumplimos con los requisitos de la E.0.30.



3.7.3. Resumen de los límites para el modelo dinámico

En la siguiente tabla se puede apreciar el resumen de los límites del análisis dinámico realizado al modelo estructural de una edificación de concreto sometido a un espectro de aceleraciones.

Tabla 9

Límites máximos para el modelo dinámico

| DISPOSICIÓN DE LAS CONDICIONES | |
|--------------------------------|------|
| Z = | 0.35 |
| C = | 2.5 |
| U = | 1 |
| S = | 1.15 |
| R = | 4.5 |
| TL = | 2.0 |
| TP = | 0.6 |

Nota. Elaboración del tesista – E.030, NTP

Tabla 10

Espectro de aceleración (Pseudo) SD R igual a 4.5, para el modelo

| Lapso | Coef. de Sísmica Amplificación | Sa = (ZUCS / R) |
|---------|--------------------------------|-----------------|
| T (seg) | C | Sa |
| .00 | 2.5 | 0.2236111 |
| .05 | 2.5 | 0.2236111 |
| .10 | 2.5 | 0.2236111 |
| .15 | 2.5 | 0.2236111 |
| .20 | 2.5 | 0.2236111 |
| .25 | 2.5 | 0.2236111 |
| .30 | 2.5 | 0.2236111 |
| .35 | 2.5 | 0.2236111 |
| .40 | 2.5 | 0.2236111 |
| .45 | 2.5 | 0.2236111 |
| .50 | 2.5 | 0.2236111 |
| .55 | 2.5 | 0.2236111 |
| .60 | 2.5 | 0.2236111 |
| .65 | 2.309 | 0.2064103 |
| .70 | 2.144 | 0.1916667 |
| .75 | 2.001 | 0.1788889 |
| .80 | 1.876 | 0.1677083 |
| .85 | 1.764 | 0.1578431 |
| .90 | 1.668 | 0.1490741 |
| .95 | 1.579 | 0.1412281 |
| 1.00 | 1.500 | 0.1341667 |

Nota. Elaboración del tesista – E.030, NTP

Figura 19

Espectro De Pseudo Aceleración

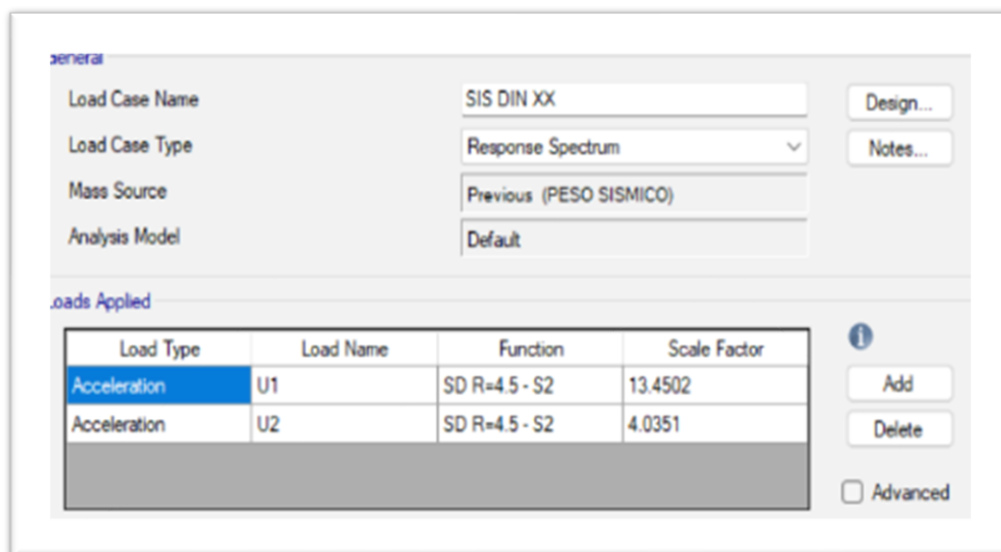


Nota. Programa - Etabs 2020 v1.1

El sismo de diseño completo se aplicará en el eje de estudio, mientras que el 30% se aplicará ortogonalmente. U1 representa el eje X-X y U2 el eje Y-Y entre ellos. Ambas rutas conectan los dos emplazamientos. Cumplimos con los requisitos del código E.0.30 de la N.T.P.

Figura 20

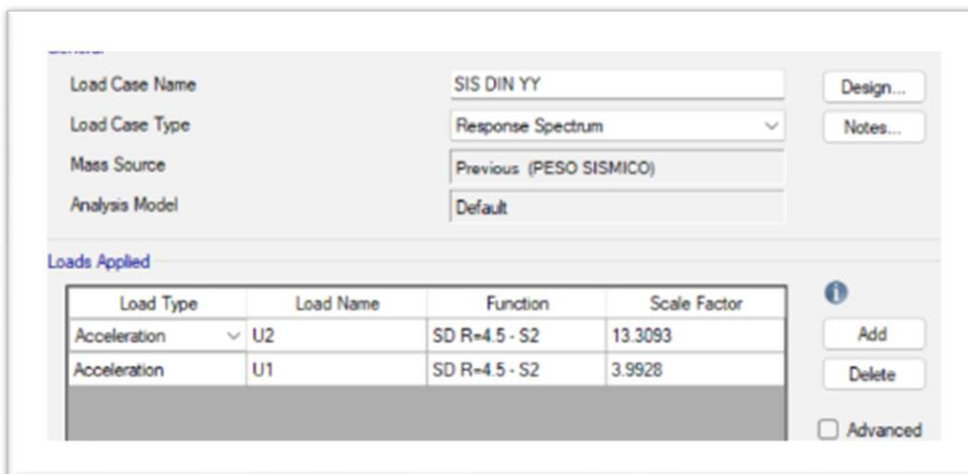
Ejecución escalonado del sismo en el sentido "X-X"



Nota. Programa - Etabs 2020 v1.1

Figura 21

Ejecución escalonada del sismo en el sentido "Y-Y"



Nota. Programa - Etabs 2020 v1.1

3.7.4. Energía de corte mínima

Según lo indicado en el Artículo 25, el 90% del valor evaluado corresponde a proyectos atípicos y el 80% a edificios regulares.

Tabla 11

Fuerzas cortantes del modelo del análisis estático

| ANÁLISIS ESTÁTICO - SÍSMICO | | | | |
|-----------------------------|-------------|-----------|----------------|----------------|
| Historia | Output Case | Ubicación | V - X Ton-f | V - Y Ton-f |
| 1 | S. E. (XX) | Inferior | -221.6941 | 0 |
| // | // //YY | // | 0 | -221.6941 |

Nota. Elaboración del tesista – Etabs 2020 v1.1

Tabla 12

Energía de corte primario del análisis dinámico

| PRIMARIO SÍSMICO ANÁLISIS DINÁMICO | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------------|----------------|
| Historia | Output Case | Ubicación | V - X Ton-f | V - Y Ton-f |
| 1 | S. D. (XX) | Inferior | 267.6430 | 84.5521 |
| // | // //YY | // | 83.7362 | 270.4764 |

Nota. Elaboración del tesista – Etabs 2020 v1.1

3.7.5. Verificación de cortante mínima

Mediante la siguiente condición se puede verificar el cortante mínimo que actúa sobre un modelo estructural, sometido a acciones sísmicas, para evaluar el comportamiento estructural, con las condiciones de los parámetros sísmicos establecidas en el código E.030 de la N.T.P.

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

La estructura investigada incumple el criterio de esfuerzo cortante mínimo a pesar de su regularidad asumida. Por lo tanto, se ajustará en 1,37 en X-X y 1,36 en Y-Y para satisfacer el esfuerzo cortante mínimo. Para garantizar su idoneidad, se realizará este ajuste. Si no se cumple la condición, se deberá modificar y añadir un elemento de relación.

Tabla 13

Último análisis dinámico sometido a sismo en condición aceptable

| ÚLTIMO ANÁLISIS DINÁMICO SÍSMICO | | | | |
|----------------------------------|----------------|-----------|----------|----------|
| Historia | Caso de salida | Ubicación | V - X | V - Y |
| | | | Ton-f | Ton-f |
| 1 | XX | Bottom | 366.9569 | 115.9258 |
| // | // YY | // | 113.6057 | 366.9581 |

Nota. Elaboración del tesista – Etabs 2020 v1.1

3.7.6. Tipo de sistema estructural de la edificación

El cortante del sistema estructural, conformado por los elementos de concreto sometido a una serie de cargas, nos a brindado estimar los siguientes resultados, que se muestran a continuación, donde el sistema estructural elegido para este análisis es conformado por muros estructurales.

Tabla 14*Fuerzas cortantes en pórticos*

| Elem. de la estructura | (E.030) | | | | Verificación (DX, DY) |
|------------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|--|
| | X | | Y | | |
| | V _X (Tonf) | V _X (%) | V _Y (Tonf) | V _Y (%) | |
| Columnas | 30.62 | 13.27% | 46.96 | 20.35% | DX: Muros Estructurales DY: Muros Estructurales |
| Placas | 200.15 | 86.73% | 183.81 | 79.65% | |
| Total | 230.77 | 100% | 230.77 | 100% | |

Nota. Elaboración del tesista – Etabs 2020 v1.1

3.7.7. Control de desplazamientos admisibles - derivas

Conforme a la RNE, los deslizamientos laterales del modelo con materiales convencionales se calculan multiplicando los resultados de la evaluación elástica lineal por 0,75 R. Esto se realiza tras ajustar los datos a las presiones sísmicas. Esta sesión abordará las estructuras clásicas. Esta tesis demuestra que la construcción de muros estructurales requiere límites de distorsión narrativa. Los límites datos para sistemas de armado hormigón para la función indicada se detallan en una tabla que se muestra la literatura de la norma. Una vez que la estructura de categoría A. sujeto cumple los criterios, se instalan la interfaz de aislamiento y los dispositivos.

3.8. Modelado y análisis de la estructura con base separada

- La arquitectura del sistema añadirá la interfaz de aislamiento. Una cimentación sólida soportará los capiteles, las vigas de conexión y una losa rígida en esta interfaz. Antes de la finalización del proyecto, se repetirá la evaluación de los modelos dinámico y estático. Esto verifica que la respuesta dinámica del sistema cumpla con la E.0.31. Para garantizar el aislamiento sísmico, se realizará esto. El factor de zona (Z) debe incrementarse en un 150 % para cumplir con la E.031, que requiere modelado utilizando el espectro máximo de diseño (ECM).



- Muchos autores recomiendan 0,70 metros de elevación, 1 m de largo y 1 m de ancho para los capiteles.

3.8.1. Coeficientes para el análisis dinámico para el modelo con $R=1$

El resumen de estos coeficientes límites, para desarrollar el análisis dinámico se muestra a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 15

Coeficientes para el análisis dinámico de la estructura

| COEFICIENTES LÍMITES | |
|----------------------|------|
| Z = | 0.35 |
| C = | 2.5 |
| U = | 1 |
| S = | 1.15 |
| R = | 1 |

Nota. Elaboración del tesista – E.030, NTP

Tabla 16

Espectro de pseudo aceleración SMC $R=1$

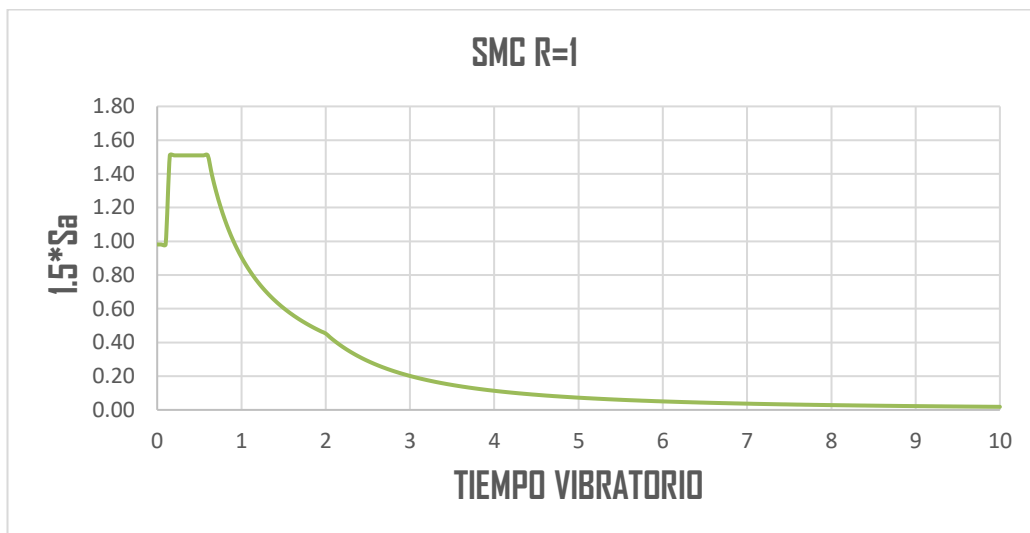
| Lapso T (seg) | Coef. de Sísmica Amplificación "C" | SMC de $1.5 \times ZUCS/R$ |
|---------------|------------------------------------|----------------------------|
| .05 | 1.625 | .9810938 |
| .10 | 1.625 | .9810938 |
| .15 | 2.500 | 1.5093750 |
| .20 | 2.500 | 1.5093750 |
| .25 | 2.500 | 1.5093750 |
| .30 | 2.500 | 1.5093750 |
| .35 | 2.500 | 1.5093750 |
| .40 | 2.500 | 1.5093750 |
| .45 | 2.500 | 1.5093750 |
| .50 | 2.500 | 1.5093750 |
| .55 | 2.500 | 1.5093750 |
| .60 | 2.500 | 1.5093750 |
| .65 | 2.308 | 1.3932692 |
| .70 | 2.143 | 1.2937500 |
| .75 | 2.000 | 1.2075000 |
| .80 | 1.875 | 1.1320313 |
| .85 | 1.765 | 1.0654412 |

| | | |
|------|-------|-----------|
| .90 | 1.667 | 1.0062500 |
| .95 | 1.579 | .9532895 |
| 1.00 | 1.500 | .9056250 |

Nota. Elaboración del tesista – E.030, NTP

Figura 22

Espectro de pseudo aceleración R=1



Nota. Código E.030, NTP

Figura 23

Disposición del sismo en el sentido X

| Load Type | Load Name | Function | Scale Factor |
|--------------|-----------|----------|--------------|
| Acceleration | U1 | SMC R=1 | 9.81 |
| Acceleration | U2 | SMC R=1 | 2.943 |

Nota. Elaboración del tesista – Etabs 2020 v1.1

Figura 24

Disposición del sismo en el sentido Y

| Load Type | Load Name | Function | Scale Factor |
|--------------|-----------|----------|--------------|
| Acceleration | U2 | SMC R=1 | 9.81 |
| Acceleration | U1 | SMC R=1 | 2.943 |

Nota. Elaboración del tesista – Etabs 2020 v1.1

3.8.2. Condiciones de peso para el aislador de interfaz

La masa del sistema subirá debido a un mejor aislamiento o interfaz. Esto se debe a que el nivel cuenta con una losa sólida, vigas de conexión y capiteles.

Tabla 17

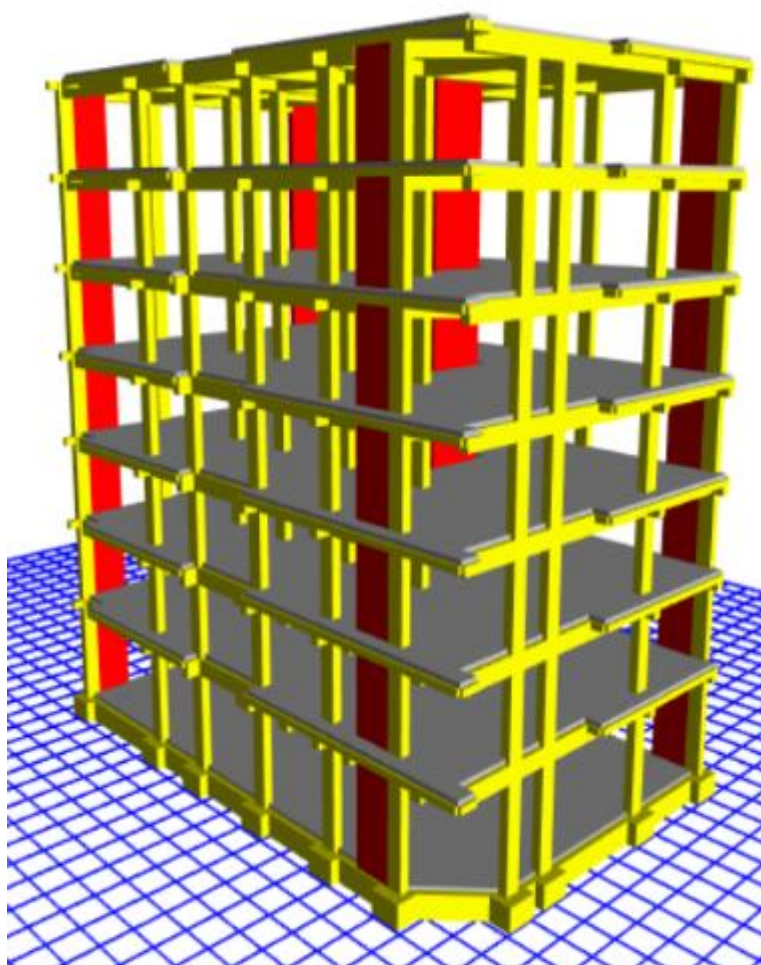
Masas sísmicas para el modelo con aislamiento

| CONDICIONES DE PESO | PESO Ton-F |
|---------------------|------------|
| P. S. | 1570.3653 |
| C. V. | 297.1453 |
| C. M. | 1496.079 |

Nota. Elaboración del tesista – E.030, NTP

Figura 25

Sistema estructural con dispositivo de aislamiento



Nota. Elaboración del tesista – Etabs 2020 v1.1



3.8.3. *Combinación de cargas*

La E-031, sección 12.1, exige la evaluación de la combinación de cargas y enfatiza su importancia. Debido a las tensiones laterales estructurales, no estructurales y sísmicas, el aislante experimenta esto.

a) Peso medio vertical: $1,0 \text{ CM} + 0,5 \text{ CV}$

b) Peso Límite Vertical: $1,0 (\text{CSH} + \text{CSV}) + 1,25 (\text{CV} + \text{CM}) + 0,2 \text{ CN}$

c) Peso Mín. vertical: $0,9 \text{ CM} - 1,0 (\text{CSV} + \text{CSH})$

3.8.4. *Carga sísmica horizontal*

Considerada bajo la siguiente expresión matemática para realizar su cálculo, bajo las condiciones de carga a las que estará sometida.

$$\text{CSH} = \frac{\text{ZUCS}}{\text{R}} \times \text{Ps}$$

3.9. **Características físicas de los aisladores**

Los bujes de caucho HDRB soportarán una carga de diseño promedio durante todo el proyecto. Las propiedades nominales de estos elementos se examinarán en la siguiente sección para facilitar el diseño y el análisis.

3.9.1. *Estándares de Modelo*

Los límites máximos del modelo se resumen en el siguiente contenido de la tabla que a continuación se muestra donde los valores para el redimensionamiento permitirán seleccionar el dispositivo que más se adecue a estos tipos de sistemas estructurales.

Tabla 18*Redimensionamiento de los dispositivos de aislamiento*

| Límites De Modelo | | |
|--|----------------|--------------|
| Especificación | Siglas | Valor |
| Variante de Zona | Z | 0.35 |
| Variante de sísmica reducción– b. sujeta | R | 4.5 |
| Variante de Sísmica reducción | C | 2 |
| Variable de Uso | U | 1 |
| T. B. sujeta z (3) | T _z | 0.496 |
| T. B. sujeta y (2) | T _y | 0.511 |
| T. B. sujeta x (1) | T _x | 0.559 |
| T. Corto | T _P | 1 |
| Variante de Superficie | S | 1.15 |
| T. Largo | T _L | 0.6 |
| Perfil de Superficie | S2 | Intermedio |
| Variante de sísmica reducción– b. separada | R | 1 |

Nota. Elaboración del tesista – E.030, NTP

3.9.2. Condición SaM

Condición establecida para el análisis y diseño de estructuras de concreto con dispositivos de aislamiento.

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

Para el diseño sismorresistente, la E.030 define Z, U y S.

La E.030 para aislados sistemas requiere un coef. U seguido en la ejecución.

3.9.3. Desplazamiento traslacional

La E.031 requiere un diseño de aislamiento sísmico que pueda soportar el deslizamiento máximo, DM, dado por las restricciones de calidad superior e inferior, dentro del alcance de la reacción horizontal más importante, estimada mediante la fórmula 6, establecida en la literatura de la norma sísmica, para evaluar el

comportamiento sísmico de sistemas estructurales con materiales convencionales en condiciones de carga sísmica.

3.9.4. Características físicas del dispositivo de aislamiento

Emplearemos condiciones de una deformación cortante de 1,5 y un módulo de corte igual a 0,8 MPa para obedecer a la E-031. Los reglamentos de ciertas empresas fabricantes de productos determinan sus criterios de evaluación.

Tabla 19

Características físicas del dispositivo de aislamiento

| CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL DISPOSITIVO | | | | | |
|---|--------|--------|-------|--------|--|
| Descripción | Valor | Unidad | Valor | Unidad | |
| DM = | 339.38 | mm | 0.35 | m | |
| DTM = | 392.94 | mm | 0.38 | m | |
| TM = | 3.50 | Sg | 3.50 | Sg | |
| CARGA EN ELEMENTO A (centro) | 135.31 | Tn | 0.14 | Mpa.m | |
| DEFORMACION POR CORTE | 1.5 | ---- | 1.5 | --- | |
| MODULO DE CORTE CAUCHO NORMAL | 0.80 | Mpa | 0.80 | Mpa | |

Nota. Elaboración del tesista – E.030, NTP

3.9.4.1. Estabilidad horizontal del dispositivo Keff

La estabilidad del sistema estructural se determinará a partir de la siguiente expresión matemática.

$$k_h = P_{Umáx} x \left(\frac{2\pi}{T_M} \right)^2$$

3.9.4.2. Altura de caucho del elemento (H_r)

Se asume que el valor de γ es del ciento cincuenta por ciento. Esto se debe a la correlación entre el desliz del modelo y la elevación del elemento. Esto será parecido a la deformación cortante directa, relevante para el proyecto.

3.9.4.3. Diámetro del dispositivo de aislación (A)

Se tomo los siguientes aspectos para su definición:

- Primer acercamiento del diámetro del aislante (D_1)

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

3.10. Resumen de las condiciones físicas

El resumen de las características de los elementos de aislamiento, está dado en la siguiente tabla, del dispositivo seleccionado para el desarrollo del modelamiento del sistema estructural. Seleccionado a partir del material con el que cuenta este dispositivo de aislamiento.

Tabla 20

Especificaciones físicas del dispositivo de aislamiento

| FÍSICOS RASGOS DEL ELEMENTO AISLATIVO | | |
|---------------------------------------|-----------|----------------|
| DETALLES | CLASE HDR | UND |
| % DE AMORTIGUACIÓN | 0.15 | ---- |
| ELEVACIÓN DE CAUCHO | 0.23 | m |
| PESO EN AGENTE A | 135.31 | Tn |
| HORIZONTAL RIGIDEZ DEL AGENTE | 0.44 | Mpa.m |
| NÚMERO DE AISLANTES HDRB | 25 | Unidades |
| AREA DEL DISPOSITIVO | 0.12 | m ² |
| FINAL DESLIZ MÁX. | 0.39 | m |
| MODULO DE CORTE | 0.80 | Mpa |
| MÁX DESLIZ | 0.34 | m |
| DIAMETRO DEL AISLANTE | 0.40 | m |

Nota. Elaboración del tesista – E.030, NTP

Queremos seleccionar equipos de aislamiento sísmico que coincidan con nuestras evaluaciones. Revisaremos los catálogos de equipos de sísmico aislamiento.

Nuestro conocimiento de los físicos rasgos inherentes del agente puede ayudarnos a lograrlo para seleccionar el más adecuado, donde se aplicará el dispositivo tipo TDRI-550-NM-175, considerado para este análisis.

3.11. Características mecánicas del dispositivo de aislamiento

Se resumen en la siguiente tabla considerando el tipo de aislador seleccionado, con sus características mecánicas establecidas.

Tabla 21

Especificaciones mecánicas del elemento de aislación

| MECÁNICOS RASGOS DE LOS AISLADORES | | |
|---------------------------------------|--------|-----------------|
| CATALOGO TENSA | UNIDAD | TDRI-550-NM-175 |
| Diámetro | mm. | 550 |
| Masa Sísmica Vertical Máx | Kn | 2000 |
| Final elevación añadiendo chapas | mm. | 337 |
| Masa Estático Vertical Límite | Kn | 5700 |
| Dimensión de Chapas | mm. | 600*600 |
| Masa de Diseño Horizontal | mm. | 300 |
| Espesor final de goma | mm | 175 |
| Variante de Forma S | -- | 27 |
| Firmeza Horizontal Efectiva K_{eff} | Kn/mm | 1.09 |
| Vertical Firmeza K_v | Kn/mm | 1320 |
| Desliz modelo | mm. | 292 |

Nota. Elaboración del tesista – CATALOGO TENSA

3.12. Condiciones de cargas dinámicas de los aisladores

Para definir las características mecánicas de los dispositivos de aislamiento se comprobarán a partir de las siguientes expresiones matemáticas, bajo condiciones de cargas dinámicas.

- Firmeza del dispositivo de aislamiento:

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

- Distribuida Energía E. Ciclo

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

- Propia Fuerza Q ,

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

- Primer acercamiento De productos De K_2

$$K_2^A = K_{eff}^A - \frac{Q_A}{D_M}$$

- Primer acercamiento De Productos De Inicial Firmeza K_1

$$K_1^A = 10K_2^A$$

- Desliz De Fluencia

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

- Característica energía q .

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

- Primaria Firmeza Del Agente K_1

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

- Eficaz Amortiguación De Todo Aislante

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

Para ver fotografías de la técnica de entrada de datos de nominales atributos del aislador HDRB. Para definir los fundamentales aisladores del software que será utilizado se dispondrá a partir de un equipamiento en la base con dispositivo de aislamiento para aislar el sistema estructural del suelo.

Tabla 22

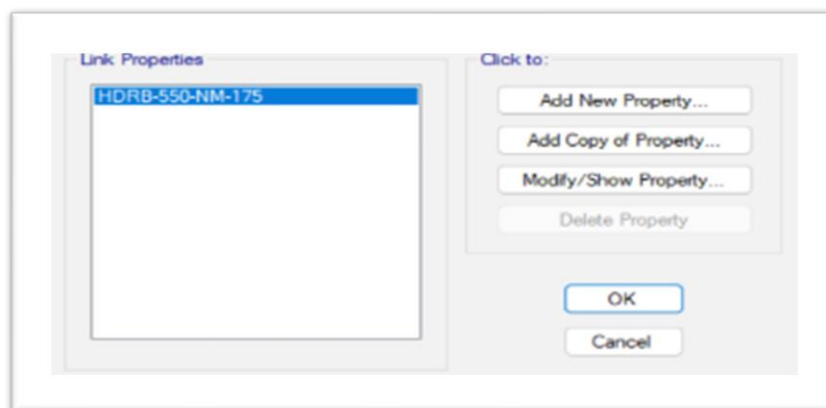
Condiciones nominales de los elementos de aislación clase (HDRB)

| NOMINALES RASGOS DE LOS AISLATIVOS ELEMENTOS HDRB | | | |
|---|-------|-----------|----------------------|
| Clase de Aislador | NOM. | Unidades | Dispositivo Tipo HDR |
| Vertical (U1) | | | |
| Fuerza de Fluencia | FY | kn | 99.83 |
| Firmeza luego de fluencia | K2 | KN/mm | 0.82 |
| Nexo R. Inic/R. Post | K1/K2 | ratio | 0.096 |
| NO LINEALES RASGOS (U2, U3) | | | |
| Amortiguación Efectiva | C | kn.seg/mm | 0.06 |
| Eficaz Firmeza Lineal | KEEF | KN/mm | 1.09 |
| LINEALES RASGOS (U2, U3) | | | |
| Carga de modelo | | Tn | 135.31 |
| Primaria Firmeza | K1 | KN/mm | 8.59 |
| Disipada Fuerza | WD | Kn.m | 118.33 |
| Catalogo tensa | | | TDRI-550-NM-175 |

Nota. Elaboración del tesista – CATALOGO TENSA

Figura 26

Ingreso de las características de los dispositivos de aislación

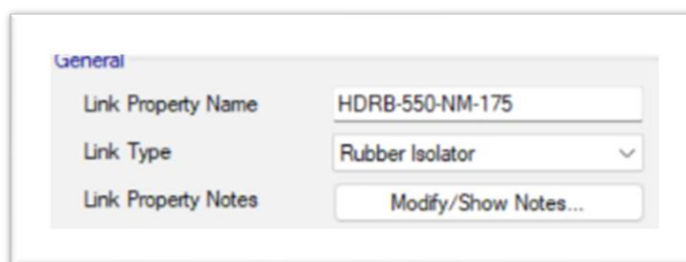


Nota. Elaboración del tesista – Etabs 2020 v1.1

Se considera que, en las direcciones, son U1 para Z, U2 para X y U3 para Y.

Figura 27

Condiciones no lineales del dispositivo de aislamiento



Nota. Elaboración del tesista – Etabs 2020 v1.1

➤ Sentido Vertical (U1)

Figura 28

Características del sentido vertical fijo

| Identification | |
|---------------------|-----------------|
| Property Name | HDRB-550-NM-175 |
| Direction | U1 |
| Type | Rubber Isolator |
| NonLinear | No |
| Linear Properties | |
| Effective Stiffness | 1320 kN/mm |
| Effective Damping | 0 kN-s/mm |

Nota. Elaboración del tesista – Etabs 2020 v1.1

➤ Características de las Condiciones Lineales y No Lineales (U2, U3)

Figura 29

Características de las condiciones no lineales (U2, U3)

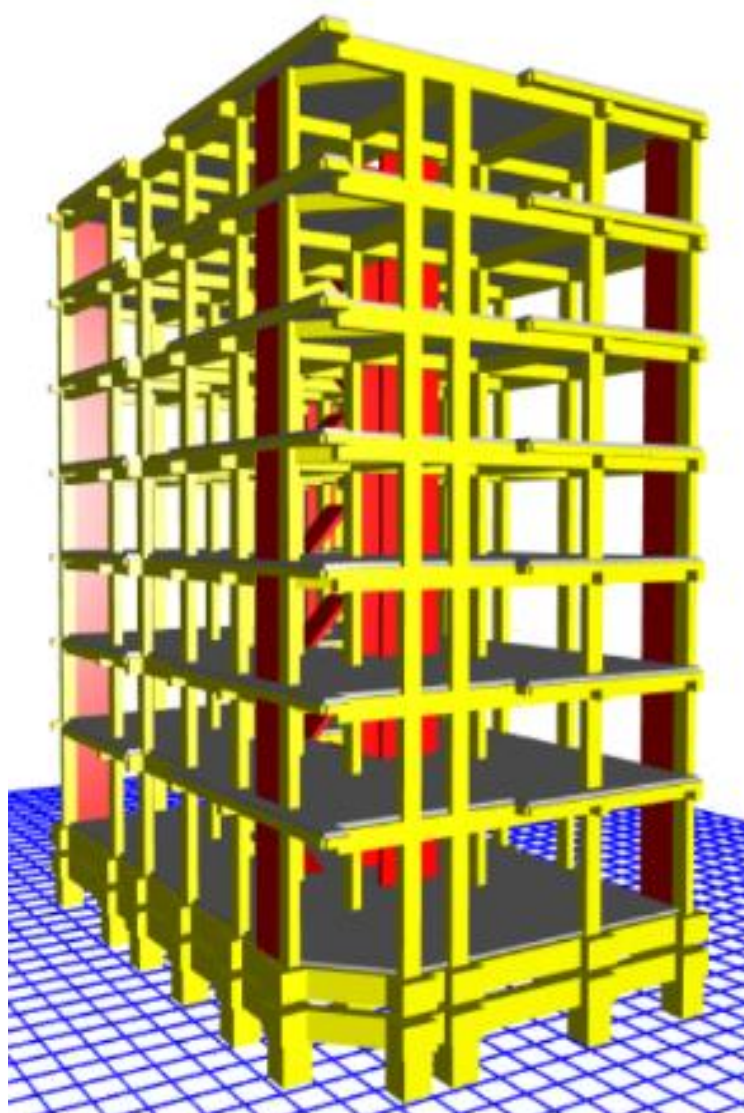
| Identification | |
|----------------------------|-----------------|
| Property Name | TDRI-550-NM-175 |
| Direction | U2 |
| Type | Rubber Isolator |
| NonLinear | Yes |
| Linear Properties | |
| Effective Stiffness | 1.09 kN/mm |
| Effective Damping | 0.06 kN-s/mm |
| Shear Deformation Location | |
| Distance from End-J | 0 mm |
| Nonlinear Properties | |
| Stiffness | 8.59 kN/mm |
| Yield Strength | 99.83 kN |
| Post Yield Stiffness Ratio | 0.096 |

Nota. Elaboración del tesista – Etabs 2020 v1.1

La ejecución con mecánicos rasgos expresa un modelo tridimensional. La interfaz de y los dispositivos de aislamiento HDRB mezclados al sistema se añaden aquí. Seguidamente, se visualiza la ilustración del modelo matemático del sistema estructural seleccionado, que será sometido a una combinación de cargas y espectros de aceleración sísmica.

Figura 30

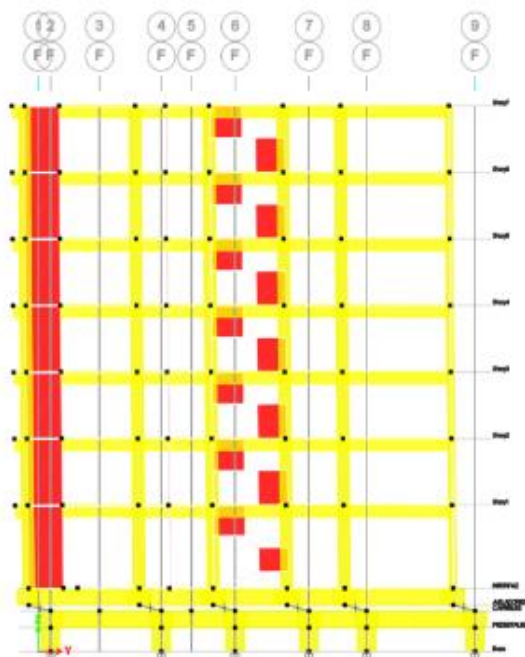
Modelo estructural con dispositivo de aislamiento



Nota. Elaboración del tesista – Etabs 2020 v1.1

Figura 31

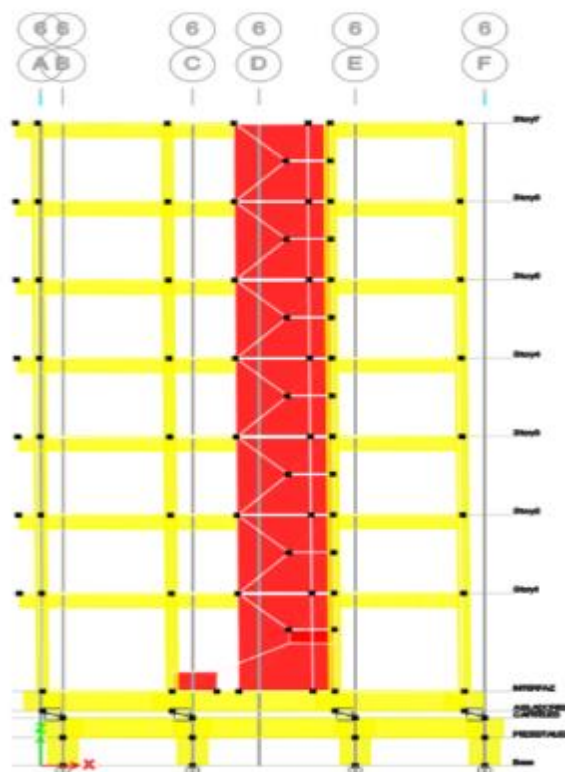
Primer modo de deslizamiento



Nota. Elaboración del tesista – Etabs 2020 v1.1

Figura 32

Segundo modo de deslizamiento



Nota. Elaboración del tesista – Etabs 2020 v1.1

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Periodos y masa participativa

Se presentan los resultados de los modos de vibración y las masas que participan en el modelo estructural.

4.1.1. Masa actuante del sistema estructural con base fija

Tabla 23

Modos de vibración y porcentaje de masa participativa

| MASA QUE PARTICIPA PLAN SUJETO | | | | | |
|--------------------------------|------|----------------|-------------|---------------|---------------|
| Caso | Modo | Periodo (Seg.) | (U-X) | (U-Y) | (R-Z) |
| Modo | 1 | .56 | .7580 | .0050 | .0050 |
| | 2 | .509 | .0000 | .4387 | .3432 |
| | 3 | .500 | .0099 | .3453 | .4401 |
| | 4 | .160 | .1370 | .0025 | .0006 |
| | 5 | .151 | .0031 | .1333 | 2.87E-05 |
| | 6 | .150 | .0009 | .0004 | .1258 |
| | 7 | .080 | .0141 | .0236 | .0057 |
| | 8 | .070 | .0192 | .0197 | .0103 |
| | 9 | .069 | .0181 | 2.62E-06 | .0295 |
| | 10 | .050 | .0021 | .0167 | .0009 |
| | 11 | .050 | .009 | .0034 | .0091 |
| | 12 | .040 | .0123 | 1.45E-05 | .0133 |
| | 13 | .040 | .0002 | .0097 | .0002 |
| | 14 | .030 | .0049 | .0002 | .0037 |
| | 15 | .030 | .0061 | 3.63E-05 | .0071 |
| | 16 | .030 | .0001 | .0041 | 9.37E-06 |
| | 17 | .020 | .0019 | 1.03E-05 | .0022 |
| | 18 | .020 | 5.47E-07 | .0009 | 0 |
| | 19 | .020 | .0005 | 1.92E-06 | .0002 |
| | 20 | .019 | .0023 | 0 | .0037 |
| | 21 | .014 | .0006 | 0 | .0011 |
| TOTAL | | | 100% | 99.99% | 99.97% |

Nota. Elaboración del tesista – Etabs 2020 v1.1

Comprensión del Producto: Para un plan de a. sujeto que alcanza la E-030, se midieron la duración de la vibración y la masa participante vertical y horizontalmente. Se recopilaron estadísticas para la estructura. En los demás ejes, las lecturas son del 100 % en X-X, del 99,99 % en Y-Y y del 99,97 % en Z-Z.

4.1.2. Participación de masa en el sistema estructural con aislamiento separado

Tabla 24

Modos de vibración y % de participación masa con base separada

| MASA ACTUANTE PLAN SUELTO | | | | | |
|---------------------------|------|-------------------|---------------|---------------|---------------|
| Caso | Modo | Periodo (seg.) | (U-X) | (U-Y) | (R-Z) |
| Modo | 1 | 1.805 | .5744 | .1748 | .1890 |
| | 2 | 1.727 | .238 | .691 | .0041 |
| | 3 | 1.525 | .1147 | .0707 | .7307 |
| | 4 | .359 | .0044 | .0002 | - |
| | 5 | .327 | 5.41E-07 | .0017 | .0007 |
| | 6 | .294 | .0001 | .0005 | .0031 |
| | 7 | .133 | .0002 | 0 | 5.94E-05 |
| | 8 | .127 | 0 | 4.93E-06 | 1.93E-06 |
| | 9 | .132 | 0 | 2.01E-06 | .0001 |
| | 10 | .081 | 2.28E-07 | 2.02E-05 | 1.54E-05 |
| | 11 | .068 | 1.28E-06 | 1.83E-05 | 1.09E-06 |
| | 12 | .069 | 5.46E-06 | - | 3.31E-05 |
| | 13 | .047 | - | - | - |
| | 14 | .040 | - | - | - |
| | 15 | .038 | - | - | - |
| | 16 | .030 | - | - | - |
| | 17 | .029 | - | - | - |
| | 18 | .020 | - | - | - |
| | 19 | .019 | - | - | - |
| | 20 | .018 | - | - | - |
| | 21 | .017 | - | - | - |
| TOTAL | | | 93.54% | 93.53% | 92.71% |

Nota. Elaboración del tesista – Etabs 2020 v1.1

Comprensión del Producto: La duración de la vibración y la masa participante para los dos ejes se establecieron según la E-030 para un sistema de cim. seguro. Sin

embargo, solo se calculó un eje. Tres direcciones conforman el total: X-X (93,53 %), Y-Y (93,54 %) y Z-Z (92,70 %).

4.1.3. Tiempo de Vibración

El tiempo de vibración que se obtuvo como resultado, está de acuerdo a los modos de vibración del modelo estructural planteado, en la siguiente tabla se muestra el tiempo de vibración.

Tabla 25

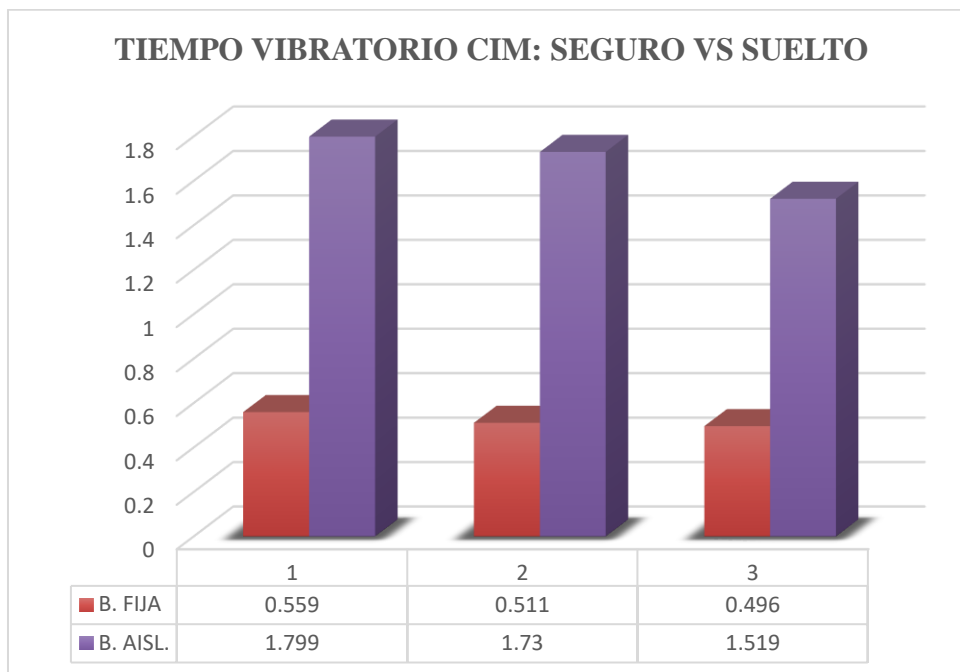
Modo de vibración en la base de cimentación fija y separada

| TIEMPO VIBRATORIO CIM. SEGURO VS SUELTO | | | | |
|---|------|-------|------------|----------|
| Caso | Modo | B. F. | B. A. HDRB | EFECTO % |
| Modal | 1 | 0.561 | 1.798 | 68% |
| | 2 | 0.512 | 1.731 | 71% |
| | 3 | 0.495 | 1.518 | 68% |

Nota. Elaboración del tesista – Etabs 2020 v1.1

Figura 33

Tiempo de vibración en la base de cimentación fijo vs separada



Nota. Elaboración del tesista

Interpretación De Resultados: La ejecución ahora tarda hasta (3) veces más que en edificios con a. seguros. La finalidad es conservar independientes estructuras durante tiempos largos de construcción.

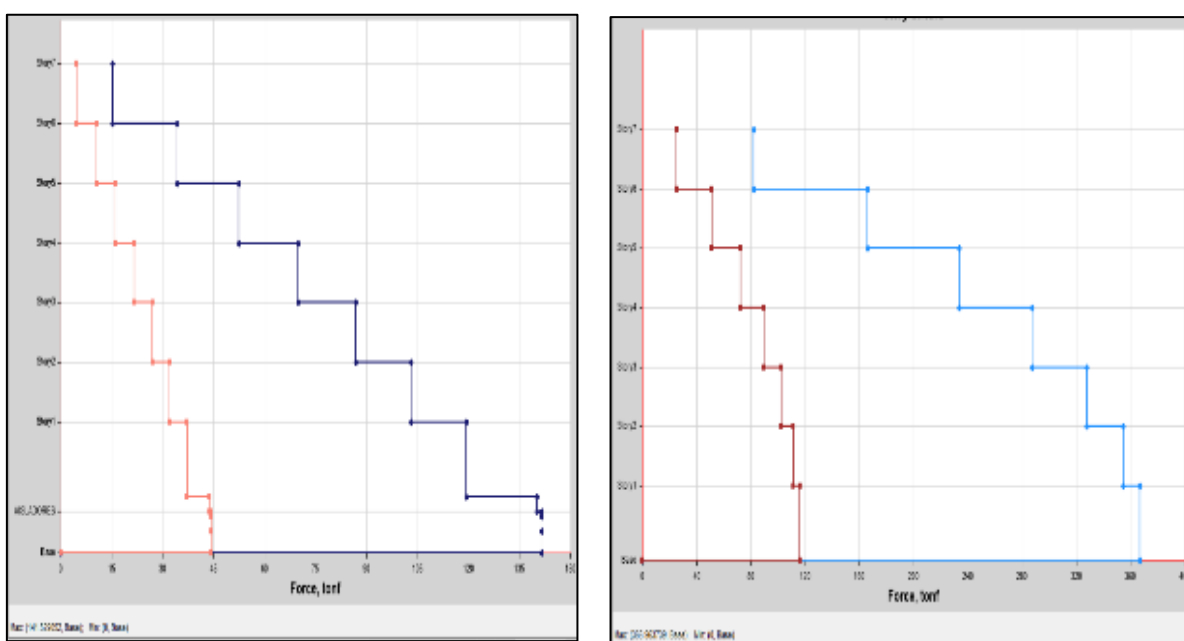
4.2. Energías de corte

Los resultados de las fuerzas cortantes se pueden apreciar para cada condición según los diagramas obtenidos.

4.2.1. Cimiento seguro y separado SMC R de 1 X-X Energías de Corte SD R de 4.5

Figura 34

Fuerzas nominales en la cimentación aislado y fija en X-X, V_x para un SD - R=4.5



Nota. Programa - Etabs v1.1

Tabla 26

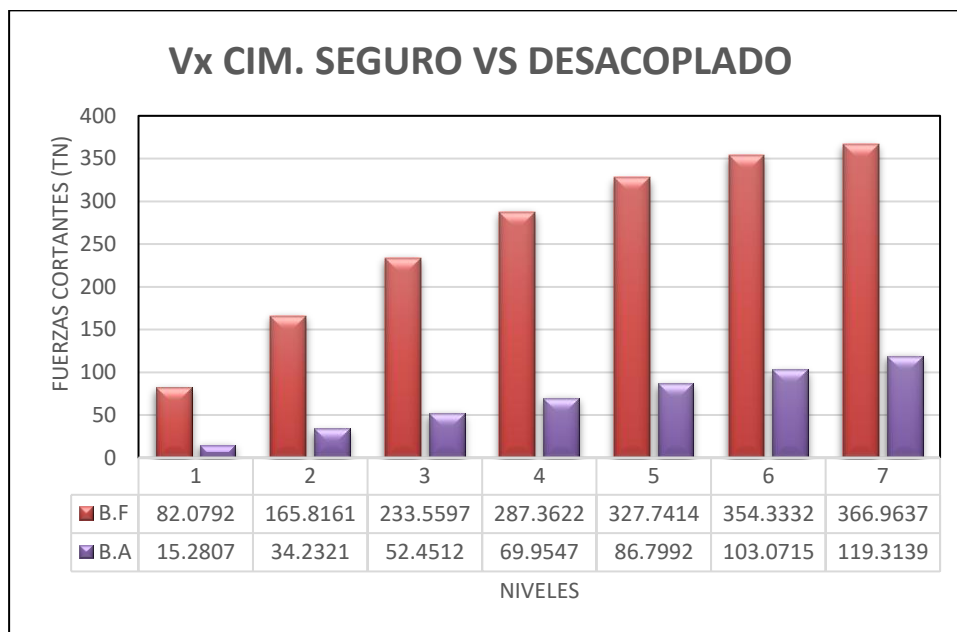
Cortantes nominales en cimiento fijo y aislado - X-X, V_x para un SD - R de 4.5

| ENERGÍA DE CORTE (V_x) - CIM. SEGURO VS SUELTO | | | |
|--|-------------------|-------------------|-------------|
| NIVEL | B. E. V-X "Tn" | B. D. V-X "Tn" | EFECTO % |
| 07 | 82.0800 | 15.2798 | 82% |
| 06 | 165.8155 | 34.2315 | 78% |
| 05 | 233.5603 | 52.4507 | 79% |
| 04 | 287.3619 | 69.9555 | 77% |
| 03 | 327.7407 | 86.8000 | 73% |
| 02 | 354.3328 | 103.0708 | 72% |
| 01 | 366.9641 | 119.3142 | 68% |

Nota. Datos elaborados por el autor – Etabs 2020 v1.1

Figura 35

Cortantes nominales en cimentaciones aisladas y fijas, X-X Vx para un SD- R de 8



Nota. Figura elaborada por el autor

Interpretación De Resultados: La estructura soportada por la cimentación presentó una tensión cortante lím de 366,9637 TN, mientras que el sistema aparte de ella presentó una Vx de 119,3139 TN y una SD-R de 4,5. A diferencia, el sistema con cim. seguro presentó una Vx de 4,5. El sistema sin cimentación presentó una Vx de 119,3139 TN. Esto contradice la afirmación anterior. La comparación entre las organizaciones reveló diferencias. Según el estudio X-X, el nivel básico podría reducirse en un 67 %.

Tabla 27

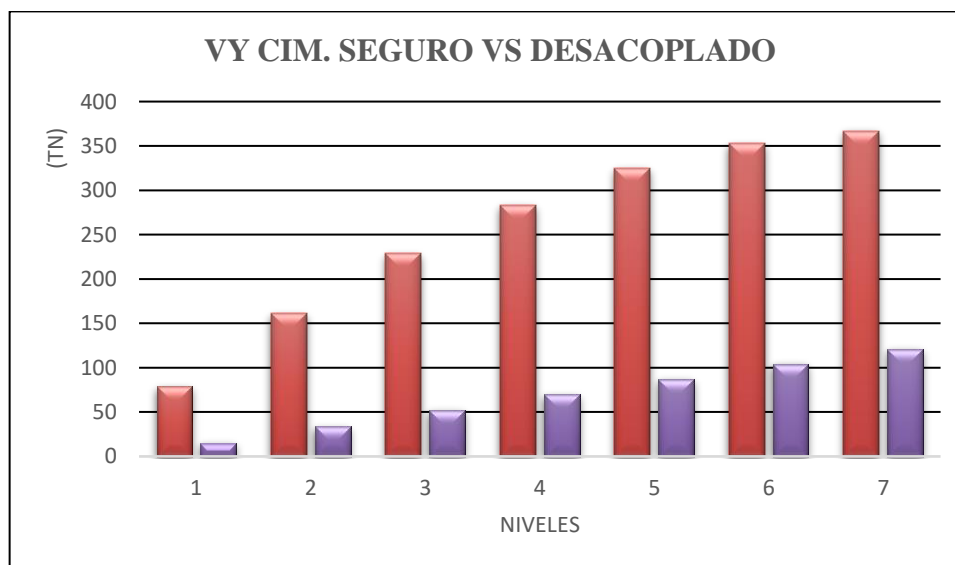
Cimiento aislado y fijo – fuerzas nominales en Y-Y, V_y para un SD-R de 4.5

| ENERGÍA DE CORTE (V_y) - CIM. SEGURO VS DESACOPLADO | | | |
|---|-------------------|-------------------|--------------|
| NIVEL | S. E. V-X "Tn" | S. D. V-Y "Tn" | EFEECTO % |
| 07 | 78.8890 | 14.9670 | 82% |
| 06 | 161.2432 | 33.7669 | 78% |
| 05 | 228.7691 | 52.0591 | 76% |
| 04 | 283.0433 | 69.830 | 76% |
| 03 | 324.5339 | 87.0817 | 74% |
| 02 | 352.7769 | 103.8602 | 72% |
| 01 | 366.9577 | 120.64338 | 68% |

Nota. Elaboración del tesista – Etabs 2020 v1.1

Figura 37

Cimiento aislado y fijo – fuerzas nominales en Y-Y V_y para un SD- R de 4.5



Nota. Elaboración del tesista

Comprensión del Producto: El plan con aislamiento de a. presenta una V_y de 120,6442 TN y una estándar desviación de R de 4,5. Las estructuras con a. seguro pudieron soportar 366,9581 TN, mientras que las estructuras con aislamiento de base pudieron soportar ambas. La base se redujo hasta un 67 % interanual.

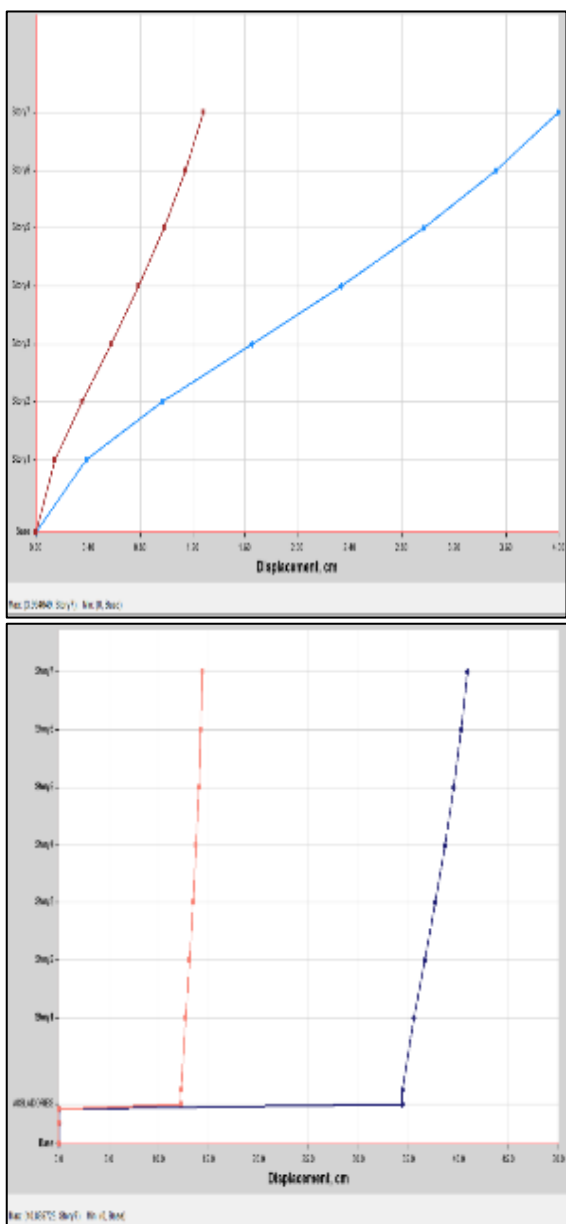
4.3. Deslizamientos determinados

La determinación de los deslizamientos dio como resultados en los siguientes esquemas mostrados a continuación, para evaluar dichos resultados del modelo estructural:

4.3.1. Máximo Deslizamiento SD R=4.5 cim. Fijo Vs SMC R de 1 cim. suelto – X-X

Figura 38

Máximo deslizamiento - SD R de 4.5 cimienta fijo VS SMC R de 1 cimienta separado en X-X



Nota. Programa - Etabs v1.1

Tabla 28

Máximo deslizamiento - SD R=4.5 cimiento fijo VS SMC R de 1 cimiento suelto X-X

| DESPLAZAMIENTO - CIM. SEGURO VS SUELTO "X" | | | |
|---|---------------|---------------|----------------|
| DETALLES | A. E. | A. D. | EFEECTO |
| Historia | X (cm) | X (cm) | % |
| 07 | 3.9946 | 40.8697 | 90% |
| 06 | 3.5173 | 40.2393 | 91% |
| 05 | 2.9663 | 39.5129 | 92% |
| 04 | 2.3352 | 38.6597 | 94% |
| 03 | 1.6516 | 37.6837 | 96% |
| 02 | 0.9683 | 36.6157 | 97% |
| 01 | 0.3863 | 35.5212 | 99% |

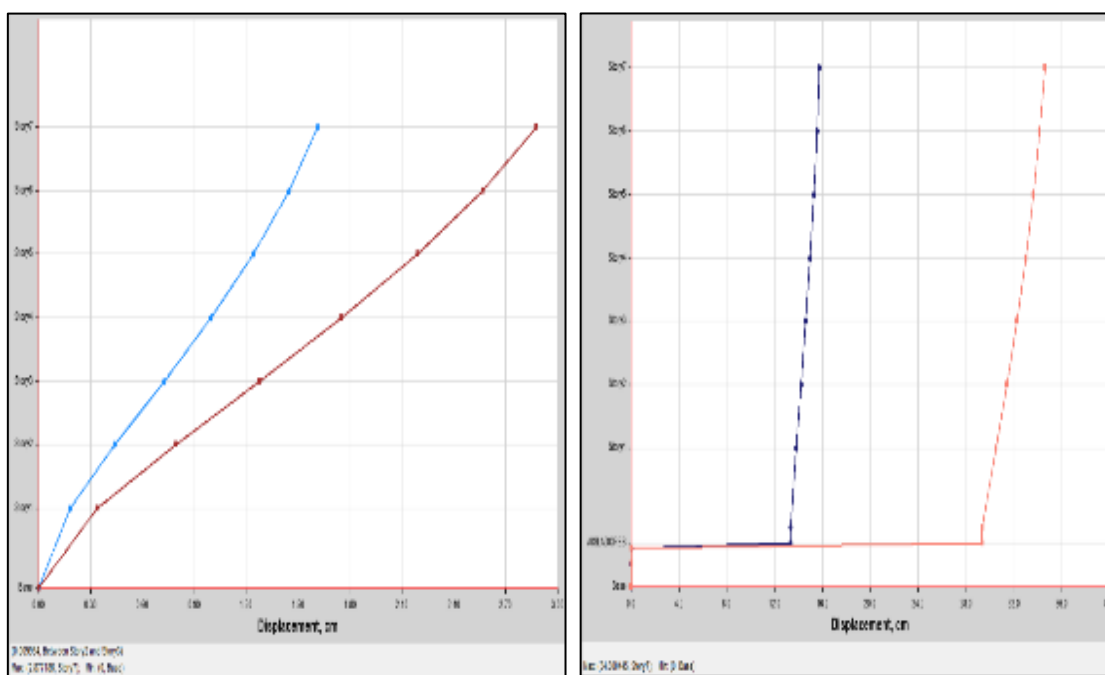
Nota. Elaboración del tesista – Etabs 2020 v1.1

Análisis de Valores Hallados: En el séptimo nivel, el modelado del aislador de base muestra que el desplazamiento máximo de la estructura de cim. seguro es de 3,9946 cm. Desplazamiento máximo concebible. La estructura de cim. aislado puede desplazarse lateralmente 40,8697 cm.

4.3.2. Máximo deslizamiento SD R=4.5 cimiento fijo Vs SMC R de 1 cimiento suelto en Y-Y

Figura 39

Máximo deslizamiento SD R=4.5 cimiento fijo Vs SMC R de 1 cimiento suelto - "Y"



Nota. Programa - Etabs v1.1

Tabla 29

Máximo deslizamiento - SD R de 4.5 cimiento fijo VS SMC R de 1 cimiento suelto Y-Y

| DESLICES - CIM. SEGURO VS SUELTO Y-Y | | | |
|--------------------------------------|--------|---------|---------|
| DETALLES | A. E. | B. D. | EFEECTO |
| Historia | Y "cm" | Y "cm" | % |
| 07 | 2.8772 | 34.6004 | 92% |
| 06 | 2.5676 | 34.1629 | 92% |
| 05 | 2.1924 | 33.6339 | 93% |
| 04 | 1.7532 | 32.997 | 95% |
| 03 | 1.2733 | 32.2504 | 96% |
| 02 | 0.7956 | 31.4052 | 97% |
| 01 | 0.3377 | 30.4758 | 99% |

Nota. Elaboración del tesista – Etabs 2020 v1.1

Entendimiento de Productos: La base de modelo de los aisladores de a. norma que la estructura de cim. seguro puede deslizarse 2,8772 cm en el séptimo nivel. El sistema de cim. aislado puede deslizarse 34,6004 cm en Y-Y. Sin embargo, el sistema no puede absorber este movimiento.

4.4. Resultados de las derivas

Los resultados encontrados de las derivas de entre piso del modelo estructural se aprecia en las siguientes tablas, estos fueron analizados bajo las condiciones de carga y una serie de combinaciones, los que actuaron en el modelo.

4.4.1. Verificación De Derivas Con SD R=4.5 cimiento fijo En El Sentido "X"

Tabla 30

Resultados De Las Derivas Con Sismo, R=4.5 cimiento fijo en el sentido "X"

| DERIVAS DIRECCIÓN "X" | | | | | | | | | |
|-----------------------|-----------|----------------|---------|------------|-------------|-------------|---------------|-------|---------------|
| Grado | Diafragma | Caso | U-X (m) | Altura (m) | D. RELATIVO | D. ELASTICO | D. INELASTICO | E-030 | CONTROL E-030 |
| 07 | 7 | S D "X" Máximo | .033000 | 2.8 | .0040 | .0009 | .0050 | .007 | OK |
| 06 | 6 | | .029040 | 2.8 | .0050 | .0020 | .0048 | .007 | // |
| 05 | 5 | | .024528 | 2.8 | .0048 | .0021 | .0059 | .007 | // |
| 04 | 4 | | .019357 | 2.8 | .0061 | .0018 | .0071 | .007 | // |
| 03 | 3 | | .013739 | 2.8 | .0062 | .0019 | .0073 | .007 | // |
| 02 | 2 | | .008140 | 2.8 | .0052 | .0015 | .0064 | .007 | // |
| 01 | 1 | | .003199 | 3.5 | | | | | |

Nota. Elaboración del tesista – Etabs 2020 v1.1

Tabla 31

Resultados De Las Derivas Con Sismo, R=4.5 cimiento fijo en el sentido "Y"

| DERIVAS DIRECCIÓN "Y" | | | | | | | | | |
|-----------------------|-----------|----------------|---------|------------|-------------|-------------|---------------|-------|---------------|
| Nivel | Diafragma | Caso | U-Y (m) | Altura (m) | D. RELATIVO | D. ELASTICO | D. INELASTICO | E-030 | CONTROL E-030 |
| 07 | 7 | S D "Y" Máximo | .025950 | 2.8 | .0031 | .0009 | .0029 | .007 | OK |
| 06 | 6 | | .023260 | 2.8 | .0029 | .0008 | .0037 | .007 | // |
| 05 | 5 | | .019790 | 2.8 | .0045 | .0020 | .0051 | .007 | // |
| 04 | 4 | | .01603 | 2.8 | .0050 | .0021 | .0048 | .007 | // |
| 03 | 3 | | .01204 | 2.8 | .0038 | .0022 | .0060 | .007 | // |
| 02 | 2 | | .007196 | 2.8 | .0037 | .0020 | .0047 | .007 | // |
| 01 | 1 | | .003101 | 3.5 | | | | | |

Nota. Elaboración del tesista – Etabs 2020 v1.1

Entendimiento del Producto: La E-030 exige que las estructuras con cim. seguros o empotrados tengan derivas máximas en los dos ejes menores a 0,007.

4.4.2. Manejo De Las Derivas Con SD R=1 Cimiento Separado Dirección "X"

Tabla 32

Resultados De Las Derivas Con Sismo De modelo R=1 Cimiento separado sentido "X"

| DERIVAS SENTIDO "X" | | | | | | | | | |
|---------------------|-----------|-------------|---------|------------|-------------|-------------|---------------|-------|---------------|
| Nivel | Diafragma | Caso | U-X (m) | Altura (m) | D. RELATIVO | D. ELASTICO | D. INELASTICO | E-031 | CONTROL E-031 |
| 7 | 7 | SMC X-X R=1 | .315000 | 2.8 | .0044 | .0018 | .00140 | .0035 | OK |
| 6 | 6 | | .310000 | 2.8 | .0056 | .0022 | .00158 | .0035 | // |
| 5 | 5 | | .303920 | 2.8 | .0068 | .0025 | .00192 | .0035 | // |
| 4 | 4 | | .296809 | 2.8 | .0079 | .0029 | .00220 | .0035 | // |
| 3 | 3 | | .288797 | 2.8 | .0087 | .0032 | .00228 | .0035 | // |
| 2 | 2 | | .28010 | 2.8 | .0089 | .0033 | .00251 | .0035 | // |
| 1 | 1 | | .270299 | 3.5 | .0078 | .0023 | .00169 | .0035 | // |
| N. T. | D. AISL | | .262203 | | | | | | |

Nota. Elaboración del tesista – Etabs 2020 v1.1

Tabla 33

Resultados De Las Derivas Con Sismo De modelo R=1 cimiento separado sentido "Y"

| DERIVAS SENTIDO "Y" | | | | | | | | | |
|---------------------|-----------|-------------|---------|------------|-------------|-------------|---------------|-------|---------------|
| Nivel | Diafragma | Caso | U-Y (m) | Altura (m) | D. RELATIVO | D. ELASTICO | D. INELASTICO | E-031 | CONTROL E-031 |
| 07 | 7 | SMC Y-Y R=1 | .307442 | 2.8 | .0036 | .0013 | .00096 | .0035 | OK |
| 06 | 6 | | .303864 | 2.8 | .0046 | .0017 | .00124 | .0035 | // |
| 05 | 5 | | .29923 | 2.8 | .0056 | .0020 | .00150 | .0035 | // |
| 04 | 4 | | .293602 | 2.8 | .0066 | .0024 | .00177 | .0035 | // |
| 03 | 3 | | .287005 | 2.8 | .0075 | .0027 | .00200 | .0035 | // |
| 02 | 2 | | .279528 | 2.8 | .0082 | .0029 | .00220 | .0035 | // |
| 01 | 1 | | .271312 | 3.5 | .0088 | .0025 | .00189 | .0035 | // |
| N. T. | D. AISL | | .262487 | | | | | | |

Nota. Elaboración del tesista – Etabs 2020 v1.1

Entendimiento del Producto: El plan con a. aislados cumple el criterio de deriva máxima de $< 0,0035$ en las dos orientaciones de estudio. Esto cumple con la E-031.

4.5. Efecto de aisladores en las derivas en ambas direcciones

Tabla 34

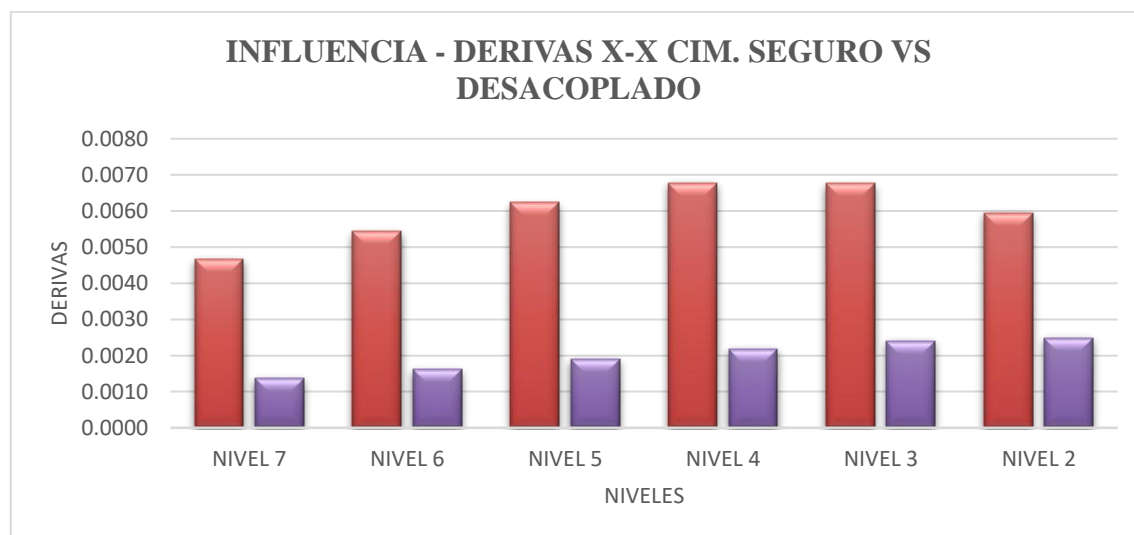
Diferencia de las derivas en la dirección "X"

| Nivel | Diafrag. | Caso | DIRECCIÓN "X-X" | | | | | | INFLUENCIA % |
|-------|----------|----------------|-----------------|-------|----------|---------------|---------------|-------|--------------|
| | | | D. INELASTICO | E-030 | Diafrag. | Caso | D. INELASTICO | E-031 | |
| 7 | 7 | S D "X" Máximo | .0046 | .007 | 7 | SMC "X-X" R=1 | .00136 | .0035 | 70% |
| 6 | 6 | | .0053 | .007 | 6 | | .00162 | .0035 | 71% |
| 5 | 5 | | .0061 | .007 | 5 | | .00191 | .0035 | 71% |
| 4 | 4 | | .0067 | .007 | 4 | | .00217 | .0035 | 69% |
| 3 | 3 | | .0067 | .007 | 3 | | .00241 | .0035 | 65% |
| 2 | 2 | | .00589 | .007 | 2 | | .00248 | .0035 | 59% |
| 1 | 1 | | | | 1 | | .001751 | .0035 | |

Nota. Elaboración del tesista – Etabs 2020 v1.1

Figura 40

Cimiento fijo Vs SMC R de 1 cimiento separado - X-X Derivas SD R de 4.5



Nota. Elaboración del tesista

Entendimiento del Producto: El sistema que utiliza aisladores de gran amortiguación tipo HDR tienen la posibilidad de bajar la deriva X-X en un 71 %. Este sistema difiere de un sistema dependiente de la estructura.

Tabla 35

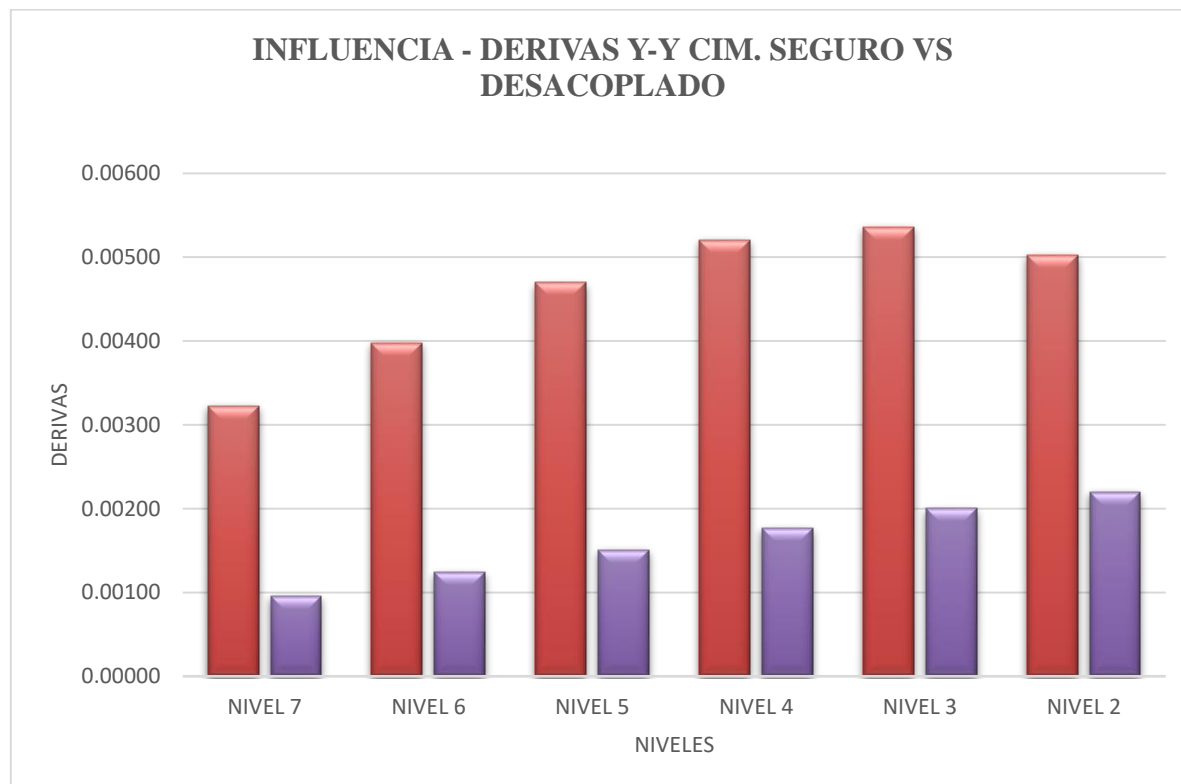
Diferencia de las derivas en la dirección "Y"

| Nivel | Diafrag. | Caso | DIRECCIÓN "Y-Y" | | | | | | INFLUENCIA % |
|-------|----------|----------------|-----------------|-------|----------|-------------|---------------|-------|--------------|
| | | | D. INELASTICO | E-030 | Diafrag. | Caso | D. INELASTICO | E-031 | |
| 7 | 7 | S D "Y" Máximo | .00319 | .007 | 7 | SMC "Y" R=1 | .00100 | .0035 | 70% |
| 6 | 6 | | .00400 | .007 | 6 | | .00119 | .0035 | 69% |
| 5 | 5 | | .00468 | .007 | 5 | | .00148 | .0035 | 68% |
| 4 | 4 | | .00517 | .007 | 4 | | .00183 | .0035 | 66% |
| 3 | 3 | | .00540 | .007 | 3 | | .00198 | .0035 | 63% |
| 2 | 2 | | .00502 | .007 | 2 | | .00217 | .0035 | 56% |
| 1 | 1 | | | | 1 | | .00192 | .0035 | |

Nota. Elaboración del tesista – Etabs 2020 v1.1

Figura 41

Derivas SD R de 4.5 cimiento fijo Vs SMC R=1 cimiento separado – Y-Y



Nota. Elaboración del tesista

Interpretación De Resultados: Un edificio que emplea aisladores de alta amortiguación de clase HDR con cualidades típicas de caucho puede reducir la deriva Y-Y en un 70 %, según una investigación. A diferencia del sistema de cim. Seguro.



CONCLUSIONES

PRIMERA: La evaluación del sistema desacoplado de esta investigación, que utiliza una interfaz de aislamiento (capiteles, aisladores de base, pedestales) integrada con componentes HDR de alta amortiguación, enfatiza la filosofía de implementación que prioriza los periodos y los deslizamientos debido a su rigidez vertical y adaptabilidad horizontal. Supera al sistema de a. seguro en cuanto a reacción.

SEGUNDA: En comparación con las estructuras con a. integrados, los sistemas desacoplados con interfaces de aislamiento en sus a. presentan un retardo de vibración de 0,559 segundos en el primer modo. Una construcción comparable con componentes de aislamiento alcanza 1,799 segundos de calidad nominal en el mismo modo, lo que representa un aumento del 69 %. El modo 2 dura 0,511 y 1,73 segundos respectivamente. Esto a causa de la horizontal flexibilidad de los aislantes de a.

En un diseño con una relación de transmisión de datos (SD R) de 4,5 con cim. seguro y aislados, la energía de corte en el cim. se redujo un 67 % en X-X, de $V_x = 366,9637$ TN a 119,3139 TN. Las presiones de corte Y-Y se redujeron un 67 % de $V_y = 366,9581$ TN a 120,6442 TN.

Los sistemas de apoyo aislados presentan un deslizamiento límite de 40,8697 cm en X-X, un 90 % superior al nivel último, mientras que las estructuras de apoyo permanentes presentan un deslizamiento de 3,9946 cm. La estructura



aislada presenta un deslizamiento máximo en Y-Y de 34,6004 cm, un 92 % superior al deslizamiento máximo del sistema de cim. seguro de 2,8772 cm. La instalación inicial del aislador de apoyo se realizó conforme a la E-031. El tamaño preliminar del aislador de apoyo arrojó una densidad media (DM) de 33,9 cm y un tiempo de transición (DTM) de 39,3 cm, adecuados para nuestro proyecto.

TERCERA: La E-030 garantiza que las desviaciones del sistema de apoyo embebido y las limitaciones de deslizamiento de 7/1000 cumplan con las especificaciones. Ambas derivas son normales. El sistema independiente de la superestructura utiliza aisladores de apoyo de alta amortiguación de clase HDR para cumplir con el máximo de 35/1000 de la E-030. Similar al ejemplo anterior. Esta configuración reduce la deriva en un 71 % en X-X y en un 70 % en Y-Y, en comparación con un a. estable.

El diseño del aislamiento de la base requiere una estructura con una mayor resistencia a la vibración y un mayor deslizamiento para adaptar la flexibilidad de los dispositivos de aislamiento. Un aislador de a aumentaría el desplazamiento estructural. Según nuestra investigación, este requisito se cumple.



RECOMENDACIONES

1. La luz y la irregularidad de una estructura con a. de anclaje permanente deben regularse para examinar una base estructuralmente desunida. Esto es esencial para la prestación de asistencia. La E.031 exige que la luz sea tres veces mayor que el cim. seguro y no más de cinco segundos para cumplir los criterios. Por lo tanto, las anomalías excesivas son inapropiadas.
2. Se debe considerar la técnica de aislamiento al introducir las características mecánicas del dispositivo en Etabs Versión 1.1. Los usuarios pueden elegir entre varias opciones de modelo en el uso.
3. Los requisitos mecánicos de los dispositivos deben obtenerse de empresas fiables que puedan realizar pruebas de tensión y diseño de las secciones de aislamiento para su uso futuro. Esto requiere atención. Todos deberían hacerlo.
4. Se recomienda realizar el desarrollo de trabajos de investigación destinadas a evaluar sistemas estructurales duales y analizar la calidad de los materiales empleados en edificaciones esenciales.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blanco, B. A. (1994). *Estructuración Y Diseño de Edificaciones Armado Concreto*.
- Cruz (2018) "Eficiencia sísmica de la infraestructura del Hospital Materno Infantil de la Ciudad de Juliaca, diseñada utilizando la base " *Juliaca-Perú*.
- Korswagen, E. A., Arias, R. J. C., & Huaranga, H. P. G. (2012). "Análisis Y Diseño De Estructuras Con Aisladores Sísmicos En El Perú." *Lima-Perú*.
- Meléndez, M.E & Gutiérrez,C.M.A (2019) "Diseño Y Proceso Constructivo De Instalación De Los Aisladores Sísmicos Elastoméricos En La Base, En Los Bloques A Y B Del Nuevo Hospital Hipólito Unanue De Tacna" *Tacna – Perú*.
- Medina M. G. M. & Choque, C. J. T. (2017) "Análisis, Comportamiento Y Diseño En Concreto Armado De Un Edificio De 6 Niveles Con Un Sótano Con Aisladores Elastómericos Con Núcleo De Plomo" *Arequipa – Perú*.
- Morales, M. R. (2006). "Diseño en Concreto Armado."
- Naeim, F., & Kelly, J. (1999). "Design of Seismic Isolated Structures: From Theory to Practice." *Los Angeles California -Estados Unidos*.
- N.T.P E.020 2006 "Cargas" *Del Reglamento Nacional De Edificaciones*
- N.T.P E.030 2018 "Diseño Sismorresistente" *Del Reglamento Nacional De Edificaciones*



N.T.P E.031 2019 "*Aislación Sísmica*" *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.*

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

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

REFERENCIAS WEB

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

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



ANEXOS



ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: ANÁLISIS SÍSMICO MODAL ESPECTRAL DE UNA EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO DESACOPLADA ESTRUCTURALMENTE POR AISLADORES DE BASE

LINEA DE INVESTIGACION: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17

RESPONSABLE: Bach. GIAN MARCO LUQUE AYARQUISPE

| <u>PROBLEMA</u> | <u>OBJETIVOS</u> | <u>VARIABLES</u> | <u>INDICADORES</u> | <u>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</u> |
|--|---|--|--|--|
| <p><u>Problema general</u></p> <p>¿Cuál será el comportamiento sísmico de una edificación de concreto armado desacoplada estructuralmente por aisladores de base?</p> <p><u>Problemas específicos</u></p> <p>¿De qué manera influenciara la implementación de los aisladores de base en el comportamiento estructural de la edificación de concreto?</p> <p>¿La estructura de concreto armado con la implementación de aislamiento en la base cumplirá con los parámetros de la E-031?</p> | <p><u>Objetivo general</u></p> <p>Determinar el comportamiento sísmico de una edificación de concreto armado desacoplada estructuralmente por aislamiento en la base.</p> <p><u>Objetivos específicos</u></p> <p>Determinar la influencia de los aisladores de base en el comportamiento estructural de la edificación de concreto armado con la implementación aislamiento en la base.</p> <p>Determinar si la edificación de concreto armado desacoplada estructuralmente por una interfaz de aislamiento cumple con los parámetros de la E-031</p> | <p><u>Variables de caracterización</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Análisis Sísmico Estático - Análisis Sísmico Espectral - Aisladores de Base <p><u>Variables de interés</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Comportamiento de la Estructura de Concreto Armado - Parámetros de respuesta de la estructura con aisladores de base. | <ul style="list-style-type: none"> - Estructuración y configuración en planta y elevación - Ubicación geográfica de la zona de estudio - Espectros de diseño. - Tipología de la estructura - Irregularidades - Modos de vibración - Periodos de vibración - Fuerzas cortantes - Desplazamientos - Derivas - % de influencia | <p><u>Diseño de la investigación</u></p> <p>No experimental transversal</p> <p><u>Tipo de investigación</u></p> <p>Aplicada descriptiva</p> <p><u>Método de investigación</u></p> <p>Cuantitativo</p> <p><u>Instrumentos</u></p> <ul style="list-style-type: none"> · Antecedentes B. · Normas vigentes · Modelamiento asistido por computadora · Análisis estructural <p><u>Población</u></p> <p>La población es el conjunto de todos los elementos de similares características, edificaciones de categoría C con aisladores de composición de caucho normal y láminas de acero.</p> <p><u>Muestra</u></p> <p>Edificación de concreto armado de sistema de muros estructurales en la dirección X-X y en la dirección Y-Y destinado a vivienda (multifamiliar) implementado con un sistema de aislamiento de base, estructura conformada por 7 niveles.</p> |



ANEXOS 2
MEMORIA DE CALCULO



IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ (PISO BLANDO)

| IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ (PISO BLANDO) - XX | | | | | | |
|---|-----------|-----------|-----------------|----------------------------|--|------------------------|
| Nivel | Diafragma | Caso | Rigidez Tn/m | Ki < 70% (ki+1) Tn/m | Ki < 80% (Ki+1 Ki+2 + Ki+3)/3 Tn/m | Control E-030, 2018 |
| Nivel 7 | D7 | SIS_EST-X | 19964.741 | | | |
| Nivel 6 | D6 | SIS_EST-X | 36055.628 | 181% | 144% | NO EXISTE PISO BLANDO |
| Nivel 5 | D5 | SIS_EST-X | 45101.044 | 125% | 129% | NO EXISTE PISO BLANDO |
| Nivel 4 | D4 | SIS_EST-X | 51643.098 | 115% | 123% | NO EXISTE PISO BLANDO |
| Nivel 3 | D3 | SIS_EST-X | 59133.620 | 115% | 107% | NO EXISTE PISO BLANDO |
| Nivel 2 | D2 | SIS_EST-X | 72850.996 | 123% | 112% | NO EXISTE PISO BLANDO |
| Nivel 1 | D1 | SIS_EST-X | 117029.838 | 161% | 153% | NO EXISTE PISO BLANDO |

IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ (PISO BLANDO) - YY

| IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ (PISO BLANDO) - YY | | | | | | |
|---|-----------|-----------|-----------------|----------------------------|--|------------------------|
| Nivel | Diafragma | Caso | Rigidez Tn/m | Ki < 70% (ki+1) Tn/m | Ki < 80% (Ki+1 Ki+2 + Ki+3)/3 Tn/m | Control E-030, 2018 |
| Nivel 7 | D7 | SIS_EST-Y | 27349.965 | | | |
| Nivel 6 | D6 | SIS_EST-Y | 47296.627 | 173% | 138% | NO EXISTE PISO BLANDO |
| Nivel 5 | D5 | SIS_EST-Y | 58151.073 | 123% | 125% | NO EXISTE PISO BLANDO |
| Nivel 4 | D4 | SIS_EST-Y | 65449.713 | 113% | 118% | NO EXISTE PISO BLANDO |
| Nivel 3 | D3 | SIS_EST-Y | 73243.393 | 112% | 103% | NO EXISTE PISO BLANDO |
| Nivel 2 | D2 | SIS_EST-Y | 84918.713 | 116% | 104% | NO EXISTE PISO BLANDO |
| Nivel 1 | D1 | SIS_EST-Y | 121074.686 | 143% | 130% | NO EXISTE PISO BLANDO |

IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ - (PISO BLANDO)

| IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ (PISO BLANDO) - XX | | | | | | |
|---|-----------|-----------|-----------------|-----------------------------|---|-----------------------|
| Nivel | Diafragma | Caso | Rigidez Tn/m | Ki < 0.60 (ki+1) Tn/m | Ki < 0.70 (Ki+1 Ki+2 + Ki+3)/3 Tn/m | Control |
| Nivel 7 | D7 | SIS_EST-X | 19964.741 | | | |
| Nivel 6 | D6 | SIS_EST-X | 36055.628 | 181% | 126% | NO EXISTE PISO BLANDO |



| | | | | | | |
|---------|----|---------------|------------|------|------|-----------------------|
| Nivel 5 | D5 | SIS_EST- X | 45101.044 | 125% | 113% | NO EXISTE PISO BLANDO |
| Nivel 4 | D4 | SIS_EST- X | 51643.098 | 115% | 107% | NO EXISTE PISO BLANDO |
| Nivel 3 | D3 | SIS_EST- X | 59133.620 | 115% | 94% | NO EXISTE PISO BLANDO |
| Nivel 2 | D2 | SIS_EST- X | 72850.996 | 123% | 98% | NO EXISTE PISO BLANDO |
| Nivel 1 | D1 | SIS_EST- X | 117029.838 | 161% | 134% | NO EXISTE PISO BLANDO |

IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ (PISO BLANDO) - YY

| Nivel | Diafragma | Caso | Rigidez Tn/m | $K_i < 0.60$ (ki+1) Tn/m | $K_i < 0.70$ (Ki+1 Ki+2 + Ki+3)/3 Tn/m | Control E-030, 2018 |
|---------|-----------|---------------|-----------------|--------------------------------|--|------------------------|
| Nivel 7 | D7 | SIS_EST- Y | 27349.965 | | | |
| Nivel 6 | D6 | SIS_EST- Y | 47296.627 | 173% | 121% | NO EXISTE PISO BLANDO |
| Nivel 5 | D5 | SIS_EST- Y | 58151.073 | 123% | 109% | NO EXISTE PISO BLANDO |
| Nivel 4 | D4 | SIS_EST- Y | 65449.713 | 113% | 103% | NO EXISTE PISO BLANDO |
| Nivel 3 | D3 | SIS_EST- Y | 73243.393 | 112% | 90% | NO EXISTE PISO BLANDO |
| Nivel 2 | D2 | SIS_EST- Y | 84918.713 | 116% | 91% | NO EXISTE PISO BLANDO |
| Nivel 1 | D1 | SIS_EST- Y | 121074.686 | 143% | 114% | NO EXISTE PISO BLANDO |

IRREGULARIDAD DE RESISTENCIA - PISO DEBIL

IRREGULARIDAD DE RESISTENCIA - (PISO DEBIL) - XX

| NIVEL | CASO | Vx | 0.8 (Vx) | Control E-030, 2018 |
|---------|------------|----------|----------|---------------------|
| Nivel 7 | SIS_EST- X | -46.246 | -36.997 | PISO DEBIL |
| Nivel 6 | SIS_EST- X | -97.539 | -78.031 | PISO DEBIL |
| Nivel 5 | SIS_EST- X | -140.583 | -112.466 | PISO DEBIL |
| Nivel 4 | SIS_EST- X | -175.387 | -140.310 | PISO DEBIL |
| Nivel 3 | SIS_EST- X | -201.964 | -161.571 | PISO DEBIL |
| Nivel 2 | SIS_EST- X | -220.325 | -176.260 | PISO DEBIL |
| Nivel 1 | SIS_EST- X | -230.773 | -184.619 | |

IRREGULARIDAD DE RESISTENCIA - (PISO DEBIL) - YY

| NIVEL | CASO | Vy | 0.8 (Vy) | Control E-030, 2018 |
|---------|------------|----------|----------|---------------------|
| Nivel 7 | SIS_EST- Y | -46.246 | -36.997 | PISO DEBIL |
| Nivel 6 | SIS_EST- Y | -97.539 | -78.031 | PISO DEBIL |
| Nivel 5 | SIS_EST- Y | -140.583 | -112.466 | PISO DEBIL |



| | | | | |
|---------|------------|----------|----------|------------|
| Nivel 4 | SIS_EST- Y | -175.387 | -140.310 | PISO DEBIL |
| Nivel 3 | SIS_EST- Y | -201.964 | -161.571 | PISO DEBIL |
| Nivel 2 | SIS_EST- Y | -220.325 | -176.260 | PISO DEBIL |
| Nivel 1 | SIS_EST- Y | -230.773 | -184.619 | |

IRREGULARIDAD EXTREMA DE RESISTENCIA - PISO DEBIL

IRREGULARIDAD EXTREMA DE RESISTENCIA - (PISO DEBIL) - XX

| NIVEL | CASO | Vx | 0.65 (Vx) | Control E-030, 2018 |
|---------|------------|----------|-----------|---------------------|
| Nivel 7 | SIS_EST- X | -46.246 | -30.060 | PISO DEBIL |
| Nivel 6 | SIS_EST- X | -97.539 | -63.400 | PISO DEBIL |
| Nivel 5 | SIS_EST- X | -140.583 | -91.379 | PISO DEBIL |
| Nivel 4 | SIS_EST- X | -175.387 | -114.002 | PISO DEBIL |
| Nivel 3 | SIS_EST- X | -201.964 | -131.276 | PISO DEBIL |
| Nivel 2 | SIS_EST- X | -220.325 | -143.211 | PISO DEBIL |
| Nivel 1 | SIS_EST- X | -230.773 | -150.003 | |

IRREGULARIDAD EXTREMA DE RESISTENCIA - (PISO DEBIL) - XX

| NIVEL | CASO | Vy | 0.65 (Vy) | Control E-030, 2018 |
|---------|------------|----------|-----------|---------------------|
| Nivel 7 | SIS_EST- Y | -46.246 | -30.060 | PISO DEBIL |
| Nivel 6 | SIS_EST- Y | -97.539 | -63.400 | PISO DEBIL |
| Nivel 5 | SIS_EST- Y | -140.583 | -91.379 | PISO DEBIL |
| Nivel 4 | SIS_EST- Y | -175.387 | -114.002 | PISO DEBIL |
| Nivel 3 | SIS_EST- Y | -201.964 | -131.276 | PISO DEBIL |
| Nivel 2 | SIS_EST- Y | -220.325 | -143.211 | PISO DEBIL |
| Nivel 1 | SIS_EST- Y | -230.773 | -150.003 | |

IRREGULARIDAD TORSIONAL EXTREMA EN PLANTA

IRREGULARIDAD TORSIONAL EXTREMA EN PLANTA - XX

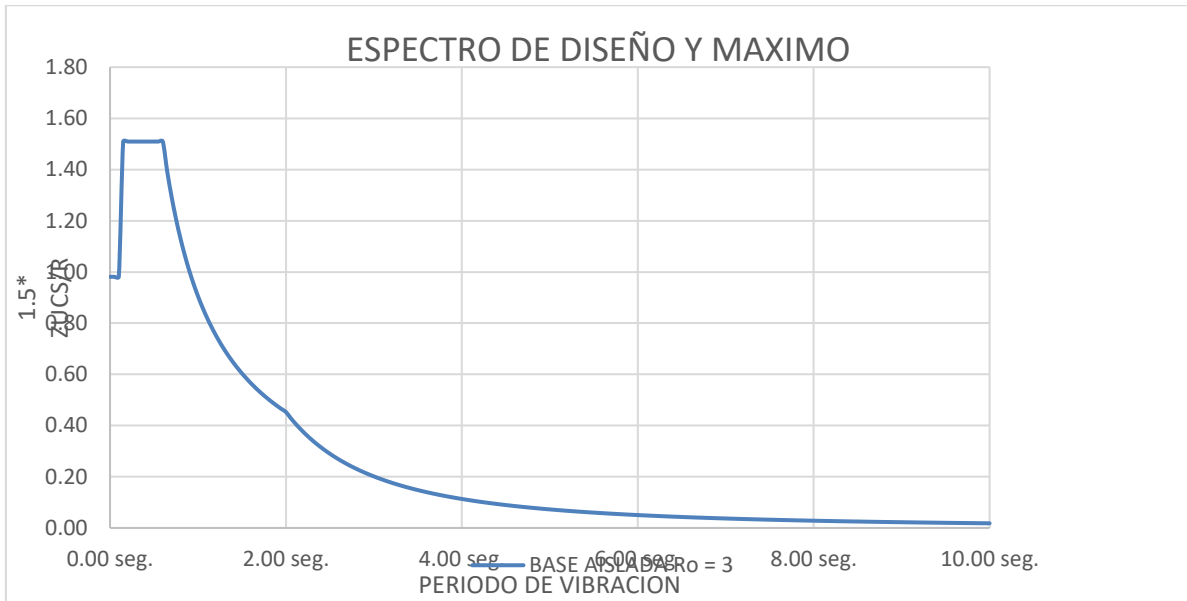
| Nº PISO | Ax (m) | Deriva Max. (m) | Deriva Prom. (m) | Ratio | Control E-030, 2018 |
|---------|------------|-----------------|------------------|-------|-----------------------------------|
| Nivel 7 | SIS_EST- X | 0.0010 | 0.0008 | 1.220 | NO EXISTE IRREGULARIDAD TORSIONAL |
| Nivel 6 | SIS_EST- X | 0.0012 | 0.0010 | 1.205 | NO EXISTE IRREGULARIDAD TORSIONAL |
| Nivel 5 | SIS_EST- X | 0.0013 | 0.0011 | 1.199 | NO EXISTE IRREGULARIDAD TORSIONAL |
| Nivel 4 | SIS_EST- X | 0.0014 | 0.0012 | 1.195 | NO EXISTE IRREGULARIDAD TORSIONAL |
| Nivel 3 | SIS_EST- X | 0.0015 | 0.0012 | 1.191 | NO EXISTE IRREGULARIDAD TORSIONAL |
| Nivel 2 | SIS_EST- X | 0.0013 | 0.0011 | 1.185 | NO EXISTE IRREGULARIDAD TORSIONAL |
| Nivel 1 | SIS_EST- X | 0.0006 | 0.0006 | 1.120 | NO EXISTE IRREGULARIDAD TORSIONAL |

IRREGULARIDAD TORSIONAL EXTREMA EN PLANTA - YY

| Nº PISO | Ax (m) | Deriva Max.. | Deriva Prom. | Ratio | Control E-030, 2018 |
|---------|------------|--------------|--------------|-------|-----------------------------------|
| Nivel 7 | SIS_EST- Y | 0.0007 | 0.0006 | 1.146 | NO EXISTE IRREGULARIDAD TORSIONAL |
| Nivel 6 | SIS_EST- Y | 0.0008 | 0.0007 | 1.135 | NO EXISTE IRREGULARIDAD TORSIONAL |
| Nivel 5 | SIS_EST- Y | 0.0010 | 0.0009 | 1.124 | NO EXISTE IRREGULARIDAD TORSIONAL |
| Nivel 4 | SIS_EST- Y | 0.0011 | 0.0010 | 1.115 | NO EXISTE IRREGULARIDAD TORSIONAL |
| Nivel 3 | SIS_EST- Y | 0.0011 | 0.0010 | 1.103 | NO EXISTE IRREGULARIDAD TORSIONAL |
| Nivel 2 | SIS_EST- Y | 0.0010 | 0.0009 | 1.085 | NO EXISTE IRREGULARIDAD TORSIONAL |



Nivel I SIS EST- Y 0.0006 0.0005 1.062 NO EXISTE IRREGULARIDAD TORSIONAL



Zona "Z"=

3

Perfil de Suelo "Ps"=

2

Categoría de la Edificación "CT" =

C

Coefficiente de reduccion R_o =

1

Factor de irregularidad en altura I_a =

1

Factor de irregularidad en planta I_p =

1

Factor De Zona "Z"=

0.35

Factor De Suelo "S"=

1.15

Perido Caracterisitico " T_p " =

0.60

Perido Caracterisitico " T_L " =

2.00

Factor De Uso o de Importancia "U" =

1.00

Coefficiente de Reduccion R =

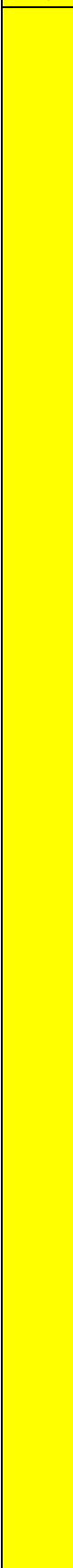
1



Periodo Fundamental de Vibracion

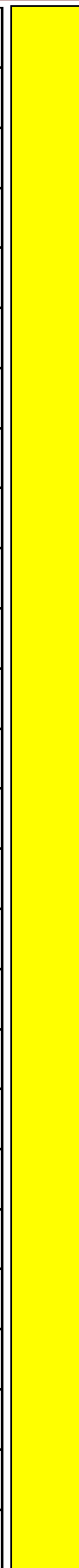
| | | SMC |
|------------------|---------------------------------|------------------|
| Periodo | Factor de Amplificación Sísmica | SMC=1.5*ZUCS/R |
| T | C | 1.5*Sa |
| 0.00 seg. | 1.625 | 0.9810938 |
| 0.05 seg. | 1.625 | 0.9810938 |
| 0.10 seg. | 1.625 | 0.9810938 |
| 0.15 seg. | 2.500 | 1.5093750 |
| 0.20 seg. | 2.500 | 1.5093750 |
| 0.25 seg. | 2.500 | 1.5093750 |
| 0.30 seg. | 2.500 | 1.5093750 |
| 0.35 seg. | 2.500 | 1.5093750 |
| 0.40 seg. | 2.500 | 1.5093750 |
| 0.45 seg. | 2.500 | 1.5093750 |
| 0.50 seg. | 2.500 | 1.5093750 |
| 0.55 seg. | 2.500 | 1.5093750 |
| 0.60 seg. | 2.500 | 1.5093750 |
| 0.65 seg. | 2.308 | 1.3932692 |
| 0.70 seg. | 2.143 | 1.2937500 |
| 0.75 seg. | 2.000 | 1.2075000 |
| 0.80 seg. | 1.875 | 1.1320313 |
| 0.85 seg. | 1.765 | 1.0654412 |
| 0.90 seg. | 1.667 | 1.0062500 |
| 0.95 seg. | 1.579 | 0.9532895 |
| 1.00 seg. | 1.500 | 0.9056250 |
| 1.05 seg. | 1.429 | 0.8625000 |

T=h_n/
C_t



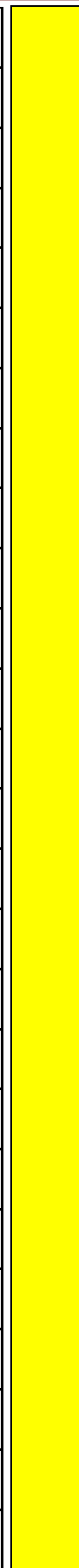


| | | |
|-----------|-------|-----------|
| 1.10 seg. | 1.364 | 0.8232955 |
| 1.15 seg. | 1.304 | 0.7875000 |
| 1.20 seg. | 1.250 | 0.7546875 |
| 1.25 seg. | 1.200 | 0.7245000 |
| 1.30 seg. | 1.154 | 0.6966346 |
| 1.35 seg. | 1.111 | 0.6708333 |
| 1.40 seg. | 1.071 | 0.6468750 |
| 1.45 seg. | 1.034 | 0.6245690 |
| 1.50 seg. | 1.000 | 0.6037500 |
| 1.55 seg. | 0.968 | 0.5842742 |
| 1.60 seg. | 0.938 | 0.5660156 |
| 1.65 seg. | 0.909 | 0.5488636 |
| 1.70 seg. | 0.882 | 0.5327206 |
| 1.75 seg. | 0.857 | 0.5175000 |
| 1.80 seg. | 0.833 | 0.5031250 |
| 1.85 seg. | 0.811 | 0.4895270 |
| 1.90 seg. | 0.789 | 0.4766447 |
| 1.95 seg. | 0.769 | 0.4644231 |
| 2.00 seg. | 0.750 | 0.4528125 |
| 2.05 seg. | 0.714 | 0.4309935 |
| 2.10 seg. | 0.680 | 0.4107143 |
| 2.15 seg. | 0.649 | 0.3918334 |
| 2.20 seg. | 0.620 | 0.3742252 |
| 2.25 seg. | 0.593 | 0.3577778 |
| 2.30 seg. | 0.567 | 0.3423913 |
| 2.35 seg. | 0.543 | 0.3279765 |



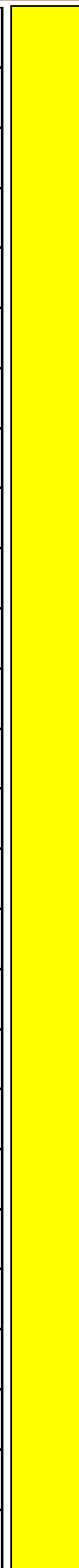


| | | |
|-----------|-------|-----------|
| 2.40 seg. | 0.521 | 0.3144531 |
| 2.45 seg. | 0.500 | 0.3017493 |
| 2.50 seg. | 0.480 | 0.2898000 |
| 2.55 seg. | 0.461 | 0.2785467 |
| 2.60 seg. | 0.444 | 0.2679364 |
| 2.65 seg. | 0.427 | 0.2579210 |
| 2.70 seg. | 0.412 | 0.2484568 |
| 2.75 seg. | 0.397 | 0.2395041 |
| 2.80 seg. | 0.383 | 0.2310268 |
| 2.85 seg. | 0.369 | 0.2229917 |
| 2.90 seg. | 0.357 | 0.2153686 |
| 2.95 seg. | 0.345 | 0.2081298 |
| 3.00 seg. | 0.333 | 0.2012500 |
| 3.05 seg. | 0.322 | 0.1947057 |
| 3.10 seg. | 0.312 | 0.1884755 |
| 3.15 seg. | 0.302 | 0.1825397 |
| 3.20 seg. | 0.293 | 0.1768799 |
| 3.25 seg. | 0.284 | 0.1714793 |
| 3.30 seg. | 0.275 | 0.1663223 |
| 3.35 seg. | 0.267 | 0.1613945 |
| 3.40 seg. | 0.260 | 0.1566825 |
| 3.45 seg. | 0.252 | 0.1521739 |
| 3.50 seg. | 0.245 | 0.1478571 |
| 3.55 seg. | 0.238 | 0.1437215 |
| 3.60 seg. | 0.231 | 0.1397569 |
| 3.65 seg. | 0.225 | 0.1359542 |



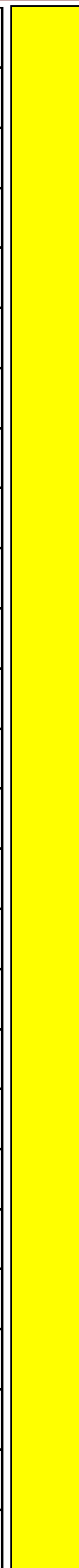


| | | |
|-----------|-------|-----------|
| 3.70 seg. | 0.219 | 0.1323046 |
| 3.75 seg. | 0.213 | 0.1288000 |
| 3.80 seg. | 0.208 | 0.1254328 |
| 3.85 seg. | 0.202 | 0.1221960 |
| 3.90 seg. | 0.197 | 0.1190828 |
| 3.95 seg. | 0.192 | 0.1160872 |
| 4.00 seg. | 0.188 | 0.1132031 |
| 4.05 seg. | 0.183 | 0.1104252 |
| 4.10 seg. | 0.178 | 0.1077484 |
| 4.15 seg. | 0.174 | 0.1051677 |
| 4.20 seg. | 0.170 | 0.1026786 |
| 4.25 seg. | 0.166 | 0.1002768 |
| 4.30 seg. | 0.162 | 0.0979584 |
| 4.35 seg. | 0.159 | 0.0957194 |
| 4.40 seg. | 0.155 | 0.0935563 |
| 4.45 seg. | 0.151 | 0.0914657 |
| 4.50 seg. | 0.148 | 0.0894444 |
| 4.55 seg. | 0.145 | 0.0874894 |
| 4.60 seg. | 0.142 | 0.0855978 |
| 4.65 seg. | 0.139 | 0.0837669 |
| 4.70 seg. | 0.136 | 0.0819941 |
| 4.75 seg. | 0.133 | 0.0802770 |
| 4.80 seg. | 0.130 | 0.0786133 |
| 4.85 seg. | 0.128 | 0.0770007 |
| 4.90 seg. | 0.125 | 0.0754373 |
| 4.95 seg. | 0.122 | 0.0739210 |



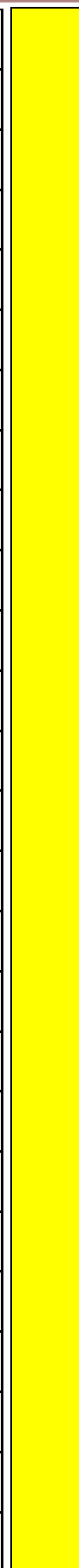


| | | |
|-----------|-------|-----------|
| 5.00 seg. | 0.120 | 0.0724500 |
| 5.05 seg. | 0.118 | 0.0710224 |
| 5.10 seg. | 0.115 | 0.0696367 |
| 5.15 seg. | 0.113 | 0.0682911 |
| 5.20 seg. | 0.111 | 0.0669841 |
| 5.25 seg. | 0.109 | 0.0657143 |
| 5.30 seg. | 0.107 | 0.0644802 |
| 5.35 seg. | 0.105 | 0.0632806 |
| 5.40 seg. | 0.103 | 0.0621142 |
| 5.45 seg. | 0.101 | 0.0609797 |
| 5.50 seg. | 0.099 | 0.0598760 |
| 5.55 seg. | 0.097 | 0.0588020 |
| 5.60 seg. | 0.096 | 0.0577567 |
| 5.65 seg. | 0.094 | 0.0567390 |
| 5.70 seg. | 0.092 | 0.0557479 |
| 5.75 seg. | 0.091 | 0.0547826 |
| 5.80 seg. | 0.089 | 0.0538422 |
| 5.85 seg. | 0.088 | 0.0529257 |
| 5.90 seg. | 0.086 | 0.0520325 |
| 5.95 seg. | 0.085 | 0.0511616 |
| 6.00 seg. | 0.083 | 0.0503125 |
| 6.05 seg. | 0.082 | 0.0494843 |
| 6.10 seg. | 0.081 | 0.0486764 |
| 6.15 seg. | 0.079 | 0.0478882 |
| 6.20 seg. | 0.078 | 0.0471189 |
| 6.25 seg. | 0.077 | 0.0463680 |



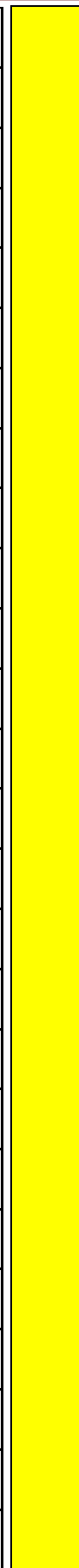


| | | |
|-----------|-------|-----------|
| 6.30 seg. | 0.076 | 0.0456349 |
| 6.35 seg. | 0.074 | 0.0449191 |
| 6.40 seg. | 0.073 | 0.0442200 |
| 6.45 seg. | 0.072 | 0.0435370 |
| 6.50 seg. | 0.071 | 0.0428698 |
| 6.55 seg. | 0.070 | 0.0422178 |
| 6.60 seg. | 0.069 | 0.0415806 |
| 6.65 seg. | 0.068 | 0.0409577 |
| 6.70 seg. | 0.067 | 0.0403486 |
| 6.75 seg. | 0.066 | 0.0397531 |
| 6.80 seg. | 0.065 | 0.0391706 |
| 6.85 seg. | 0.064 | 0.0386009 |
| 6.90 seg. | 0.063 | 0.0380435 |
| 6.95 seg. | 0.062 | 0.0374981 |
| 7.00 seg. | 0.061 | 0.0369643 |
| 7.05 seg. | 0.060 | 0.0364418 |
| 7.10 seg. | 0.060 | 0.0359304 |
| 7.15 seg. | 0.059 | 0.0354296 |
| 7.20 seg. | 0.058 | 0.0349392 |
| 7.25 seg. | 0.057 | 0.0344590 |
| 7.30 seg. | 0.056 | 0.0339886 |
| 7.35 seg. | 0.056 | 0.0335277 |
| 7.40 seg. | 0.055 | 0.0330762 |
| 7.45 seg. | 0.054 | 0.0326337 |
| 7.50 seg. | 0.053 | 0.0322000 |
| 7.55 seg. | 0.053 | 0.0317749 |



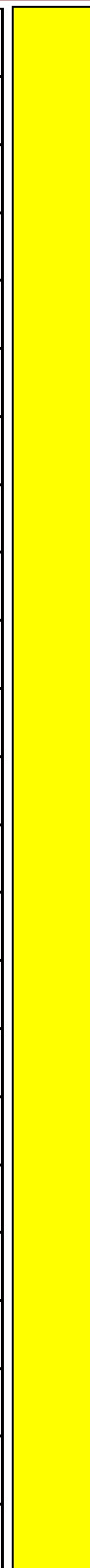


| | | |
|-----------|-------|-----------|
| 7.60 seg. | 0.052 | 0.0313582 |
| 7.65 seg. | 0.051 | 0.0309496 |
| 7.70 seg. | 0.051 | 0.0305490 |
| 7.75 seg. | 0.050 | 0.0301561 |
| 7.80 seg. | 0.049 | 0.0297707 |
| 7.85 seg. | 0.049 | 0.0293927 |
| 7.90 seg. | 0.048 | 0.0290218 |
| 7.95 seg. | 0.047 | 0.0286579 |
| 8.00 seg. | 0.047 | 0.0283008 |
| 8.05 seg. | 0.046 | 0.0279503 |
| 8.10 seg. | 0.046 | 0.0276063 |
| 8.15 seg. | 0.045 | 0.0272686 |
| 8.20 seg. | 0.045 | 0.0269371 |
| 8.25 seg. | 0.044 | 0.0266116 |
| 8.30 seg. | 0.044 | 0.0262919 |
| 8.35 seg. | 0.043 | 0.0259780 |
| 8.40 seg. | 0.043 | 0.0256696 |
| 8.45 seg. | 0.042 | 0.0253668 |
| 8.50 seg. | 0.042 | 0.0250692 |
| 8.55 seg. | 0.041 | 0.0247769 |
| 8.60 seg. | 0.041 | 0.0244896 |
| 8.65 seg. | 0.040 | 0.0242073 |
| 8.70 seg. | 0.040 | 0.0239298 |
| 8.75 seg. | 0.039 | 0.0236571 |
| 8.80 seg. | 0.039 | 0.0233891 |
| 8.85 seg. | 0.038 | 0.0231255 |





| | | |
|------------|-------|-----------|
| 8.90 seg. | 0.038 | 0.0228664 |
| 8.95 seg. | 0.037 | 0.0226117 |
| 9.00 seg. | 0.037 | 0.0223611 |
| 9.05 seg. | 0.037 | 0.0221147 |
| 9.10 seg. | 0.036 | 0.0218724 |
| 9.15 seg. | 0.036 | 0.0216340 |
| 9.20 seg. | 0.035 | 0.0213995 |
| 9.25 seg. | 0.035 | 0.0211687 |
| 9.30 seg. | 0.035 | 0.0209417 |
| 9.35 seg. | 0.034 | 0.0207184 |
| 9.40 seg. | 0.034 | 0.0204985 |
| 9.45 seg. | 0.034 | 0.0202822 |
| 9.50 seg. | 0.033 | 0.0200693 |
| 9.55 seg. | 0.033 | 0.0198597 |
| 9.60 seg. | 0.033 | 0.0196533 |
| 9.65 seg. | 0.032 | 0.0194502 |
| 9.70 seg. | 0.032 | 0.0192502 |
| 9.75 seg. | 0.032 | 0.0190533 |
| 9.80 seg. | 0.031 | 0.0188593 |
| 9.85 seg. | 0.031 | 0.0186684 |
| 9.90 seg. | 0.031 | 0.0184803 |
| 9.95 seg. | 0.030 | 0.0182950 |
| 10.00 seg. | 0.030 | 0.0181125 |





ANÁLISIS ESTÁTICO E.030 DIRECCIÓN DEL ANÁLISIS X-X

CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

ZONIFICACIÓN SEGÚN LA E.030 2018 (ARTÍCULO 10)

DEPARTAMENTO

PROVINCIA

DISTRITO

ZONA SISMICA

| | |
|-----|------|
| | 3 |
| Z = | 0.35 |

PARÁMETROS DE SITIO (S, T_p Y T_l) SEGÚN LA E.030 2018 (ARTÍCULO 13)

PERFIL DE SUELO TIPO :

| | |
|------------------|------|
| | 2 |
| S = | 1.15 |
| T _p = | 0.60 |
| T _l = | 2.00 |

CATEGORÍA DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN LA E.030 2018 (ARTÍCULO 15)

CATEGORÍA DEL EDIFICIO

FACTOR DE USO O IMPORTANCIA

| | |
|-----|------|
| | C |
| U = | 1.00 |

RESTRICCIONES DE IRREGULARIDAD SEGÚN LA E.030 2018 (ARTÍCULO 21.1)

NO SE PERMITEN IRREGULARIDADES EXTREMAS

PERIODO FUNDAMENTAL DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN LA E.030 2018 (ARTÍCULO 28.4)



USANDO ETABS

SI O NO

LA NORMA COMO CALCULO RAPIDO PARA SUS ESTIMACIONOS PERMITE EMPLEAR SIENDO

$$T = \frac{h_n}{C_t}$$

T ETABS =

T =

0.34

T calculado =

T =

0.41 seg.

FACTOR DE AMPLIFICACION SISMICA SEGÚN LA E.030 2018 (ARTICULO 14)

C =

2.5

COEFICIENTE BASICO DE REDUCCION DE FUERZAS SISMICAS R_o SEGÚN LA E.030 2018 (ARTICULO 18)

SISTEMA ESTRUCTURAL

APORTICADO

R_o =

4.5

FACTORES DE IRREGULARIDAD SEGÚN LA E.030 2018 (ARTICULO 20)

Factor de irregularidad en altura I_a

REGULAR - SISTEMA ESTRUCTURAL CONTINUO

I_a =

0.75

Factor de irregularidad en planta I_p

REGULAR - SISTEMA ESTRUCTURAL SIMETRICO

I_p =

1



COEFICIENTE DE REDUCCION DE FUERZAS SISMICAS SEGÚN LA E.030 2018 (ARTICULO 22)

$$R = R_0 \times I_a \times I_p =$$

3.375

| | |
|----|--------------|
| R= | 3.375 |
|----|--------------|

FUERZA CORTANTE EN LA BASE SEGÚN LA E.030 2018 (ARTICULO 28.2)

| CONSOLIDACION DE DATOS | PARAMETROS |
|------------------------|------------------|
| | Z = 0.35 |
| | U = 1.00 |
| | C = 2.5 |
| | S = 1.15 |
| | R = 3.375 |

CONDICION

EL VALOR DE C / R NO SE CONSIDERA MENOR QUE

C/R calculado =

| | |
|--------|-------------|
| C/R >= | 0.11 |
| | 0.74 |

| | PESO |
|---------|---------------|
| NIVEL 8 | 0.00 |
| NIVEL 7 | 175.60 |
| NIVEL 6 | 226.11 |
| NIVEL 5 | 226.11 |
| NIVEL 4 | 226.11 |
| NIVEL 3 | 226.11 |
| NIVEL 2 | 226.11 |
| NIVEL 1 | 232.34 |
| BASE | 31.88 |



| STORY | UX | UY | UZ |
|---------|-----------|-----------|-----------|
| | Tonf-s2/m | Tonf-s2/m | Tonf-s2/m |
| NIVEL 8 | | 12.62763 | 0 |
| NIVEL 7 | 17.90654 | 22.91264 | 0 |
| NIVEL 6 | 23.05674 | 22.91264 | 0 |
| NIVEL 5 | 23.05674 | 22.91264 | 0 |
| Story4 | 23.05674 | 22.91264 | 0 |
| Story3 | 23.05674 | 22.91264 | 0 |
| Story2 | 23.05674 | 22.91264 | 0 |
| Story1 | 23.69201 | 23.50202 | 0 |
| Base | 3.25046 | 4.21981 | 0 |

Gravedad **9.8067** m/s²

TABLE: Load Pattern Definitions - Auto Seismic - User Coefficient

| Name | Is Auto Load | X Dir ? | X Dir Plus Ecc? | X Dir Minus Ecc? | Y Dir ? | Y Dir Plus Ecc? | Y Dir Minus Ecc? | Ecc Ratio | Top Story | Bottom Story | C | K | Weight Used tonf | Base Shear tonf |
|--------------|--------------|---------|-----------------|------------------|---------|-----------------|------------------|-----------|-----------|--------------|-----|------|------------------|-----------------|
| SISMO EST XX | No | No | Yes | No | No | No | No | 0.05 | Story 7 | Base | 0.2 | 1.02 | 1538.48 | 458.697 |
| SISMO EST YY | No | No | No | No | No | Yes | No | 0.05 | Story 7 | Base | 0.2 | 1.02 | 1538.48 | 458.697 |

| | PESO (Ton) | h(m) | Pi*((hi)^k) | ai | Fi | FUERZA CORTANTE |
|---------|------------|-------|-------------|------|--------|-----------------|
| NIVEL 7 | 0.00 | 24.5 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| NIVEL 7 | 175.60 | 21.5 | 4133.12 | 0.20 | 93.72 | 93.72 |
| NIVEL 6 | 226.11 | 18.5 | 4559.02 | 0.23 | 103.37 | 197.09 |
| NIVEL 5 | 226.11 | 15.5 | 3799.84 | 0.19 | 86.16 | 283.25 |
| NIVEL 4 | 226.11 | 12.50 | 3045.00 | 0.15 | 69.04 | 352.30 |
| NIVEL 3 | 226.11 | 9.50 | 2295.54 | 0.11 | 52.05 | 404.35 |
| NIVEL 2 | 226.11 | 6.50 | 1553.15 | 0.08 | 35.22 | 439.56 |



| | | | | | | |
|---|---------|-----------------------------|--------------|----------|--------------|----------|
| NIVEL I | 232.34 | 3.50 | 843.80 | 0.0 4 | 19.13 | 458.6977 |
| $\Sigma =$ PESO SISMICO DE LA EDIFICACION | 1538.49 | $\Sigma =$ $Pi*((hi))^k$ | 20229.4 7 | 1.0 0 | 458.69 77 | |

ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO

| Story | Output Case | Location | VX tonf | VY tonf |
|--------|--------------|----------|------------|------------|
| Story1 | SISMO EST XX | Bottom | -458.6977 | 0 |
| Story1 | SISMO EST YY | Bottom | 0 | -458.6977 |

ANÁLISIS SÍSMICO DINÁMICO INICIAL

| Story | Output Case | Location | VX tonf | VY tonf |
|--------|-------------|----------|------------|------------|
| Story1 | SIS DIN XX | Bottom | 267.6428 | 84.5516 |
| Story1 | SIS DIN YY | Bottom | 83.7362 | 270.4764 |

ANÁLISIS SÍSMICO DINÁMICO FINAL

| Story | Output Case | Location | VX tonf | VY tonf |
|--------|-------------|----------|------------|------------|
| Story1 | SIS DIN XX | Bottom | 366.9571 | 115.9265 |
| Story1 | SIS DIN YY | Bottom | 113.6057 | 366.9581 |

| | CM | | CR | |
|--------------------------|--------|---------|--------|---------|
| | 6.7004 | 10.5132 | 6.922 | 11.3773 |
| | 6.6959 | 10.5118 | 6.8705 | 10.7913 |
| | 6.6959 | 10.5118 | 6.7499 | 10.6013 |
| | 6.6959 | 10.5118 | 6.6424 | 10.4907 |
| | 6.6959 | 10.5118 | 6.5526 | 10.4024 |
| | 6.6959 | 10.5118 | 6.4705 | 10.3219 |
| | 6.6596 | 10.5038 | 6.4041 | 10.24 |
| PROMEDIO SUPERESTRUCTURA | 6.69 | 10.51 | 6.66 | 10.60 |
| INTERFAZ | 6.9029 | 10.7519 | 8.825 | 10.0491 |

PARAMETROS

| | |
|----|------------|
| Z | 0.35 |
| U | 1 |
| C | 2.5 |
| S | 1.15 |
| R | 1 |
| Ps | 1864.01 TN |



METRADO DE CARGAS

| | | |
|------|---------|----|
| | 1779.37 | |
| CM= | 63 | Tn |
| CV= | 338.548 | Tn |
| CSH= | 1875.66 | Tn |
| CSV= | 537.15 | Tn |
| CN= | 0 | Tn |

0,5 (1,5 ZS) CM.

a) CARGA VERTICAL PROMEDIO

- a) Carga vertical promedio:
1,0 CM + 0,5 CV

| | | |
|------|----------------|----|
| | 1948.65 | |
| CVP= | 03 | |
| | 1779.37 | |
| CM= | 63 | Tn |
| CV= | 338.548 | Tn |

- b) Carga vertical máxima: ✓
1,25 (CM + CV) + 1,0 (CSH + CSV) + 0,2 CN

| | | |
|------|----------------|--|
| | 5060.21 | |
| CVM= | 8 | |
| | 1779.37 | |
| CM= | 63 | |
| CV= | 338.548 | |
| CSH= | 1875.66 | |
| CSV= | 537.15 | |
| CN= | 0 | |

- c) Carga vertical mínima:
0,9 CM – 1,0 (CSH + CSV)

| | | |
|-------|-----------------|----|
| CVM= | -811.374 | |
| | 1779.37 | |
| CM= | 63 | Tn |
| CSH= | 1875.66 | Tn |
| CVSV= | 537.15 | Tn |

RESUMEN DE CARGAS



CARGA VERTICAL PROMEDIO

1948.650 Tn
3

CARGA VERTICAL MAXIMO

5060.2 Tn
18

CARGA VERTICAL MINIMO

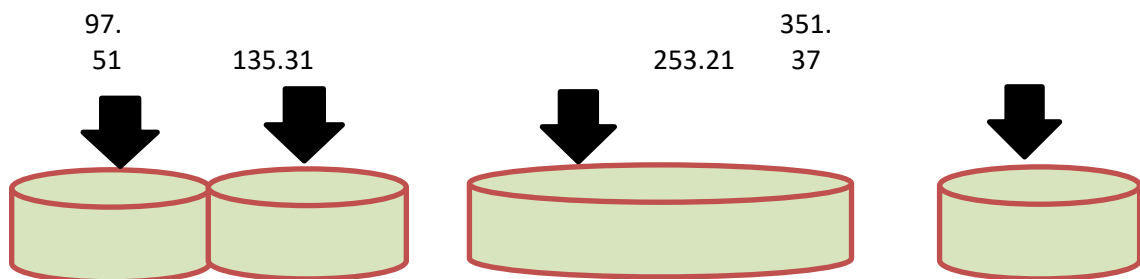
- Tn
811.37
4

| | | | | | | |
|---------------------------|--|--------------------------|--|--|--|--------------------------|
| CARGA EN LOS DISPOSITIVOS | | | | | | |
| 9.043 Tn/m ² | | 23.484 Tn/m ² | | | | -3.765 Tn/m ² |

AREA TOTAL DEL DIAGRAMA

AREA= 215.47 m²
89

| DISPOSITIVOS | AREA TRIBUTARIA | CARGA VERTICAL PROMEDIO | CARGA VERTICAL MAXIMO | CARGA VERTICAL MINIMO |
|--------------|----------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|
| ESQUINADO = | 4.85 m ² | 9.04 43.86 Tn | 23.48 113.9 Tn | - 3.7 18.26 |
| EXCENTRICO = | 10.78 m ² | 97.51 Tn | 253.21 Tn | - 40.60 |
| CENTRICO = | 14.96 m ² | 135.31 Tn | 351.37 Tn | - 56.34 |



PESO SISMICO SOBRE EL INTERFAZ DE AISLAMIENTO

P= 1864.0133 Tn

P= 18279.81923 Kn



PESO EFECTIVO SIN NIVEL DE BASE

Ps= 1570.4 Tn
 Ps= 15400.1 Kn

SISMO MAXIMO CONSIDERADO

Sam 1.509 mm/s²

1 DESPLAZAMIENTO MAXIMO (DM)

DM= 339.4 mm 33.9 cm
 SaM= 1.509 mm/s²
 TM= 3.50 sg
 BM= 1.38 --

Periodo efectivo para desplazamiento maximo TM

TM= 1.24 sg 3.5
 TM= 3.5
 P= 18279.82 Kn
 KM= 47.96 Kn/mm
 g= 9810 mm/s²

DESPLAZAMIENTO MAXIMO

Dm = 339.4 mm 26250

2 DESPLAZAMIENTO TOTAL MAXIMO (DTM)

y= 4300 mm
 b= 11960 mm
 d= 18950 mm
 e= 1950 mm
 Dm = 339.4 mm
 Pt= 1.12701613 PERIODO 1.127016 Pt 1.3344
 MODO 13 formula 927
 1/MODO3
 =

DESPLAZAMIENTO TOTAL MAXIMO

DTM= 392.9 mm 39.29 cm 0.392927 834

PROPIEDADES DEL SISTEMA DE AISLACION

DATOS PARA EL CALCULO DE LAS PROPIEDADES FISICAS DEL DISPOSITIVO



| | | | | |
|-------------------------------------|--------|-----|------|-------|
| DM= | 339.39 | mm | 0.34 | m |
| DTM= | 392.93 | mm | 0.39 | m |
| TM= | 3.50 | Sg | 3.50 | Sg |
| CARGA EN DISPOSITIVO A (centro) | 135.31 | Tn | 0.14 | Mpa.m |
| CARGA EN DISPOSITIVO B (excentrico) | 97.51 | Tn | 0.10 | Mpa.m |
| DEFORMACION POR CORTE | 1.5 | --- | 1.5 | --- |
| MODULO DE CORTE | 0.80 | Mpa | 0.80 | Mpa |

| PROPIEDADES FISICAS DEL AISLADOR | | | |
|-------------------------------------|--------|--------|----------------|
| Propiedades | Tipo A | Tipo B | Unidades |
| RIGIDIZ HORIZONTAL DEL DISPOSITIVO | 0.44 | 0.31 | Mpa.m (Kn/mm) |
| ALTURA DE CAUCHO | 0.23 | 0.23 | m |
| AREA DEL DISPOSITIVO | 0.12 | 0.09 | m ² |
| DIAMETRO DEL AISLADOR | 0.40 | 0.34 | m |
| DESPLAZAMIENTO MAXIMO | 0.34 | 0.34 | m |
| DESPLAZAMIENTO TOTAL MAXIMO | 0.39 | 0.39 | m |
| MODULO DE CORTE | 0.80 | 0.80 | Mpa |
| PORCENTAJE DE AMORTIGUAMIENTO | 0.15 | 0.15 | ---- |
| CANTIDAD DE AISLADORES HDRB | 25 | 24 | Unidades |
| CARGA EN DISPOSITIVO A (centro) | 135.31 | | Tn |
| CARGA EN DISPOSITIVO B (excentrico) | | 97.51 | Tn |

| PROPIEDADES FISICAS | | Dispositivo Tipo A |
|----------------------------------|--------|--------------------|
| TDRI - HDRB | UNIDAD | 135.31 |
| 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 Kv | Kn/mm | 1320 |
| Rigidez Horizontal Efectiva Keff | 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 |

BASE EMPOTRADA



DERIVAS CON R = 4.5

| DERIVAS (Sentido X) | | | | | | | | | |
|---------------------|-----------|----------------|----------|------------|-------------|-------------|---------------|-------|---------------|
| Nive I | Diafragma | Caso | UX (m) | Altura (m) | D. RELATIVO | D. ELASTICO | D. INELASTICO | E-030 | CONTROL E-030 |
| NIV EL 7 | D7 | SIS_ DIN_X Max | 0.032908 | 2.8 | 0.0039 | 0.0014 | 0.0047 | 0.07 | OK |
| NIV EL 6 | D6 | SIS_ DIN_X Max | 0.029039 | 2.8 | 0.0045 | 0.0016 | 0.0054 | 0.07 | OK |
| NIV EL 5 | D5 | SIS_ DIN_X Max | 0.024533 | 2.8 | 0.0052 | 0.0018 | 0.0062 | 0.07 | OK |
| NIV EL 4 | D4 | SIS_ DIN_X Max | 0.019361 | 2.8 | 0.0056 | 0.0020 | 0.0068 | 0.07 | OK |
| NIV EL 3 | D3 | SIS_ DIN_X Max | 0.013746 | 2.8 | 0.0056 | 0.0020 | 0.0068 | 0.07 | OK |
| NIV EL 2 | D2 | SIS_ DIN_X Max | 0.008138 | 2.8 | 0.0049 | 0.0018 | 0.0059 | 0.07 | OK |
| NIV EL 1 | D1 | SIS_ DIN_X Max | 0.003205 | 3.5 | | | | | |

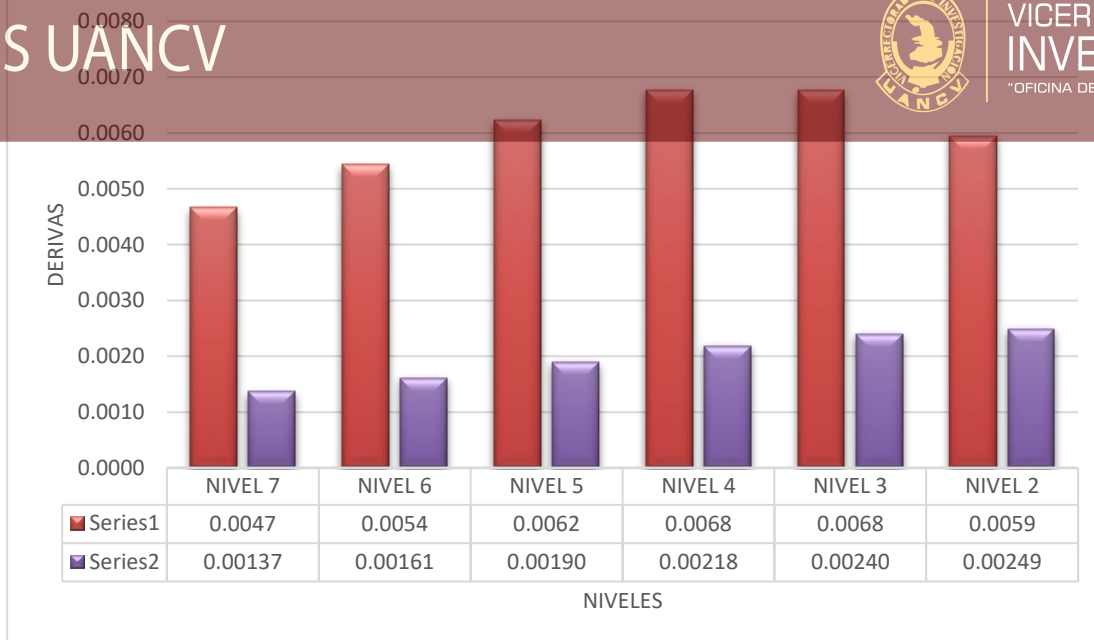
| DERIVAS (Sentido Y) | | | | | | | | | |
|---------------------|-----------|----------------|----------|------------|-------------|-------------|---------------|-------|---------------|
| Nive I | Diafragma | Caso | UY (m) | Altura (m) | D. RELATIVO | D. ELASTICO | D. INELASTICO | E-030 | CONTROL E-030 |
| NIV EL 7 | D7 | SIS_ DIN_Y Max | 0.025847 | 2.8 | 0.0027 | 0.0010 | 0.0032 | 0.07 | OK |
| NIV EL 6 | D6 | SIS_ DIN_Y Max | 0.023172 | 2.8 | 0.0033 | 0.0012 | 0.0040 | 0.07 | OK |
| NIV EL 5 | D5 | SIS_ DIN_Y Max | 0.019876 | 2.8 | 0.0039 | 0.0014 | 0.0047 | 0.07 | OK |
| NIV EL 4 | D4 | SIS_ DIN_Y Max | 0.01598 | 2.8 | 0.0043 | 0.0015 | 0.0052 | 0.07 | OK |
| NIV EL 3 | D3 | SIS_ DIN_Y Max | 0.01166 | 2.8 | 0.0044 | 0.0016 | 0.0054 | 0.07 | OK |



| | | | | | | | | | |
|----------|----|----------------|----------|-----|--------|--------|---------------|-------|----|
| NIV EL 2 | D2 | SIS_ DIN_Y Max | 0.007217 | 2.8 | 0.0042 | 0.0015 | 0.0050 | 0.007 | OK |
| NIV EL 1 | D1 | SIS_ DIN_Y Max | 0.003049 | 3.5 | | | | | |

Sentido X-X

| Nivel | Diafragma | Caso | D. INELASTICO | E-030 | Diafragma | Caso | D. INELASTICO | E-031 | INFLUENCIA % |
|----------|-----------|----------------|---------------|-------|-----------|----------------|----------------|--------|--------------|
| NIV EL 7 | D7 | SIS_ DIN_X Max | 0.0047 | 0.007 | D5 | SMC EN X-X R=1 | 0.00137 | 0.0035 | 71% |
| NIV EL 6 | D6 | SIS_ DIN_X Max | 0.0054 | 0.007 | D5 | SMC EN X-X R=1 | 0.00161 | 0.0035 | 70% |
| NIV EL 5 | D5 | SIS_ DIN_X Max | 0.0062 | 0.007 | D5 | SMC EN X-X R=1 | 0.00190 | 0.0035 | 70% |
| NIV EL 4 | D4 | SIS_ DIN_X Max | 0.0068 | 0.007 | D4 | SMC EN X-X R=1 | 0.00218 | 0.0035 | 68% |
| NIV EL 3 | D3 | SIS_ DIN_X Max | 0.0068 | 0.007 | D3 | SMC EN X-X R=1 | 0.00240 | 0.0035 | 64% |
| NIV EL 2 | D2 | SIS_ DIN_X Max | 0.0059 | 0.007 | D2 | SMC EN X-X R=1 | 0.00249 | 0.0035 | 58% |
| NIV EL 1 | D1 | SIS_ DIN_X Max | | | D1 | SMC EN X-X R=1 | 0.00175 | 0.0035 | |



BASE DESACOPLADA

DERIVAS CON R = 1

| DERIVAS (Sentido X) | | | | | | | | | |
|---------------------|-----------|----------------|----------|------------|-------------|-------------|----------------|-------|---------------|
| Nivel | Diafragma | Caso | UX (m) | Altura (m) | D. RELATIVO | D. ELASTICO | D. INELASTICO | E-031 | CONTROL E-031 |
| NIVEL 7 | D7 | SMC EN X-X R=1 | 0.314991 | 2.8 | 0.0051 | 0.0018 | 0.00137 | 0.035 | OK |
| NIVEL 6 | D6 | SMC EN X-X R=1 | 0.309879 | 2.8 | 0.0060 | 0.0022 | 0.00161 | 0.035 | OK |
| NIVEL 5 | D5 | SMC EN X-X R=1 | 0.303856 | 2.8 | 0.0071 | 0.0025 | 0.00190 | 0.035 | OK |
| NIVEL 4 | D4 | SMC EN X-X R=1 | 0.296763 | 2.8 | 0.0081 | 0.0029 | 0.00218 | 0.035 | OK |
| NIVEL 3 | D3 | SMC EN X-X R=1 | 0.288618 | 2.8 | 0.0090 | 0.0032 | 0.00240 | 0.035 | OK |
| NIVEL 2 | D2 | SMC EN X-X R=1 | 0.27965 | 2.8 | 0.0093 | 0.0033 | 0.00249 | 0.035 | OK |
| NIVEL 1 | D1 | SMC EN X-X R=1 | 0.270346 | 3.5 | 0.0082 | 0.0023 | 0.00175 | 0.035 | OK |
| NIVEL TECNICO | D.AISL | SMC EN X-X R=1 | 0.262162 | | | | | | |

| DERIVAS (Sentido Y) | | | | | | | | | |
|---------------------|-----------|------|--------|------------|-------------|-------------|---------------|-------|---------------|
| Nivel | Diafragma | Caso | UY (m) | Altura (m) | D. RELATIVO | D. ELASTICO | D. INELASTICO | E-031 | CONTROL E-031 |



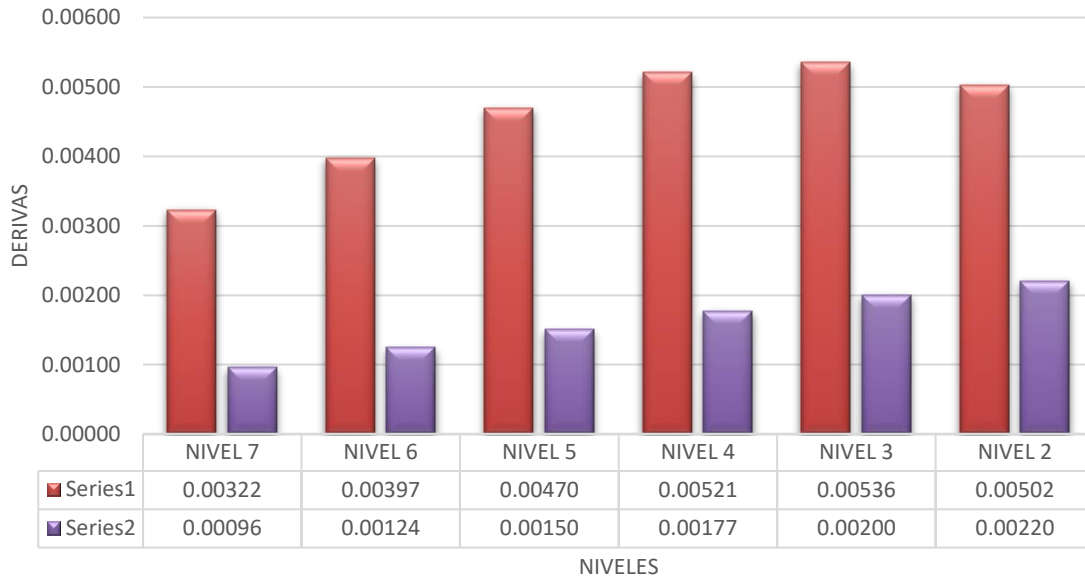
| | | | | | | | | | |
|----------------------|--------|-------------------|--------------|-----|--------|--------|----------------|------------|----|
| NIVEL 7 | D7 | SMC EN Y-Y R=1 | 0.30744 3 | 2.8 | 0.0036 | 0.0013 | 0.00096 | 0.0 035 | OK |
| NIVEL 6 | D6 | SMC EN Y-Y R=1 | 0.30386 5 | 2.8 | 0.0046 | 0.0017 | 0.00124 | 0.0 035 | OK |
| NIVEL 5 | D5 | SMC EN Y-Y R=1 | 0.29922 | 2.8 | 0.0056 | 0.0020 | 0.00150 | 0.0 035 | OK |
| NIVEL 4 | D4 | SMC EN Y-Y R=1 | 0.29360 3 | 2.8 | 0.0066 | 0.0024 | 0.00177 | 0.0 035 | OK |
| NIVEL 3 | D3 | SMC EN Y-Y R=1 | 0.28700 6 | 2.8 | 0.0075 | 0.0027 | 0.00200 | 0.0 035 | OK |
| NIVEL 2 | D2 | SMC EN Y-Y R=1 | 0.27952 9 | 2.8 | 0.0082 | 0.0029 | 0.00220 | 0.0 035 | OK |
| NIVEL 1 | D1 | SMC EN Y-Y R=1 | 0.27131 3 | 3.5 | 0.0088 | 0.0025 | 0.00189 | 0.0 035 | OK |
| NIVEL TECNIC O | D.AISL | SMC EN Y-Y R=1 | 0.26248 8 | | | | | | |

Sentido Y-Y

| Nivel | Diafragma | Caso | D. INELAS TICO | E- 030 | Diafragma | Caso | D. INELAS TICO | E- 03 1 | INFLUE NCIA % |
|---------|-----------|----------------------|----------------------|-----------|-----------|----------------------|----------------------|---------------|------------------|
| NIVEL 7 | D7 | SIS_ DIN_Y Max | 0.00322 | 0.00 7 | D5 | SMC EN Y-Y R=1 | 0.00096 | 0.0 035 | 70% |
| NIVEL 6 | D6 | SIS_ DIN_Y Max | 0.00397 | 0.00 7 | D5 | SMC EN Y-Y R=1 | 0.00124 | 0.0 035 | 69% |
| NIVEL 5 | D5 | SIS_ DIN_Y Max | 0.00470 | 0.00 7 | D5 | SMC EN Y-Y R=1 | 0.00150 | 0.0 035 | 68% |
| NIVEL 4 | D4 | SIS_ DIN_Y Max | 0.00521 | 0.00 7 | D4 | SMC EN Y-Y R=1 | 0.00177 | 0.0 035 | 66% |
| NIVEL 3 | D3 | SIS_ DIN_Y Max | 0.00536 | 0.00 7 | D3 | SMC EN Y-Y R=1 | 0.00200 | 0.0 035 | 63% |
| NIVEL 2 | D2 | SIS_ DIN_Y Max | 0.00502 | 0.00 7 | D2 | SMC EN Y-Y R=1 | 0.00220 | 0.0 035 | 56% |
| NIVEL 1 | D1 | SIS_ DIN_Y Max | | | D1 | SMC EN Y-Y R=1 | 0.00189 | 0.0 035 | |



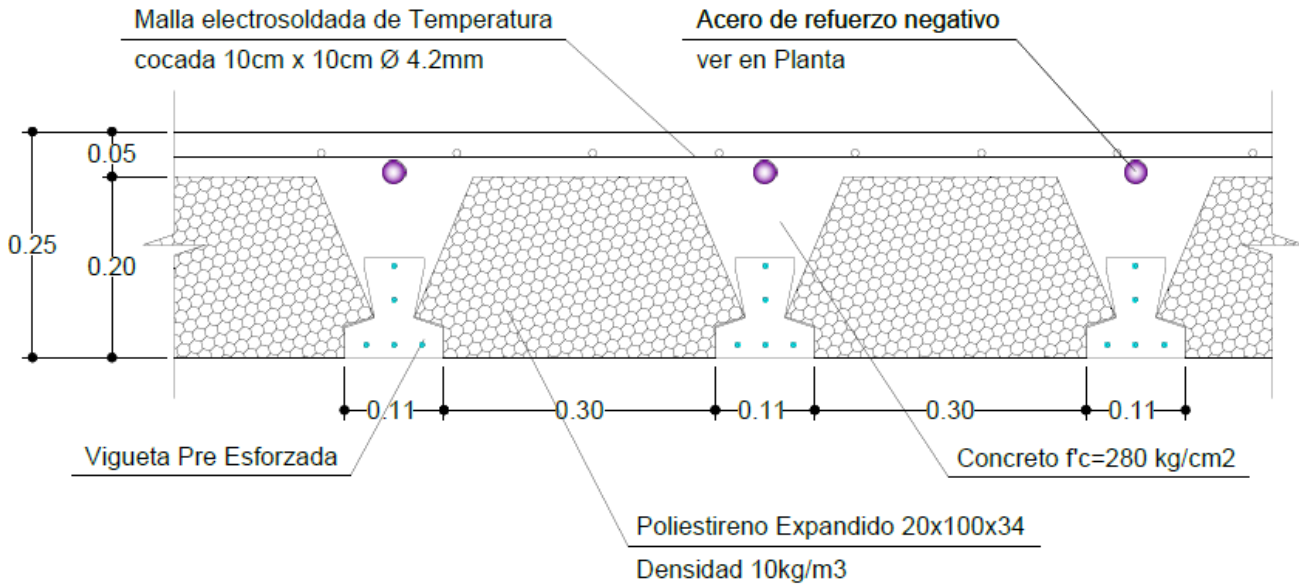
INFLUENCIA - DERIVAS Y-Y BASE EMPOTRADA VS BASE DESACOPLADA



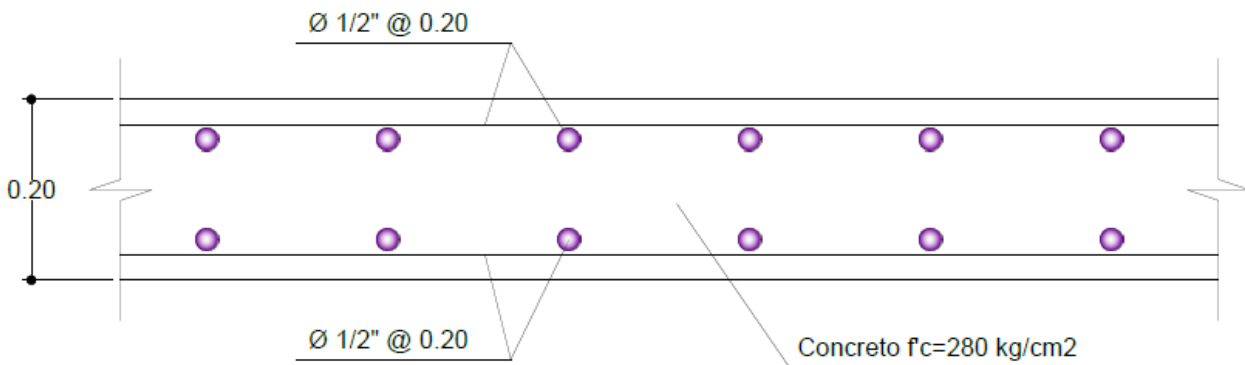


ANEXOS 3

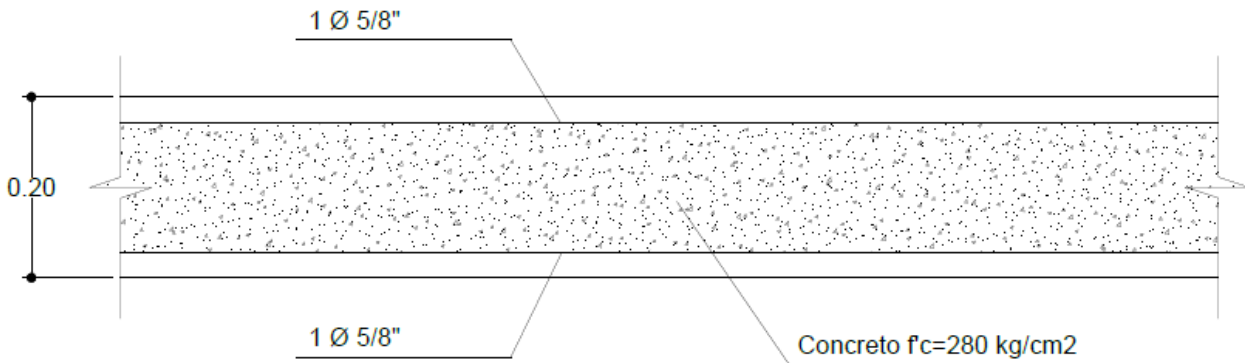
PLANO DE LA PROPUESTA ESTRUCTURAL



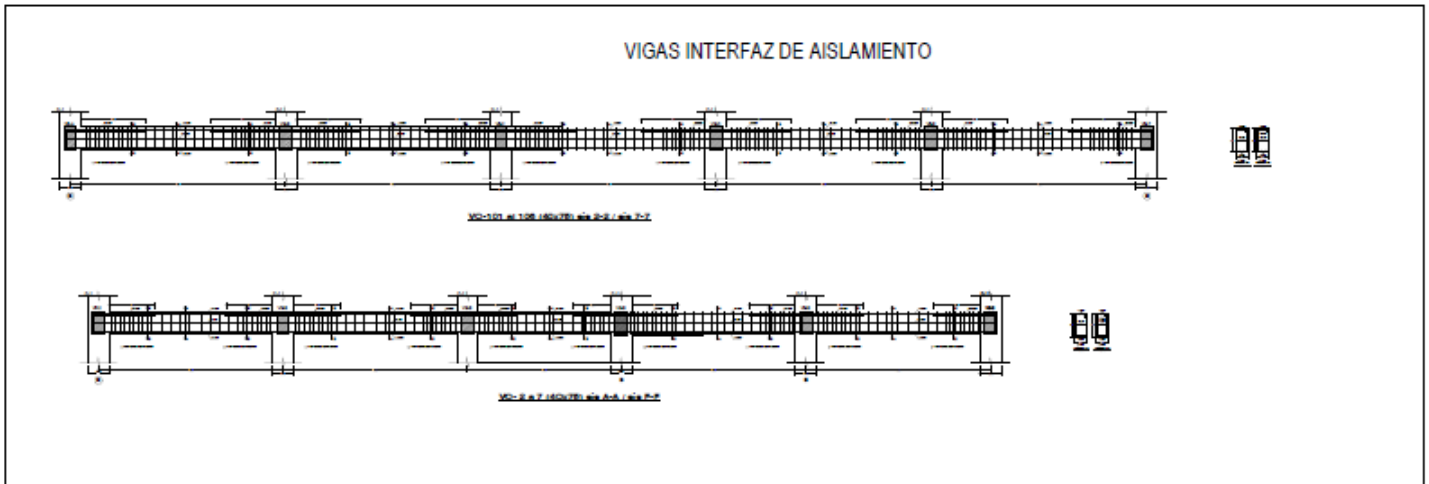
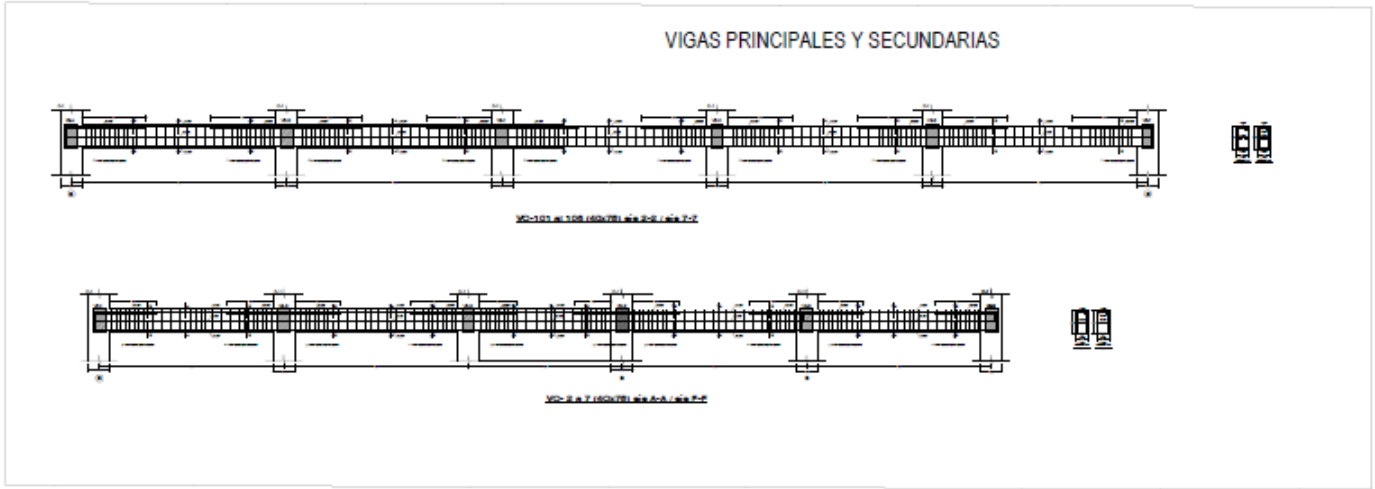
DETALLE DE LOSA ALIGERADA T-101, e=0.25m
ESC: 1/10

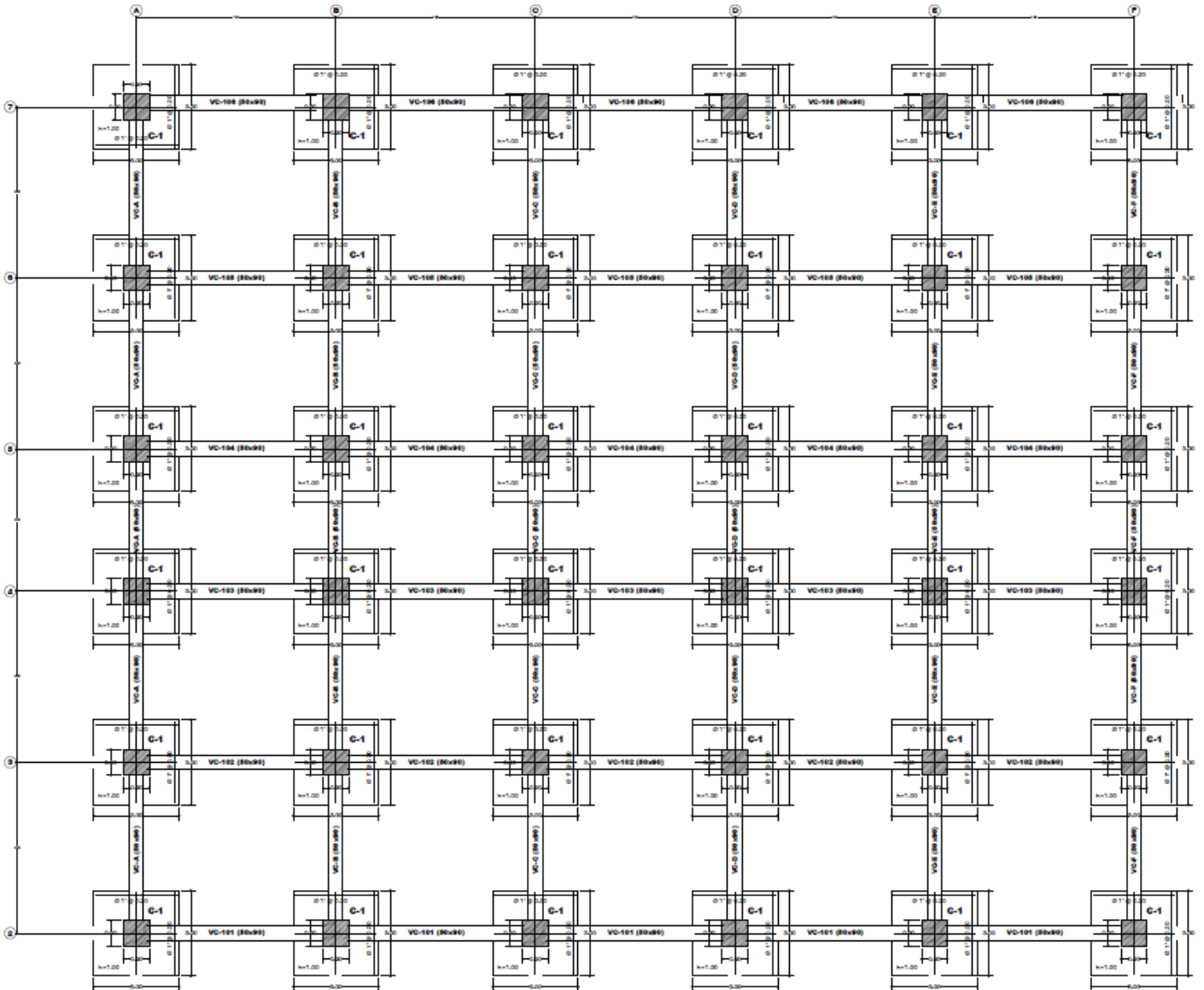


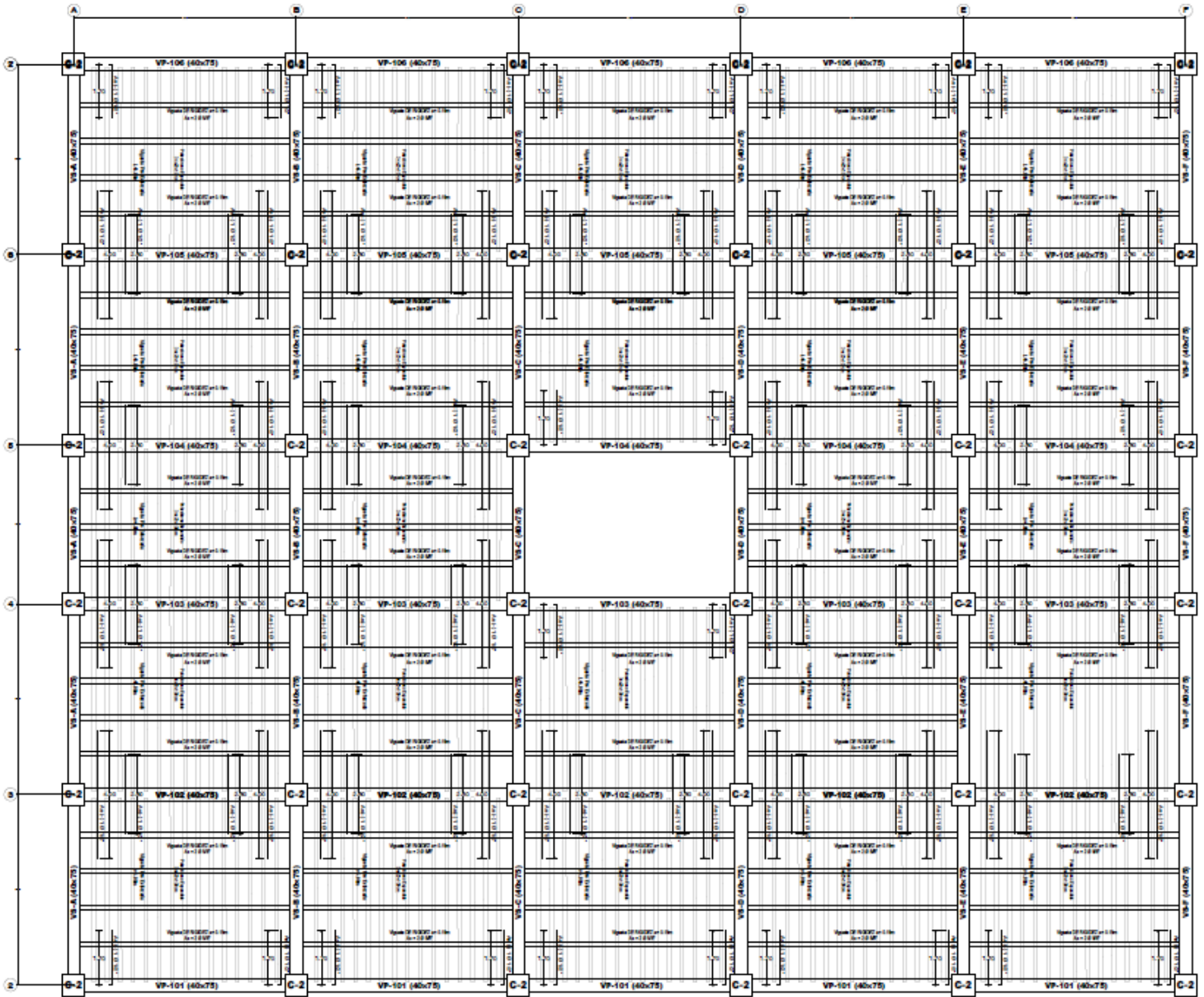
DETALLE DE LOSA MACIZA e=0.20m
ESC: 1/10

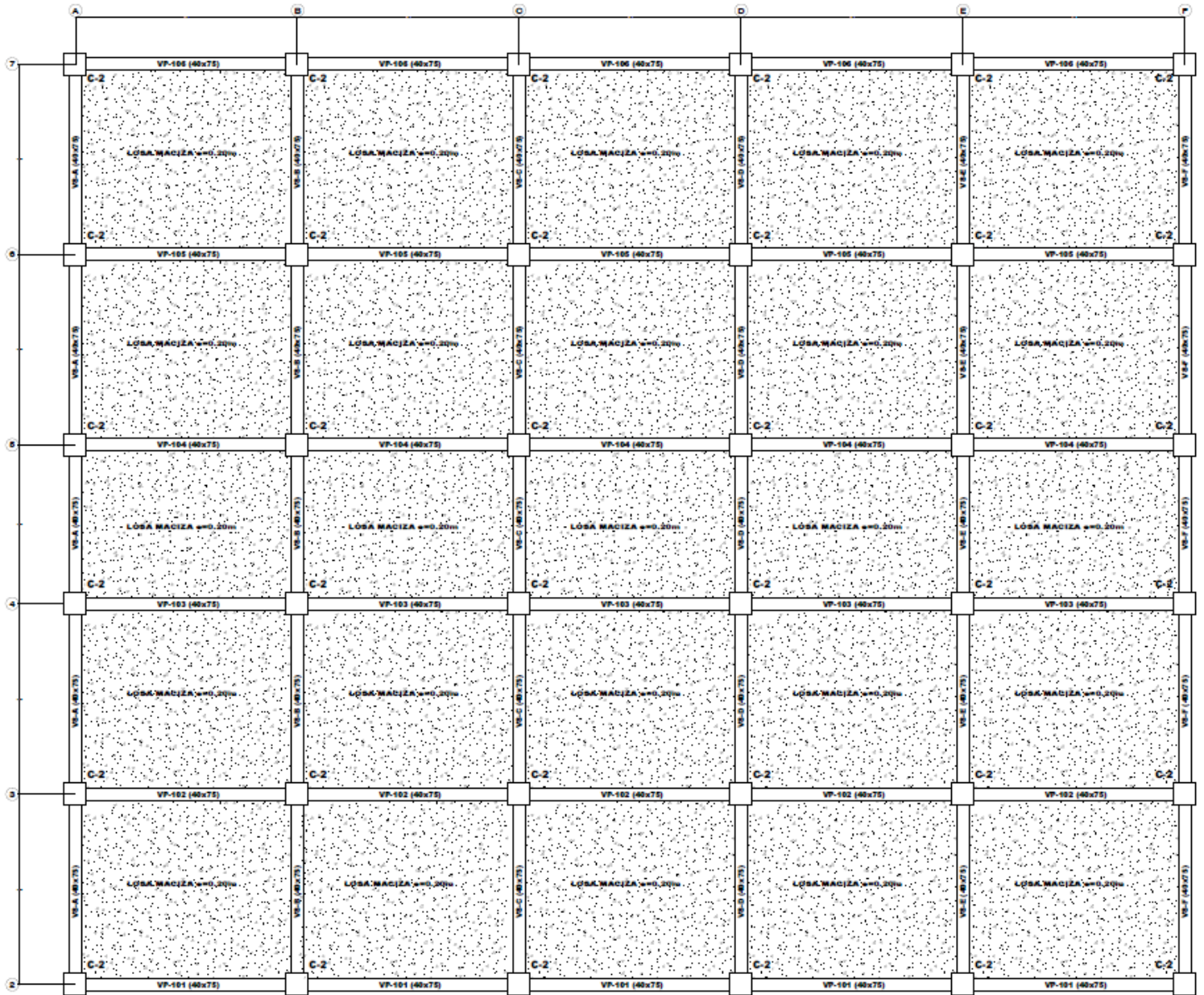


REFUERZO DE BORDE - LOSA MACIZA e=0.20m
ESC: 1/10









VIGAS INTERFAZ DE AISLAMIENTO



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 28/11/2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: GIAN MARCO LUQUE AYARQUISPE

Dirección: Av. Mariscal Castilla nro 112 - huancane

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 70126840

Teléfono: 930762892 email: gianmarco1670@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

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

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO CIVIL

Asesor: M. Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: ANÁLISIS SÍSMICO MODAL ESPECTRAL DE UNA EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO DESACOPLADA ESTRUCTURALMENTE POR AISLADORES DE BASE

Palabras claves, (3 a 5 términos): Desacoplamiento estructural, análisis dinámico espectral, interfaz de aislamiento, aislamiento sísmico

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

2

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

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



2. Referencia de tesis:

Bachiller 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

28 DE NOVIEMBRE 2025

Fecha