

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



**UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN**

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**MODELAMIENTO ESTRUCTURAL EN
RESPUESTAS DINÁMICAS UTILIZANDO
DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO DEL EDIFICIO
ADMINISTRATIVO DE LA UNIVERSIDAD
NACIONAL DE JAÉN - 2024**

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

**Autores: Bach. Roosevelt Anderson Crisanto Cusma
Bach. Rosa Eliana Pasapera Arteaga**

Asesor: M. Sc. Marcos Antonio Gonzales Santisteban

Línea de investigación: LI_IC_01 – Estructuras

JAÉN – PERÚ

2025

Crisanto Cusma Roosevelt Anderson Pasapera Artea...

MODELAMIENTO ESTRUCTURAL EN RESPUESTAS DINAMICAS UTILIZANDO DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO DEL EDIFI...

-  Quick Submit
-  Quick Submit
-  Universidad Nacional de Jaen

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3274103057

87 Páginas

Fecha de entrega

11 jun 2025, 10:27 a.m. GMT-5

17.620 Palabras

98.032 Caracteres

Fecha de descarga

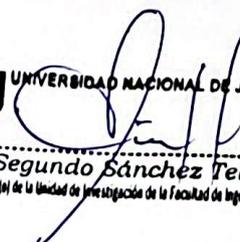
11 jun 2025, 10:37 a.m. GMT-5

Nombre de archivo

SON_CRISANTO_CUSMA_ROSA_ELIANA_PASAPERA_ARTEAGA_INFORME_1_2.pdf

Tamaño de archivo

10.3 MB



UNJ UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Dr. Segundo Sánchez Tello
Responsable I+D+i de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería

7% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

Fuentes principales

- 7%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 2%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

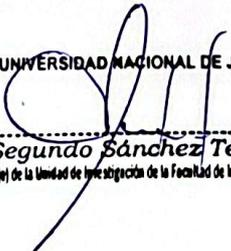
N.º de alertas de integridad para revisión

-  **Caracteres reemplazados**
249 caracteres sospechosos en N.º de páginas
Las letras son intercambiadas por caracteres similares de otro alfabeto.
-  **Texto oculto**
1261 caracteres sospechosos en N.º de páginas
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

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.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN



Dr. Segundo Sánchez Tello
Responsable del de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería

Fuentes principales

- 7% Fuentes de Internet
- 0% Publicaciones
- 2% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

| | | | |
|---|-------------------------|---|-----|
| 1 | Internet | hdl.handle.net | 4% |
| 2 | Internet | repositorio.unj.edu.pe | 1% |
| 3 | Trabajos del estudiante | Universidad Católica de Santa María | <1% |
| 4 | Internet | repositorio.ucv.edu.pe | <1% |
| 5 | Trabajos del estudiante | Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez | <1% |
| 6 | Trabajos del estudiante | Universidad Nacional de Trujillo | <1% |
| 7 | Internet | repositorio.uladech.edu.pe | <1% |



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N° 29304

Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 20 de junio del año 2025, siendo las 12:00 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente : Dra. Zadiith Nancy Garrido Campaña

Secretario : Dr. Manuel Emilio Milla Pino

Vocal : Mg. Edinson Viamney Llamo Goicochea, para evaluar la Sustentación del Informe Final:

() Trabajo de Investigación

(X) Tesls

() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: "MODELAMIENTO ESTRUCTURAL EN RESPUESTAS DINÁMICAS UTILIZANDO DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO DEL EDIFICIO ADMINISTRATIVO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN – 2024", presentado por los Bachilleres: **Crisanto Cusma Roosvelt Anderson y Pasapera Arteaga Rosa Eliana** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

(X) Aprobar () Desaprobar (X) Unanimidad () Mayoría

Con la siguiente mención:

| | | |
|----------------|------------|--------|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | () |
| b) Muy bueno | 16, 17 | () |
| c) Bueno | 14, 15 | (15) |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 ò menos | () |

Siendo las 13:00 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Dra. Zadiith Nancy Garrido Campaña
Presidente

Dr. Manuel Emilio Milla Pino
Secretario

Mg. Edinson Viamney Llamo Goicochea
Vocal

“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

ANEXO N°06:

**DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD Y DE NO PLAGIO
DE LA TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (PREGRADO)**

Yo, Crisanto Cusma Roosevelt Anderson, identificado con DNI 70087239 y Pasapera Arteaga Rosa Eliana, identificada con DNI 75071033, bachilleres de la carrera Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jaén.

Declaramos bajo juramento que:

1. Somos Autores del trabajo titulado:

“MODELAMIENTO ESTRUCTURAL EN RESPUESTAS DINÁMICAS UTILIZANDO DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO DEL EDIFICIO ADMINISTRATIVO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN - 2024”.

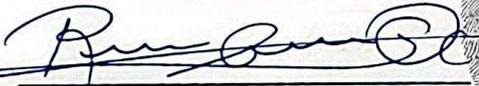
Asesorado por **M.Sc. Marcos Antonio Gonzales Santiesteban.**

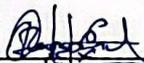
El mismo que presento bajo la modalidad de bachiller para optar; el Título Profesional/Grado Académico de Ingeniero Civil.

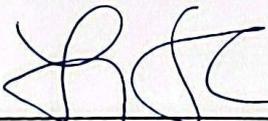
2. El texto de mi trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros, incluidos los derechos de propiedad intelectual. En el sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.
3. El texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.
4. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.
5. Declaro que mi trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad Nacional de Jaén.
6. Soy consciente de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Nacional de Jaén 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.

Jaén, 23 de julio del 2025.


Roosevelt Anderson Crisanto Cusma


Rosa Eliana Pasapera Arteaga


M.Sc. Marcos Antonio Gonzales

ÍNDICE GENERAL

| | Página |
|---|--------|
| RESUMEN | |
| ABSTRACT | 8 |
| I. INTRODUCCIÓN | 9 |
| 1.1. Descripción de la realidad Problemática | 9 |
| 1.2. Justificación | 10 |
| 1.3. Hipótesis | 11 |
| 1.4. Objetivos | 11 |
| 1.4.1. Objetivos generales | 11 |
| 1.4.2. Objetivos específicos | 11 |
| 1.5. Antecedentes de la investigación | 12 |
| 1.5.1. Internacionales | 12 |
| 1.5.2. Nacionales | 14 |
| 1.5.3. Regional y/o Local | 16 |
| II. MATERIAL Y MÉTODOS | 17 |
| 2.1. Descripción de la estructura a modelar | 17 |
| 2.2. Ubicación geográfica | 18 |
| 2.3. Población, muestra y muestreo | 18 |
| 2.3.1. Población | 18 |
| 2.3.2. Muestra | 18 |
| 2.3.3. Muestreo | 18 |
| 2.4. Método | 18 |
| 2.5. Técnica | 19 |
| 2.6. Análisis de datos | 20 |
| 2.6.1. Modelado del bloque administrativo | 21 |
| 2.6.2. Análisis sísmico estático | 28 |
| 2.6.3. Análisis dinámico espectral | 29 |
| 2.6.3.1. Escalamiento del acelerograma respecto al espectro de diseño | 32 |
| 2.6.4. Análisis dinámico Tiempo - Historia | 37 |
| 2.6.5. Cálculo de los disipadores de fluido viscoso | 40 |
| 2.6.5.1. Factor de reducción de respuesta (β_x, β_y) | 41 |
| 2.6.5.2. Amortiguamiento efectivo ($\beta_{eff\ x}, \beta_{eff\ y}$) | 41 |
| 2.6.5.3. Amortiguamiento viscoso ($\beta_h\ x, \beta_h\ y$) | 41 |
| 2.6.5.4. Rigidez del brazo metálico (K) | 42 |
| 2.6.5.5. Exponente de velocidad (α) y parámetro lambda (λ) | 43 |

| | |
|---|-----------|
| 2.6.5.6. Coeficiente de amortiguamiento no lineal | 43 |
| 2.6.5.7. Modelamiento de los disipadores en el programa | 48 |
| III. RESULTADOS | 55 |
| 3.1. Realizar en análisis estático y dinámico del edificio..... | 55 |
| 3.1.1. Análisis estático | 55 |
| 3.1.2. Análisis dinámico espectral | 55 |
| 3.2. Desarrollar el diseño del disipador viscoso mediante la normativa internacional. | 58 |
| 3.2.1. Factor de reducción de respuesta (θ_x , θ_y) | 58 |
| 3.2.2. Amortiguamiento efectivo ($\theta_{eff\ x}$, $\theta_{eff\ y}$) | 58 |
| 3.2.3. Amortiguamiento viscoso ($\theta_h\ x$, $\theta_h\ y$) | 58 |
| 3.2.4. Rigidez del brazo metálico (K) | 58 |
| 3.2.5. Exponente de velocidad (α) y parámetro lambda (λ) | 59 |
| 3.2.6. Coeficiente de amortiguamiento no lineal | 59 |
| 3.3. Comparar las respuestas dinámicas y esfuerzos de la estructura con o sin disipadores de fluido viscoso | 60 |
| IV. DISCUSIÓN | 62 |
| V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 65 |
| 5.1. Conclusiones..... | 65 |
| 5.2. Recomendaciones | 67 |
| VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 68 |
| AGRADECIMIENTO | 70 |
| DEDICATORIA | 71 |
| ANEXOS | 73 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Parámetros sísmicos..... | 29 |
| Tabla 2. Parámetros sísmicos con $R=1$ | 30 |
| Tabla 3. Modos de vibración de la edificación..... | 32 |
| Tabla 4. Distorsiones de entepiso para la dirección X-X | 32 |
| Tabla 5. Distorsiones de entepiso para la dirección Y-Y | 33 |
| Tabla 6. Aceleración máxima del sismo Lima 1966 | 33 |
| Tabla 7. Distorsiones de entepiso para la dirección X - X, CASO 1 | 38 |
| Tabla 8. Distorsiones de entepiso para la dirección Y - Y, CASO 1 | 38 |
| Tabla 9. Distorsiones de entepiso para la dirección X - X, CASO 2 | 39 |
| Tabla 10. Distorsiones de entepiso para la dirección Y - Y, CASO 2 | 38 |
| Tabla 11. Derivas en la dirección X-X, para ambos casos | 39 |
| Tabla 12. Derivas en la dirección Y-Y, para ambos casos | 39 |
| Tabla 13. Variación de distorsiones en la dirección X-X, para ambos casos..... | 40 |
| Tabla 14. Variación de distorsiones en la dirección Y-Y, para ambos casos | 40 |
| Tabla 15. Dimensiones del perfil HSS 7.5x0.50..... | 42 |
| Tabla 16. Valores de λ respecto al exponente de velocidad alfa | 43 |
| Tabla 17. Valores de la masa y peso de la estructura | 44 |
| Tabla 18. Valores del desplazamiento relativo | 46 |
| Tabla 19. Valores de masa, coseno para disipador en X | 47 |
| Tabla 20. Valores de masa, coseno para disipador en Y | 48 |
| Tabla 21. Propiedades del disipador viscoso en X | 48 |
| Tabla 22. Propiedades del disipador viscoso en Y | 50 |
| Tabla 23. Derivas con disipadores de energía en el eje X – Caso 1 | 52 |
| Tabla 24. Derivas con disipadores de energía en el eje Y – Caso 1 | 52 |
| Tabla 25. Derivas con disipadores de energía en el eje X – Caso 2 | 53 |
| Tabla 26. Derivas con disipadores de energía en el eje Y – Caso 2 | 53 |
| Tabla 27. Modos de Vibración de la estructura | 56 |
| Tabla 28. Distorsiones de entepiso para la dirección X-X | 57 |
| Tabla 29. Distorsiones de entepiso para la dirección Y-Y | 57 |
| Tabla 30. Comparación de las derivas en la dirección X, del caso I..... | 60 |
| Tabla 31. Comparación de las derivas en la dirección Y, del caso I..... | 60 |

| | |
|---|----|
| Tabla 32. Comparación de las derivas en la dirección X, del caso II | 61 |
| Tabla 33. Comparación de las derivas en la dirección Y, del caso II | 61 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Vista 3D modulo administrativo, bloque donde se coloco los disipadores.... | 18 |
| Figura 2. Propiedades del concreto..... | 22 |
| Figura 3. Propiedades del acero..... | 23 |
| Figura 4. Datos de la columna C-1 (80x30)..... | 23 |
| Figura 5. Datos de la columna C-2 (30x70)..... | 24 |
| Figura 6. Datos de la viga VP-104 (1 nivel)..... | 24 |
| Figura 7. Datos de la viga VP-204 (1 nivel)..... | 25 |
| Figura 8. Datos de la viga VP-304 (3 nivel)..... | 25 |
| Figura 9. Datos la viga en la VS-105 (1 nivel)..... | 26 |
| Figura 10. Datos viga en la VS-205 (2 nivel)..... | 26 |
| Figura 11. Datos de la VS-305 (3 nivel)..... | 27 |
| Figura 12. Características de losa aligerada..... | 27 |
| Figura 13. Vista en planta de la estructura..... | 29 |
| Figura 14. Espectro de diseño X e Y (R=1)..... | 31 |
| Figura 15. Registro sísmico de fecha 17 de octubre de 1966..... | 34 |
| Figura 16. Registro sísmico del componente EW..... | 35 |
| Figura 17. Espectro a escalar en el registro sísmico NS..... | 35 |
| Figura 18. Registro sísmico del componente EW escalado..... | 36 |
| Figura 19. Registro sísmico del componente NS..... | 36 |
| Figura 20. Espectro a escalar en el registro sísmico NS..... | 37 |
| Figura 21. Registro sísmico del componente NS escalado..... | 37 |
| Figura 22. Angulo θ_j del disipador para la dirección X..... | 46 |
| Figura 23. Angulo θ_j del disipador para la dirección Y..... | 46 |
| Figura 24. Vista en planta de la estructura con disipadores..... | 49 |
| Figura 25. Vista del eje A-A, donde se muestra la colocación del disipador en X..... | 50 |
| Figura 26. Vista del eje F-F, donde se muestra la colocación del disipador en X..... | 50 |
| Figura 27. Vista del eje 1-1, donde se muestra la colocación del disipador en Y..... | 51 |
| Figura 28. Vista del eje 4-4, donde se muestra la colocación del disipador en Y..... | 51 |
| Figura 29. Comportamiento histórico de los disipadores para el caso 1..... | 54 |
| Figura 30. Comportamiento histórico de los disipadores para el caso 2..... | 54 |
| Figura 30. Espectro de diseño X e Y (R=1)..... | 56 |

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo principal realizar el modelamiento estructural para determinar las respuestas dinámicas utilizando disipadores de fluido viscoso del edificio Administrativo de la Universidad Nacional de Jaén, para la evaluación se han utilizado normas internacionales tales como el FEMA y HAZUS-MH. La metodología fue un diseño no experimental, cuantitativo y con alcance aplicada. Entre los resultados, se aprecia que la máxima deriva es 0.0042 en el eje X y 0.0041 en el eje Y, con $R=1$ para un análisis dinámico tiempo historia, una rigidez del brazo metálico $K_x=20,112.46$ tonf/m en el eje X y $K_y=32,822.76$ tonf/m en el eje Y, el coeficiente de amortiguamiento no lineal en la dirección X es de $C_{jx}=20$ t*s/m y $C_{jy}=30$ t*s/m en la dirección Y; y con los disipadores la deriva se redujo a 0.0026 en el eje X y eje Y para el caso 1 y para el caso 2 se redujo a 0.0034 en el eje X y 0.0021 en el eje Y. Se concluye que la incorporación de los disipadores de fluido viscoso en el módulo administrativo, reduce significativamente las distorsiones y mejora el desempeño sísmico de la estructura ante un sismo moderado.

Palabras claves: Derivas, Disipadores de fluido viscoso, Desempeño sísmico.

ABSTRACT

The main objective of this research was to perform the structural modeling to determine the dynamic responses using viscous fluid dissipators of the Administrative building of the National University of Jaen, using international standards such as FEMA and HAZUS-MH for the evaluation. The methodology was a non-experimental design, quantitative and with applicative scope. Among the results, it is appreciated that the maximum drift is 0.0042 in the X axis and 0.0041 in the Y axis for an $R=1$ for a dynamic time history analysis, a stiffness of the metallic arm $K_x= 20,112.46$ tonf/m in the X axis and $K_y=32,822.76$ tonf/m in the Y axis, the nonlinear damping coefficient in the X direction is $C_{jx}=20$ t*s/m and $C_{jy}= 30$ t*s/m in the Y direction; and with the dissipators the drift was reduced to 0.0026 in the X axis and Y axis for case 1 and for case 2 it was reduced to 0.0034 in the X axis and 0.0021 in the Y axis. It is concluded that the incorporation of the viscous fluid dissipators in the administrative module significantly reduces the distortions and improves the seismic performance of the structure in a moderate earthquake.

Keywords: Drifts, Viscous fluid dissipators, Seismic performance.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción de la realidad Problemática

El Cinturón de Fuego del Pacífico, también denominado el Anillo de Fuego del Pacífico, se encuentran varios países que se distingue por su actividad sísmica frecuente. Esto se debe a que parte de la corteza terrestre, tanto continental como oceánica, se superpone en zonas de subducción. Este proceso conlleva a la acumulación de energía que, eventualmente, se libera, dando lugar a ondas sísmicas que se dispersan en diversas direcciones. Este fenómeno se conoce como movimiento sísmico. La incorporación de los disipadores de fluido viscoso en una edificación reduce los desplazamientos relativos y con su instalación no altera su rigidez, su masa del sistema, por lo tanto, se debe instalar en estructuras existentes (Chopra, 2012).

Nuestro país no está exento de esta realidad. La subducción de la placa de Nazca (oceánica) bajo la placa sudamericana (continental) significa que nuestro país es susceptible a la actividad sísmica. Por lo tanto, es crucial que todas las edificaciones estén diseñadas para resistir terremotos de gran magnitud, garantizando que permanezcan completamente operativas y protegiendo la vida de quienes las ocupan. Un ejemplo de la vulnerabilidad de las edificaciones se evidenció en el terremoto de 2001 en Arequipa, que tuvo una magnitud de 8.4 y causó el colapso de una gran parte de la infraestructura de la región. La amenaza de un terremoto de gran magnitud en Lima y Callao, es una de las mayores preocupaciones, por eso los investigadores peruanos y japoneses desarrollan un sistema que permita evaluar en tiempo real, el impacto de la infraestructura crítica y desastres en la población (CISMID, 2025).

En este contexto, dado que el distrito de Jaén se encuentra en la zona sísmica 2, de acuerdo con la Norma E.030-2018 del Reglamento Nacional de Edificaciones, y considerando que las estructuras esenciales deben resistir distintos tipos de eventos sísmicos, es crucial que el edificio del módulo administrativo de la Universidad Nacional de Jaén, esté diseñado para resistir un sismo de intensidad moderada, teniendo en cuenta sus funciones y utilidad. Las construcciones informales no son capaces de soportar un terremoto por la vulnerabilidad sísmica, que es de nivel medio con un 55% total de las casas en el sector La Colina (Tineo y Tello, 2022).

Por lo anterior, es conveniente realizar las comparaciones de las respuestas dinámicas del módulo administrativo de la Universidad Nacional de Jaén, con o sin disipadores de energía Fluido viscoso (Taylor Devices), considerando las Normas ASCE 7-16, FEMA 274 y ATC 40, podemos plantear la siguiente pregunta: ¿De qué manera se puede obtener las respuestas dinámicas utilizando disipadores de fluido viscoso del edificio administrativo de la Universidad Nacional de Jaén?

1.2. Justificación

La investigación se justifica teóricamente porque el avance de estos dispositivos tiene una trayectoria de más de 30 años a nivel mundial, sin embargo, su implementación en nuestro país comenzó en el año 2004 con la construcción del Casino Mubarak en Lima. Este acontecimiento marcó el inicio del uso de estos dispositivos pasivos en nuevas construcciones y en la rehabilitación de estructuras existentes en nuestro país, demostrando ser una técnica efectiva de refuerzo sísmico. Nuestra investigación se está realizando porque a pesar que ya existen estudios a nivel nacional y regional; en el edificio administrativo de la Universidad Nacional de Jaén, aún no se realizan este tipo de estudio, por lo cual vamos a encontrar respuestas dinámicas ante un sismo severo, por lo cual podemos predecir qué sucederá con la edificación.

La investigación se justifica metodológicamente porque se examinará la fiabilidad de los resultados utilizando métodos y fórmulas para determinar si la incorporación del disipador de energía fluido viscoso (Taylor Devices) tiene un impacto positivo en el comportamiento sísmico de estructuras críticas. De este modo, la información obtenida podrá ser aprovechada por otros investigadores.

La investigación se justifica económicamente porque ante un terremoto moderado, es probable que muchas estructuras sufran daños permanentes, lo que resultaría en gastos significativos para repararlas o, en casos más graves, para reconstruirlas por completo. Por esta razón, es fundamental emplear un sistema de protección estructural simple y rentable para reducir la vulnerabilidad sísmica de los edificios, especialmente aquellos considerados esenciales. Uno de estos sistemas son los

disipadores de energía tipo fluido viscoso, los cuales no implicarán costos adicionales significativos. Después de un terremoto, es probable que la estructura no requiera mantenimiento ni reemplazo, lo que significa que los gastos totales de construcción serán prácticamente iguales a la inversión realizada en la instalación de los disipadores.

La investigación se justifica socialmente porque tiene el objetivo de garantizar la seguridad de las personas, preservar las estructuras cruciales y prolongar su vida útil, se ha sugerido disminuir el grado de vulnerabilidad sísmica que muestra el edificio bajo estudio. Esto se logrará al simular el comportamiento sísmico utilizando disipadores de energía fluido viscoso (Taylor Devices). De esta manera, se asegurará la continuidad y el funcionamiento de la estructura antes, durante y después de un terremoto.

1.3. Hipótesis

Las respuestas dinámicas del modelamiento estructural utilizando disipadores de energía de fluido viscoso, tiene mejor desempeño sísmico en un sismo moderado.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivos generales

Determinar las respuestas dinámicas utilizando disipadores de fluido viscoso del edificio administrativo de la Universidad Nacional de Jaén.

1.4.2. Objetivos específicos

- Realizar el análisis estático y dinámico del edificio.
- Desarrollar el diseño de disipador viscoso mediante la normativa internacional.
- Comparar las respuestas dinámicas y esfuerzos de la estructura con o sin disipadores de fluido viscoso.

1.5. Antecedentes de la investigación

1.5.1. Internacionales

Según Cagua et al. (2021) en su investigación tuvo como propósito fue facilitar la comprensión del lector acerca de las funciones de CEINCI-LAB y cómo se integra con OpenSees. Esto se logró mediante la realización de un análisis estático no lineal en una estructura de acero de 6 pisos utilizando la técnica Pushover. La metodología adoptada fue de naturaleza cuantitativa y no experimental. Los resultados indicaron que los elementos de refuerzo propuestos son altamente efectivos cuando se requiere aumentar la resistencia lateral y la capacidad de las estructuras para soportar cargas laterales, como las generadas por un terremoto. La conclusión principal fue que, aunque el programa en sí mismo es bastante complejo, con un poco de programación, ambos programas (CEINCI-LAB y OpenSees) pueden utilizarse de manera conjunta para analizar y entender el comportamiento de una estructura frente a un terremoto, lo que permite estimar un desempeño estructural favorable.

Según lo afirmado por Moreno et al.(2023), en su investigación tuvo como objetivo comparar las prestaciones de dos modelos de un mismo edificio, siendo el primer modelo un diseño estructural tradicional colombiano y el segundo modelo la misma estructura pero con disipadores de energía tipo viscoso. Para ello el autor uso una metodología basada en un análisis dinámico no lineal (tiempo-historia) utilizando sismos representativos, empleando además para el diseño y análisis de las estructuras aporricadas del edificio para uso residencial las versiones académicas del software Etabs V18.1 y Safe V16.0.2. Esta investigación evidenció como resultados una reducción del 28.61% en los desplazamientos de la dirección X y de un 27.11% en la dirección Y, además los dispositivos de amortiguación toman el 64.63% de la energía de entrada en comparación con la amortiguación total de la estructura equivalente al 34.84%. Obteniendo como conclusión que la edificación con disipadores de energía de tipo viscoso tiene un mejor comportamiento estructural, ya que se producen menos desplazamientos y tensiones, provocando así una reducción de secciones y materiales.

En este sentido Ortega Toala (2022), a través de su estudio planteó como objetivo comparar un edificio convencional frente a un edificio con un sistema de disipación de energía tipo ADAS utilizando un análisis estático no lineal PUSHOVER, con el fin de

obtener el punto de desempeño y determinar cuál de los dos es más adecuado para su construcción. La metodología se basó en la recopilación de información y en un método hipo técnico – deductivo que permitió comprobar los resultados obtenidos a través del análisis estático no lineal (PUSHOVER) y el análisis del espectro, de los cuales se obtuvo como resultados la curva de capacidad donde se encuentra el punto de desempeño, que en base al sismo de diseño el edificio con disipador muestra una reducción de desplazamiento de 1.473 cm con respecto al edificio convencional, a su vez para el sismo máximo el desplazamiento tuvo una reducción de 1.446 cm. Se llegó a la conclusión que la implementación de disipadores de energía tipo ADAS en el edificio ayuda a disminuir el desplazamiento y la deformación que tendrá la estructura al ser sometida a cargas horizontales obtenidas de evaluación de sismos de diseño, de servicio y sismo máximo permitiendo que la estructura se encuentre dentro del rango operacional establecido por la norma.

En este sentido Supe (2021), a través de su estudio tuvo como objetivo evaluar el desempeño estructural de los edificios públicos al incorporar amortiguadores viscoelásticos. Para ello el autor utilizó una metodología experimental basada en la Norma Ecuatoriana de la Construcción, además empleó un análisis no lineal estático y dinámico a edificios mayores a ocho niveles en la Sierra Central del Ecuador. Esta investigación obtuvo como resultados que para llegar al punto de desempeño se tuvo un decrecimiento mínimo en el corte, alcanzando un cambio máximo de 5.97%, sin embargo, se observó también la mayor influencia que tuvieron los amortiguadores en los desplazamientos de la estructura, disminuyendo considerablemente en un 23.62%. Obteniendo como conclusión que al incluir los amortiguadores en los edificios, los niveles de desempeño mejoraron considerablemente.

Según lo afirmado por Luzuriaga (2021), en su investigación tuvo como objetivo realizar el análisis comparativo de una edificación convencional versus un edificio con disipadores de energía tipo viscoelástico utilizando el método no lineal dinámico tiempo historia. Para ello el autor uso una metodología basada en un análisis dinámico no lineal (tiempo-historia) utilizando sismos representativos. Esta investigación evidenció como resultados ara la estructura sin disipadores se presenta un desplazamiento promedio de 33.63 cm, mientras que para la estructura con disipadores de tipo viscoelástico es de

20.01cm, teniendo una reducción del 25.23%. Obteniendo como conclusión que la edificación con disipadores de energía de tipo viscoelástico mejora notablemente el comportamiento sísmico de las estructuras.

Según lo expresado por Kookalani & Shen (2020), a través de su estudio “Effect of Fluid Viscous Damper parameters on the seismic performance” planteó como objetivo comparar el impacto de varios parámetros del amortiguador fluido viscoso en las estructuras bajo influencia de un terremoto, con el fin de mejorar el desempeño sísmico de estas. La metodología se basó en la simulación y método de análisis numérico de tiempo-historia de una estructura de marco de acero de siete pisos con diferentes parámetros de amortiguadores, de los cuales se obtuvo como resultados que la instalación de un amortiguador fluido viscoso no lineal puede reducir significativamente la respuesta sísmica mediante la selección de parámetros de amortiguación asequibles, tales como la rigidez, el coeficiente de amortiguación y el exponente de velocidad. Se llegó a la conclusión de que para el análisis tiempo-historia, la respuesta de la estructura, como la deriva y el desplazamiento del piso, se redujo más al cambiar los parámetros del amortiguador en comparación con la fuerza de corte.

1.5.2. Nacionales

Segun Chuquicahua (2020), En su estudio tuvo como propósito fue examinar una estructura mediante la aplicación de amortiguadores de energía SLB. La metodología empleada incluyó el uso de las normativas peruanas E.030 y el software de ingeniería estructural SAP2000. Los resultados indicaron que la resistencia de la edificación en el eje X alcanzó 4.08, lo que significa que la estructura es cuatro veces más sólida, y en el eje Y fue de 3.32. La conclusión obtenida fue que el nivel de rendimiento de la edificación es altamente satisfactorio, con garantía de seguridad vital en ambas direcciones. Esto implica que la estructura posee una ductilidad integral que aumenta la probabilidad de salvar vidas en caso de un terremoto.

De acuerdo a Campos - Vásquez et al.,(2022), en su investigación denominada “Influene of dissipating elements on the effect of earthquakes on buildings 2021” que tuvo como objetivo reconocer los componentes que pueden amortiguar el impacto del sismo en estructuras, con el propósito de reforzarlas frente a riesgos y prevenir posibles

tragedias principalmente en viviendas vulnerables. La metodología estuvo basada en la revisión sistemática para la cual se observaron 23 artículos de diferentes fuentes. Se obtuvo como resultados que las estructuras con protección sísmica representan un plan seguro, preventivo y beneficiario, asimismo, empleando el software ETABS, se puede calcular la incidencia del módulo de elasticidad en los datos de las derivas de las estructuras de concreto armado. Finalmente se concluyó que los disipadores de energía tipo fluido viscoso son los más utilizados en la construcción, diseño y reforzamiento de edificaciones resistentes a los sismos, estos amortiguadores se ubican en puntos clave para reducir al mínimo los efectos de los movimientos sísmicos.

En este orden de idea Cuyán Barboza & Muñoz Pérez (2022), autores del proyecto investigativo “Uso de Disipadores de Fluido Viscoso como medida de Reforzamiento Estructural” tuvieron como objetivo estimar si los disipadores de Fluido Viscoso son aptos para su uso como medida de reforzamiento estructural, ante ello la investigación fue cuantitativa y se utilizó una metodología tipo aplicada-evaluativa en la que el diseño del proyecto fue experimental, además se utilizaron métodos de análisis estático y análisis tiempo-historia. Dichos métodos permitieron obtener como resultados que la energía disipada fue de un 85% debido a que se presentó un amortiguamiento viscoso mayor del 15%, también se obtuvo reducción entre 50% - 80% de los desplazamientos laterales y esfuerzos internos en las columnas y muros de corte. Los autores concluyeron que se requerirá menos proporción de acero en los elementos estructurales, facilitando su incorporación a diferencia de los empleados tradicionalmente, confirmando que los disipadores de Fluido Viscoso son adecuados para uso como medida de reforzamiento.

Así mismo, (Perez Julca, 2022), a través de su investigación planteó como objetivo evaluar el desempeño sísmico de un edificio aporticado en un grado no lineal, insertándole disipadores tipo fluido viscoso. Para ello, usó una metodología basada en los parámetros de los reglamentos Nacionales e Internacionales, y los procedimientos del análisis por espectro de capacidad (análisis estático no lineal o Pushover) apoyado del software Etabs para el modelamiento. Obtuvo como resultado que, incorporando los disipadores de fluido viscoso a la estructura, la deriva máxima en el eje “Y” se reduce en 49.38%. Concluyendo que es necesaria la incorporación de disipadores de fluido viscoso para que la estructura en estudio pueda alcanzar un nivel de funcionalidad.

Según lo afirmado por Flores (2021), en su investigación tuvo como objetivo realizar un análisis comparativo de la respuesta sísmica de una edificación dual con o sin disipadores de energía viscosos. Para ello, el autor empleó una investigación de enfoque cuantitativo, siendo el muestreo no probabilístico. Esta investigación evidenció como resultados que la aplicación de disipadores redujo los desplazamientos un 61.97% en la dirección X y un 54.71% en la dirección Y; las derivas un 78.07% en la dirección X y un 57.11% en la dirección Y; la absorción de la energía de la edificación pasando de un 100% a un 24% y los disipadores llegaron a absorber un 76% de la energía.

Según lo afirmado por Principe Quiñones (2020), en su investigación tuvo como objetivo evaluar la influencia de los disipadores tipo fluido viscoso en una edificación convencional de 8 pisos. Para ello, el autor empleó un diseño experimental, del nivel preexperimental, siendo el muestreo no probabilístico. Esta investigación evidenció como resultados la reducción de 40% a 65% de los esfuerzos dinámicos y entre 30% a 70% de energía disipada. Obteniendo como conclusión que, los sistemas estructurales que inserten disipadores de energía fluido viscoso presentan un mejor comportamiento estructural en comparación con el modelo convencional del sistema tradicional.

1.5.3. Regional y/o Local

Al respecto (Cabrera Medina, 2022), en su investigación tuvo como fin determinar el desempeño estructural de un módulo de enfermería insertando disipadores de energía tipo fluido viscoso, según normas nacionales como la E.030 e internacionales como ATC-40, SEAOC, FEMA 356. Para ello empleó una metodología enfocada en Análisis estático no lineal (PUSHOVER) para calcular la curva de capacidad, espectro de capacidad y demanda, punto de desempeño, rótulas plásticas, amortiguamiento y energía disipada y el análisis tiempo-historia para calcular los desplazamiento y derivas inelásticas; teniendo como resultado que el módulo 1 logró reducir los desplazamientos absolutos en la dirección X e Y en un 80% Y 51% respectivamente, así mismo, para el módulo 2, se logró disminuir los desplazamientos en X e Y en 78% y 79%. Obteniendo como conclusión que al emplear disipadores sísmicos en el módulo de enfermería, se aumenta el desempeño sísmico, se reducen derivas, desplazamiento y se mejora la rigidez estructural.

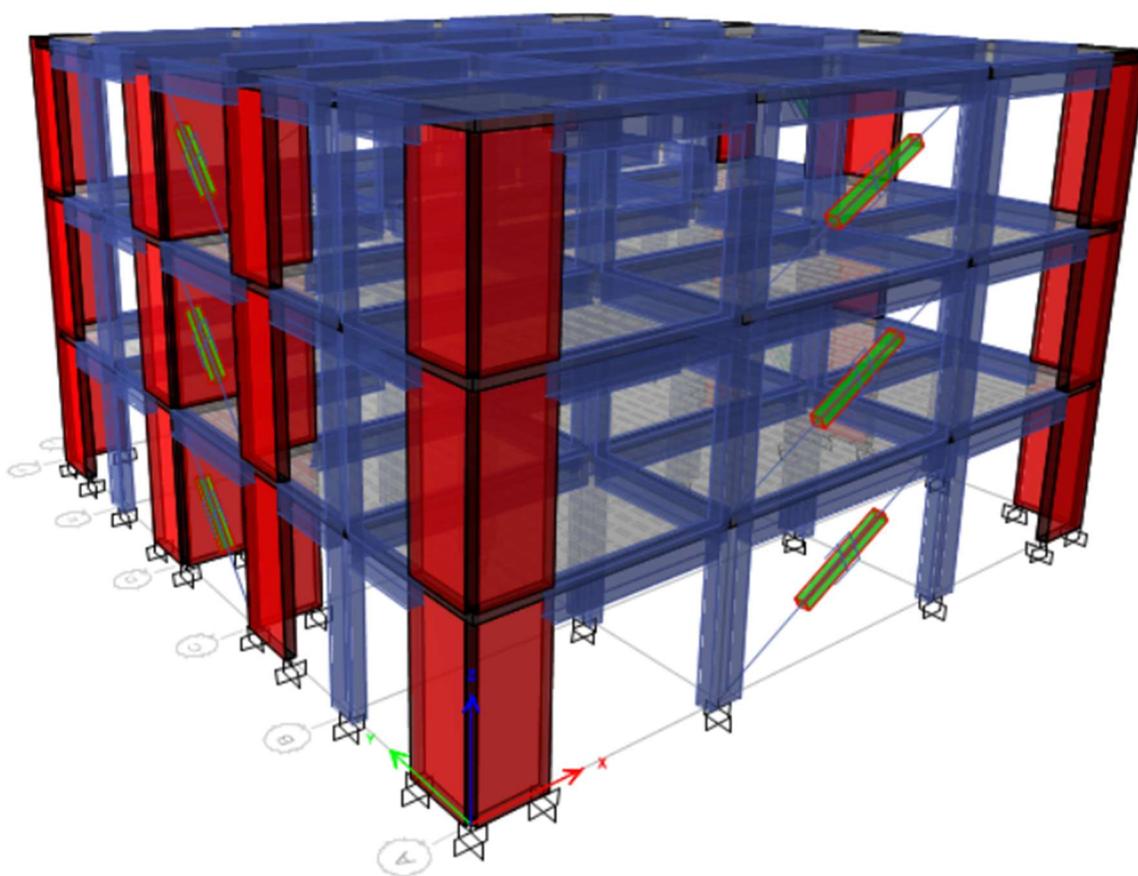
II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Descripción de la estructura a modelar

La estructura que se modela es de 3 niveles con una altura de 3.70 metros por cada piso, teniendo un área de 315.00 m², esta estructura pertenece al módulo administrativo a investigar, cuenta con un sistema de muros estructurales en ambas direcciones.

Figura 1

Vista 3D módulo administrativo, bloque donde se colocó los disipadores



Fuente: Etabs V22.3.0

2.2. Ubicación geográfica

El presente estudio tuvo lugar en la Universidad Nacional de Jaén, en un bloque del módulo de administración.

2.3. Población, muestra y muestreo

2.3.1. Población

Según Hernández (2014), la población es un conjunto de todos los casos que se asemejan con determinadas especificaciones para la elección de la muestra. La población de nuestra investigación fue el edificio administrativo de la Universidad Nacional de Jaén.

2.3.2. Muestra

Según Hernández (2014), la muestra es un subgrupo de la población en que se llevara a cabo la investigación. La muestra de la investigación quedo establecida por el bloque de 3 niveles del edificio administrativo de la Universidad Nacional de Jaén.

2.3.3. Muestreo

El muestreo a utilizar será no probabilístico por conveniencia, que según Otzen & Manterola (2017) como aquel muestreo que “posibilita elegir casos característicos de una población restringiendo la muestra solo a estos casos”. En tal sentido se seleccionó el bloque III del edificio administrativo, debido a que tiene características que lo diferencian del otro bloque, tales como el número de niveles, teniendo un total de 3 pisos, lo cual ocasiona modificaciones en las dimensiones de sus elementos estructurales; siendo estos aspectos convenientes y favorables para cumplir los objetivos de la investigación.

2.4. Método

Se empleo una investigación no experimental, de diseño cuantitativa, con alcance aplicativa – evaluativa. No experimental debido a que los datos se tomaron de la realidad, para después analizarlos; cuantitativa puesto que los datos se recopilaron y analizaron por medio de un modelado matemático; aplicativa-evaluativa, en función a que se buscó dar solución a un problema a través de conocimiento e información previa midiendo la eficiencia de los resultados, en cuanto a los objetivos planteados.

2.5. Técnica

Se tiene como propósito verificar la veracidad de la hipótesis planteada, por lo tanto, se empleó un método de investigación deductiva, que se define como “metodología que parte de supuestos generales para explicar casos particulares” (Gallay, 2022).

En la investigación se utilizó la técnica de observación documental, la cual es definida como técnica de investigación cualitativa que se encarga de recolectar, recopilar y seleccionar información resultado de investigaciones (Reyes-Ruiz & Carmona Alvarado, 2020).

La técnica de recolección de datos de esta investigación se basó en la información que se obtendrá del expediente técnico para identificar el tipo de sistema y elementos estructurales que conforman el módulo administrativo, además se revisará bibliografía necesaria que se alineen al tema de estudio.

La indagación se realizó a través del uso del internet, puesto que es una herramienta fundamental para la obtención de datos y trabajos de investigación relacionadas al desempeño sísmico de edificaciones con disipadores.

Como instrumento se utilizó el programa ETABS V22.3 para analizar el desempeño sísmico de la edificación en estudio, donde se realizó el modelamiento para el cálculo de las derivas.

En base a las variables establecidas, el desarrollo de la investigación se hizo de acuerdo a lo establecido en la Norma Técnica Peruana E.030-2018 Diseño Sismorresistente, nos ofrece una estimación del nivel de vulnerabilidad o del comportamiento sísmico al que está expuesta una edificación, y utiliza el método de análisis dinámico (tiempo - historia), el cual permite identificar las fuerzas sísmicas que actúan sobre la estructura, ya que posibilita conocer su magnitud en cada instante de tiempo y evaluar el comportamiento estructural (Ricalde Estrada, 2019).

2.6. Análisis de datos

Para el procedimiento del análisis de datos, se realizó mediante el programa Etabs V22.3.0 mediante 3 etapas:

Etapa 1: Se realizó el análisis sísmico estático o de fuerzas equivalentes y el análisis sísmico dinámico modal espectral; en esta etapa se verificó si cumple con la deriva máxima 0.007, la cortante dinámica que sea mayor al 90% de la cortante estática, según nuestra Norma E.030 – Diseño Sismorresistente.

Etapa 2: Se realizó el diseño de los disipadores de energía de fluido viscoso; en esta etapa se ingresó y encontró los datos necesarios para el diseño como es el: amortiguamiento efectivo, el amortiguamiento viscoso, coeficiente de amortiguamiento, rigidez del brazo metálico, entre otros, según normativa internacional como FEMA, ASCE y la metodología HAZUS.

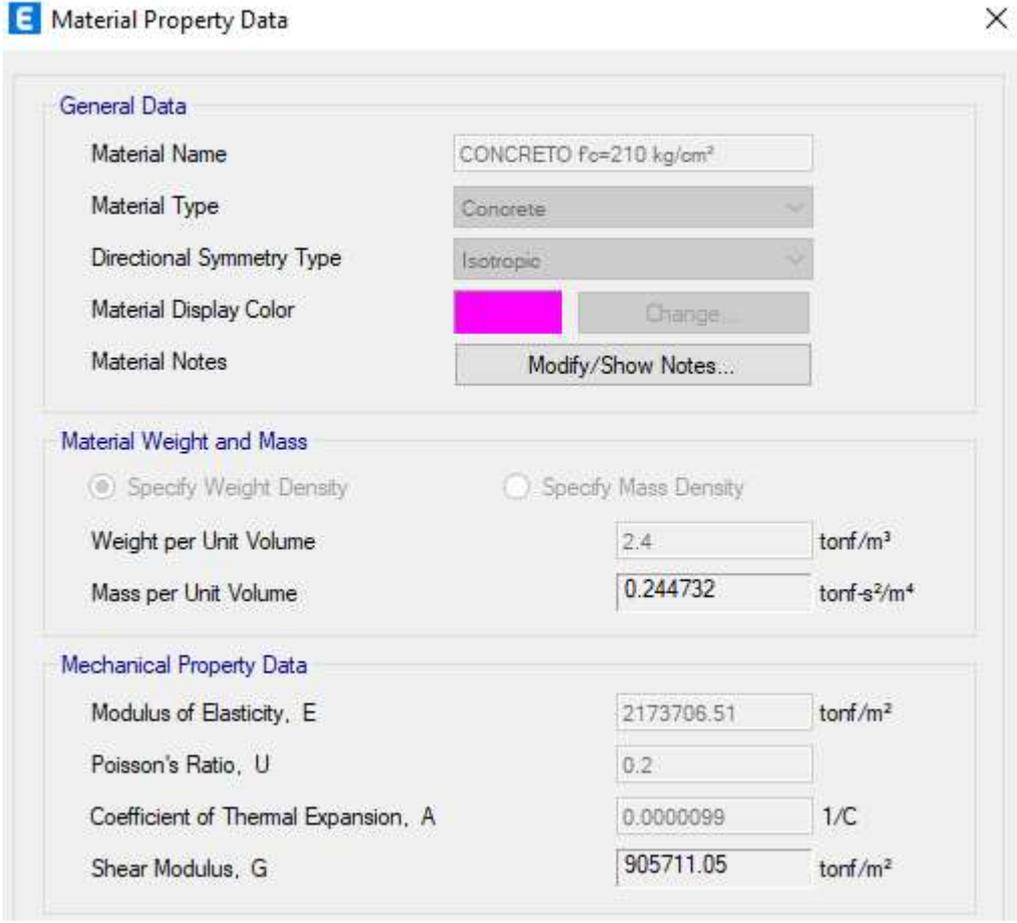
Etapa 3: Se encontró las respuestas dinámicas para el edificio administrativo sin disipador viscoso y con disipador viscoso; en esta etapa se encontró las respuestas dinámicas de la estructura como son: los desplazamientos, derivas, cortantes y la disipación de la energía.

2.6.1. Modelado del bloque administrativo

Se definió los materiales a utilizar en el software ETABS, se ingresó las secciones de columnas y vigas con sus respectivos aceros de acuerdo a los planos estructurales del módulo administrativo.

Figura 2

Propiedades del concreto



The image shows a screenshot of the 'Material Property Data' dialog box in ETABS software. The dialog is titled 'Material Property Data' and has a close button (X) in the top right corner. It is divided into three sections: 'General Data', 'Material Weight and Mass', and 'Mechanical Property Data'.

General Data

| | |
|---------------------------|---|
| Material Name | CONCRETO $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ |
| Material Type | Concrete |
| Directional Symmetry Type | Isotropic |
| Material Display Color | Change... |
| Material Notes | Modify/Show Notes... |

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

| | | |
|------------------------|----------|-------------------------------------|
| Weight per Unit Volume | 2.4 | tonf/m ³ |
| Mass per Unit Volume | 0.244732 | tonf-s ² /m ⁴ |

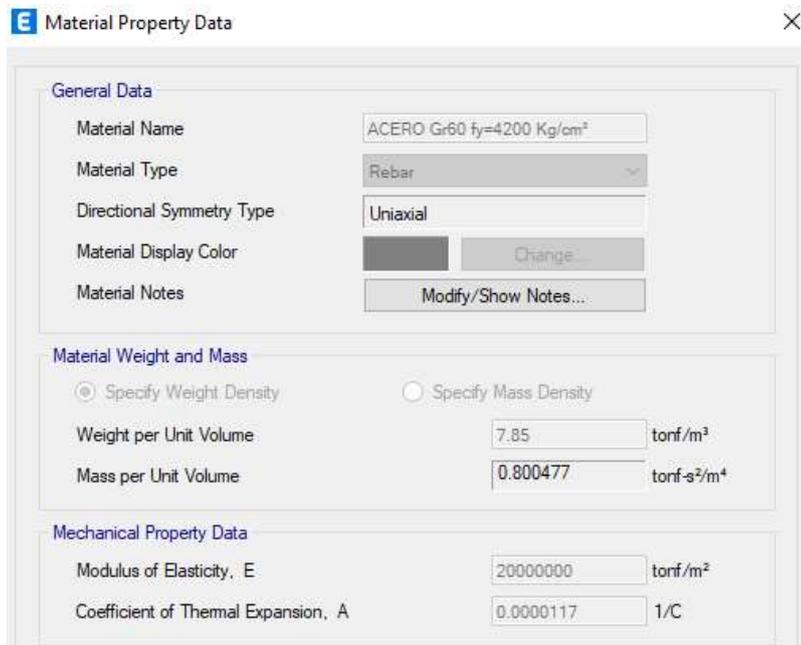
Mechanical Property Data

| | | |
|-------------------------------------|------------|---------------------|
| Modulus of Elasticity, E | 2173706.51 | tonf/m ² |
| Poisson's Ratio, U | 0.2 | |
| Coefficient of Thermal Expansion, A | 0.0000099 | 1/C |
| Shear Modulus, G | 905711.05 | tonf/m ² |

Fuente: Etabs V22.3.0

Figura 3

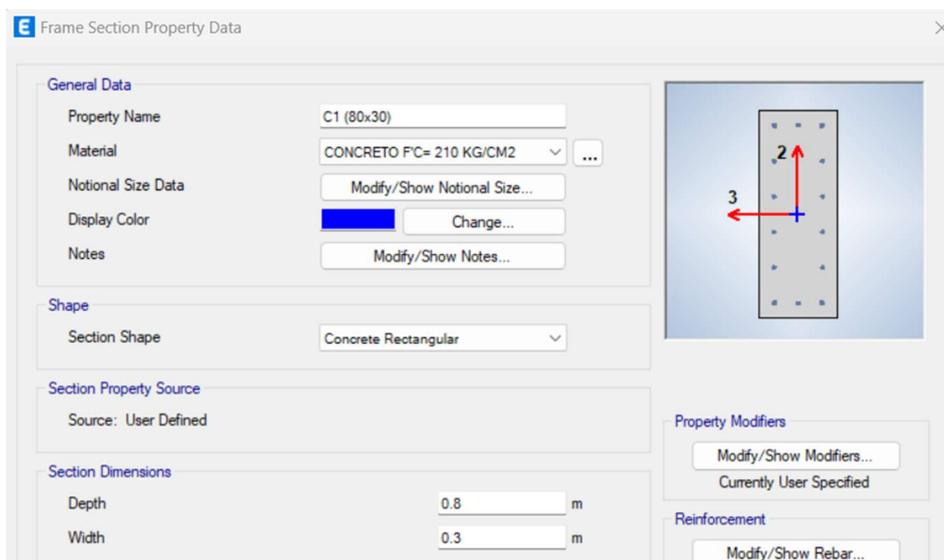
Propiedades del acero



Fuente: Etabs V22.3.1

Figura 4

Características de la columna C-1 (80x30)



Fuente: Etabs V22.3.0

Figura 5

Datos de la columna C-2 (30x70)

Frame Section Property Data

General Data

Property Name: C2 (30x70)

Material: CONCRETO F'c= 210 KG/CM2

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Concrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: 0.3 m

Width: 0.7 m

Property Modifiers

Modify/Show Modifiers...
Currently User Specified

Reinforcement

Modify/Show Rebar...

Fuente: Etabs V22.3.0

Figura 6

Datos de la viga VP-104 (1 nivel)

Frame Section Property Data

General Data

Property Name: VP-104 (30x65)

Material: CONCRETO F'c= 210 KG/CM2

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Concrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: 0.65 m

Width: 0.3 m

Property Modifiers

Modify/Show Modifiers...
Currently User Specified

Reinforcement

Modify/Show Rebar...

Fuente: Etabs V22.3.0

Figura 7

Datos de la viga VP-204 (2 nivel)

Frame Section Property Data

General Data

Property Name: VP-204 (30x65)

Material: CONCRETO F'c= 210 KG/CM2

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Concrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: 0.65 m

Width: 0.3 m

Property Modifiers

Modify/Show Modifiers...
Currently User Specified

Reinforcement

Modify/Show Rebar...

Fuente: Etabs V22.3.0

Figura 8

Datos de la viga VP-304 (3 nivel)

Frame Section Property Data

General Data

Property Name: VP-304 (30x65)

Material: CONCRETO F'c= 210 KG/CM2

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Concrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: 0.65 m

Width: 0.3 m

Property Modifiers

Modify/Show Modifiers...
Currently User Specified

Reinforcement

Modify/Show Rebar...

Fuente: Etabs V22.3.0

Figura 9

Datos en la viga en la VS-105 (1 nivel)

Frame Section Property Data

General Data

Property Name: VS-105 (30x60)

Material: CONCRETO F'c= 210 KG/CM2

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Concrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: 0.6 m

Width: 0.3 m

Property Modifiers

Modify/Show Modifiers...
Currently User Specified

Reinforcement

Modify/Show Rebar...

Fuente: Etabs V22.3.0

Figura 10

Datos de la viga en la VS-205 (2 nivel)

Frame Section Property Data

General Data

Property Name: VS-205 (30x60)

Material: CONCRETO F'c= 210 KG/CM2

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Concrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: 0.6 m

Width: 0.3 m

Property Modifiers

Modify/Show Modifiers...
Currently User Specified

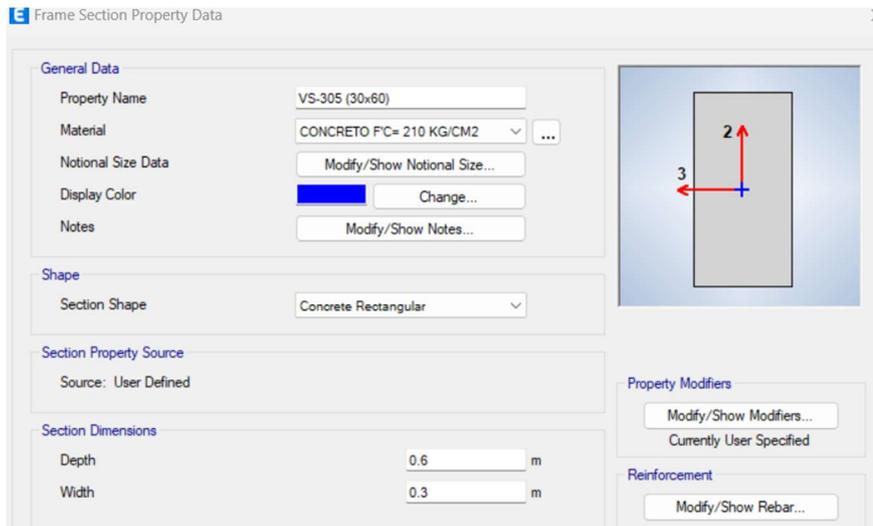
Reinforcement

Modify/Show Rebar...

Fuente: Etabs V22.3.0

Figura 11

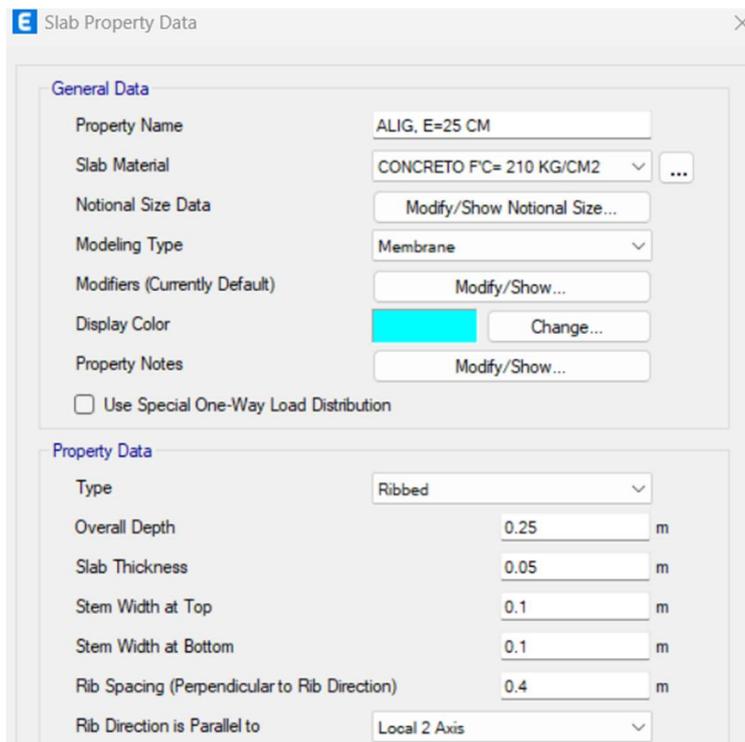
Datos de la VS-305 (3 nivel)



Fuente: Etabs V22.3.0

Figura 12

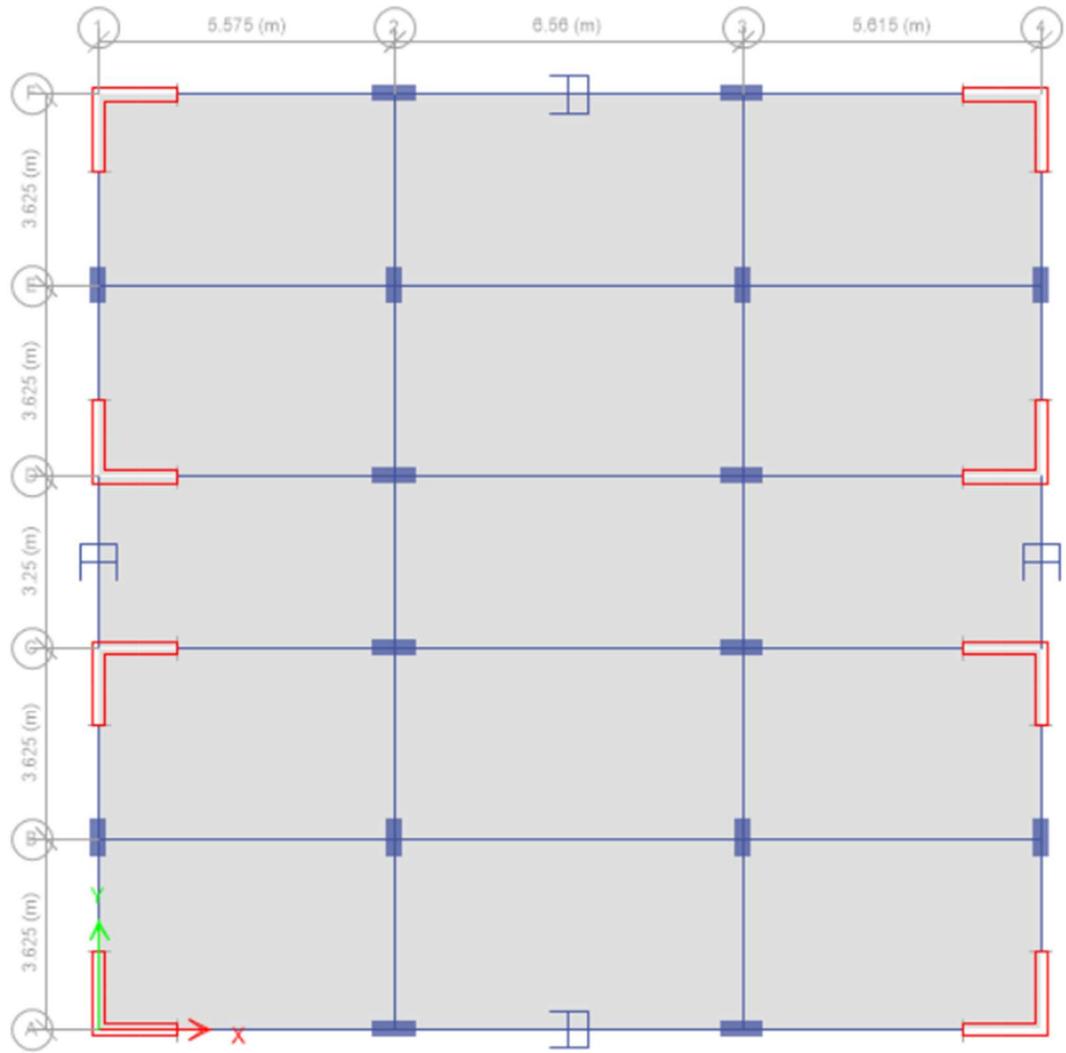
Características de losa aligerada



Fuente: Etabs V22.3.0

Figura 13

Vista en planta de la estructura



Fuente: Etabs V22.3.0

2.6.2. Análisis sísmico estático

Para realizar el análisis estático, se tomo en cuenta los parámetros sísmicos según la norma E.030-2018, en la cual establece todos los criterios a considerar según la ubicación de nuestra edificación como factor zona, factor uso, coeficiente de amplificación sísmica, factor suelo, coeficiente de reducción del eje x como también en el eje y.

Tabla 1

Parámetros sísmicos

| Datos | Valor |
|-------------------|-------|
| “Z ₂ ” | 0.25 |
| “U” | 1.50 |
| C | 2.50 |
| S | 1.20 |
| Rox | 6 |
| Roy | 6 |

Fuente: Norma Técnica E.030 - 2018

Fuerza Cortante en la Base en la Dirección X-X:

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

$$V_x = \frac{0.25 \times 1.50 \times 2.50 \times 1.20}{6} \times 957.13944$$

$$V_x = 179.46 \text{ tonf}$$

Fuerza Cortante en la Base en la Dirección Y-Y:

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

$$V_y = \frac{0.25 \times 1.50 \times 2.50 \times 1.20}{6} \times 957.13944$$

$$V_y = 179.46 \text{ tonf}$$

2.6.3. Análisis dinámico espectral

El análisis sísmico dinámico espectral de la estructura, debemos considerar el coeficiente de reducción $R=1$, en consecuencia, la edificación se analizará en el rango inelástico, las derivas obtenidas mediante este análisis, los desplazamientos laterales se multiplican directamente por 1, ya no se aplica el $0.75 \cdot R$.

Tabla 2

Parámetros sísmicos con $R=1$

| Parámetro | Valor Numérico |
|-------------------|----------------|
| “Z ₂ ” | 0.25 |
| “U” | 1.50 |
| C | 2.50 |
| S | 1.20 |
| Rox | 1 |
| Roy | 1 |

Fuente: Norma Técnica E.030-2018

Con estos valores, podemos calcular el espectro de pseudo-aceleraciones S_a :

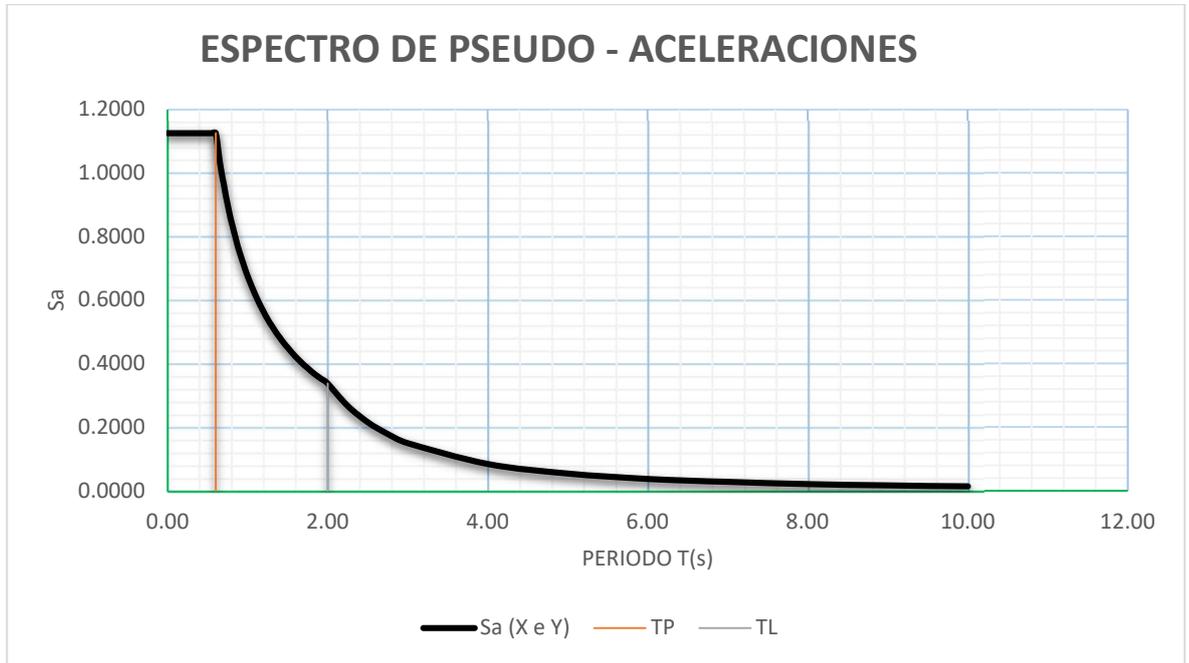
$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot g$$

$$S_a = \frac{0.25 \times 1.5 \times 2.5 \times 1.2}{1} \cdot g$$

$$S_a = 1.125g$$

Figura 14

Espectro de diseño X e Y (R=1)



Nota: el espectro de diseño en la dirección X e Y, se ha realizado con el coeficiente de reducción R=1 para realizar el análisis dinámico tiempo – historia. Fuente: Norma E.030 Diseño Sismorresistente.

El análisis sísmico dinámico, se considero un total de 9 modos de vibración, es decir, 3 modos por cada piso, tal como se muestra en la tabla 3, que tiene en el eje X un período de 0,311 s. y 61.91 % de masa participativa, en el eje Y tiene un periodo de 0,307 s. con un 62.65 % de masa participativa y un período de 0,212 s para el tercer modo

Tabla 3
Modos de Vibración de la edificación

| Casos | Modo | Periodo (s) | UX | UY | Σ UX | Σ UY |
|--------------|-------------|--------------------|-----------|-----------|-------------------------------|-------------------------------|
| Modal | 1 | 0.311 | 0.6191 | 0.1376 | 0.6191 | 0.1376 |
| Modal | 2 | 0.307 | 0.1424 | 0.6265 | 0.7615 | 0.7641 |
| Modal | 3 | 0.212 | 0.0066 | 0.0071 | 0.7681 | 0.7711 |
| Modal | 4 | 0.079 | 0.0461 | 0.138 | 0.8142 | 0.9092 |
| Modal | 5 | 0.078 | 0.1411 | 0.0466 | 0.9552 | 0.9558 |
| Modal | 6 | 0.053 | 0.0013 | 0.0013 | 0.9566 | 0.9571 |
| Modal | 7 | 0.039 | 0.0032 | 0.0393 | 0.9598 | 0.9964 |
| Modal | 8 | 0.038 | 0.0399 | 0.0033 | 0.9997 | 0.9997 |
| Modal | 9 | 0.026 | 0.0003 | 0.0003 | 1 | 1 |

Fuente: Etabs V22.3.0

Con lo cual obtenemos las distorsiones, mediante el análisis sísmico dinámico espectral, para un R=1.

Tabla 04

Distorsiones de entrepiso para la dirección X – X

| PISOS | CASO | CONCRETO | DIRECCIÓN | DERIVA | SITUACIÓN |
|--------------|-------------|-----------------|------------------|---------------|------------------|
| Nivel 3 | Distorsión | 0.007 | X | 0.0042 | CUMPLE |
| Nivel 2 | Distorsión | 0.007 | X | 0.0042 | CUMPLE |
| Nivel 1 | Distorsión | 0.007 | X | 0.0023 | CUMPLE |

La Tabla 04 se aprecia que cumple con las distorsiones en el eje X.

Tabla 05*Distorsiones de entrepiso para la dirección Y – Y*

| PISO | CASO | CONCRETO | DIRECCIÓN | DERIVA | SITUACIÓN |
|-------------|-------------|-----------------|------------------|---------------|------------------|
| Nivel 3 | Distorsión | 0.007 | Y | 0.0041 | SI CUMPLE |
| Nivel 2 | Distorsión | 0.007 | Y | 0.0041 | SI CUMPLE |
| Nivel 1 | Distorsión | 0.007 | Y | 0.0023 | SI CUMPLE |

La Tabla 05 se aprecia que cumple con las distorsiones en el eje Y

2.6.3.1. Escalamiento del acelerograma respecto al espectro de diseño

Se ha descargado el registro sísmico del sismo del 17 de octubre de 1966, el cual refleja un sismo real para la edificación, este registro sísmico se puede descargar del Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID), este acelerograma fue escalado al espectro objetivo (R=1), empleando el software SeismoMatch V2.5.

Tabla 06*Aceleración máxima del sismo Lima 1966*

| Estación | Fecha | Componentes | Aceleración Máxima (cm/s²) | Duración (s) |
|-----------------|--------------|--------------------|--|-------------------------|
| Lima | 17/10/1966 | E – W N - S | -180.56 -268.24 | 65.64 |

Figura 15

Registro sísmico de fecha 17 de octubre de 1966

```
NATIONAL UNIVERSITY OF ENGINEERING
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
JAPAN-PERU CENTER FOR EARTHQUAKE ENGINEERING RESEARCH AND DISASTER MITIGATION (CISMID)
TUPAC AMARU AVENUE 1150 - LIMA 25 - PERU Postal Code 31-250 Lima 31
Telephone Numbers (51-1) 482-0777, 482-0790 FAX 481-0170
e-mail: f_lazares@uni.edu.pe http://www.cismid-uni.org

1. INFORMATION ABOUT THE SEISMIC STATION
STATION NAME           : Parque de la Reserva
STATION CODE           : PRQ
STATION LOCATION       : Parque de la Reserva, Cercado de Lima, Lima
LATITUDE               : -12.07
LONGITUDE              : -77.04
ALTITUDE (m)           : 130
ACCELEROMETER MODEL    : Acelerógrafo Analógico
SAMPLING FREQUENCY (Hz) : 50

2. INFORMATION ABOUT THE EARTHQUAKE
DATE                   : October 17, 1966
ORIGIN TIME (Local)    : 16:41:00
LATITUDE               : -10.70
LONGITUDE              : -78.70
DEPTH (km)             : 24.00
MAGNITUDE              : 8.1 Mw
INFORMATION SOURCE     : IGP

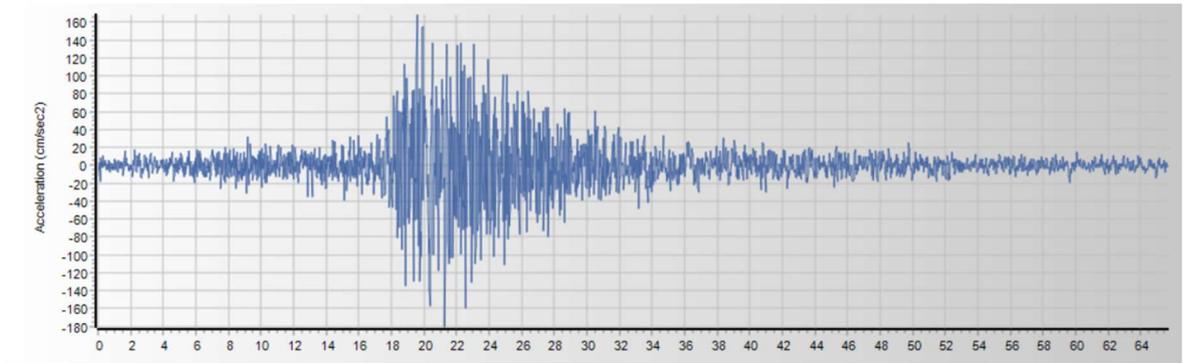
3. INFORMATION ABOUT THE RECORD
RECORD TIME (Local)    : 16:41:00
NUMBER OF SAMPLES      : 3283
MAXIMUM ACCELERATION   : -180.56 -268.24 94.29
DATA UNITS              : cm/s2
```

Fuente: CISMID

Ahora vamos ingresar el registro sísmico al programa SeismoMatch, en el cual importamos los componentes por separado, es decir, ingresamos primero para EW y lo escalamos, luego ingresamos el componente NS y lo volvemos a escalar.

Figura 16

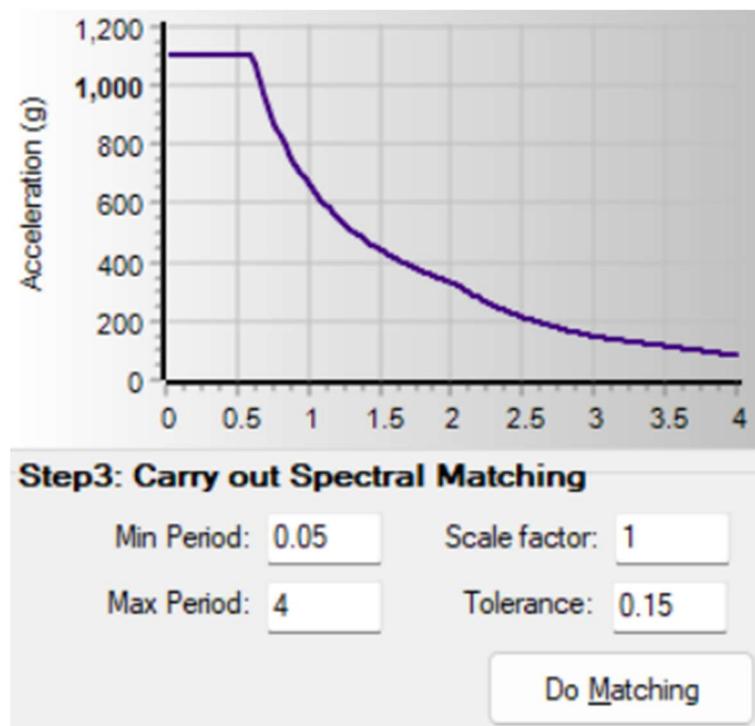
Registro sísmico del componente EW



Fuente: SeismoMatch

Figura 17

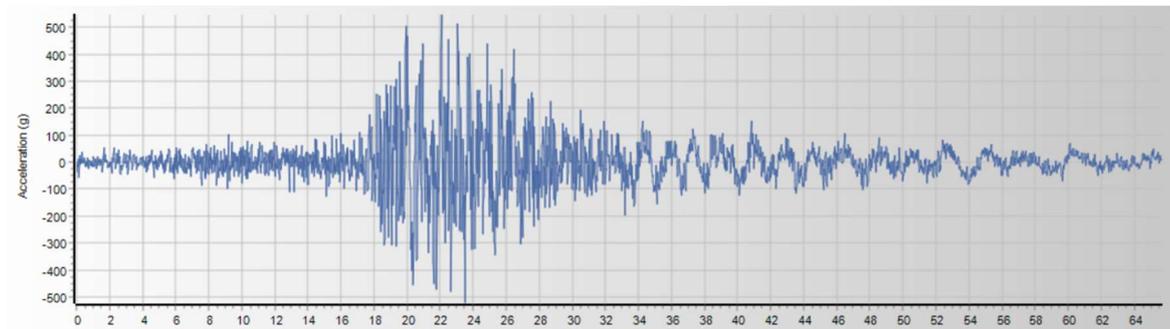
Espectro a escalar en el registro sísmico EW



Nota: el espectro escalado de diseño en la dirección EW, se ha realizado con un periodo mínimo de 0.05 y un periodo máximo de 4, con una tolerancia de 0.15, con el cual obtendremos el registro sísmico escalado.

Figura 18

Registro sísmico del componente EW escalado

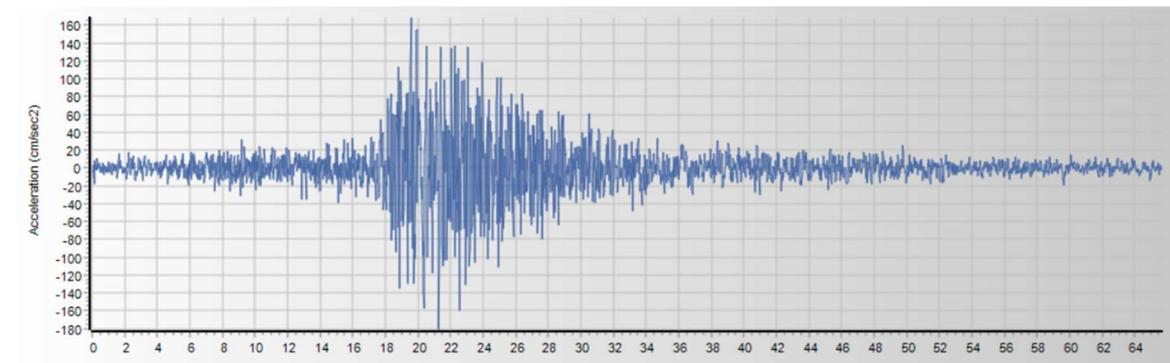


Fuente: SeismoMatch

Podemos observar que la máxima aceleración, después del escalamiento, en el componente EW, inicial es de -180.56 cm/s^2 y escalado es de 547.10 cm/s^2 .

Figura 19

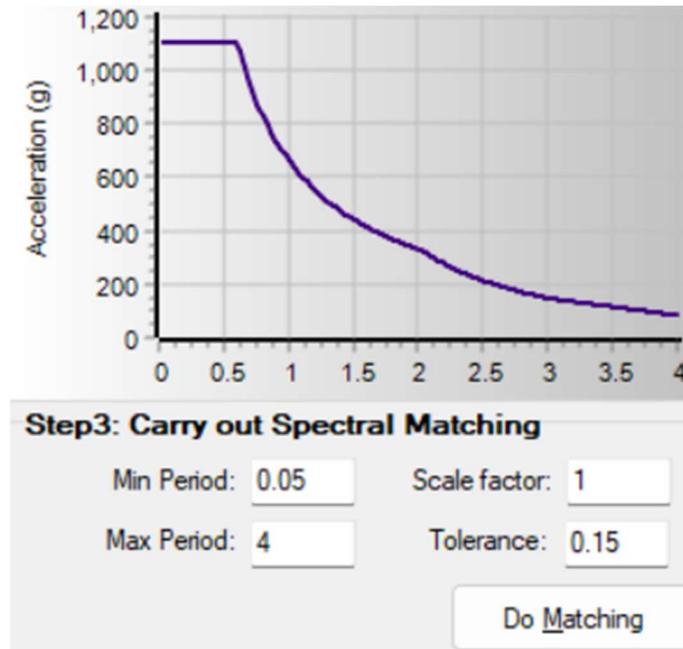
Registro sísmico del componente NS



Fuente: SeismoMatch

Figura 20

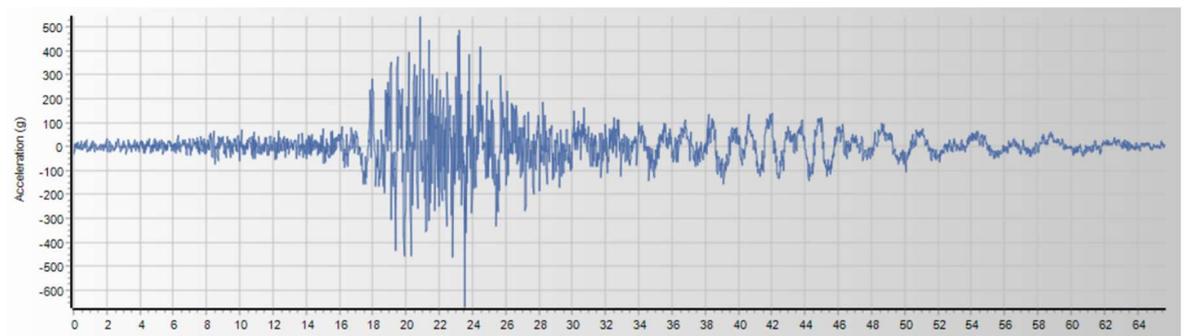
Espectro a escalar en el registro sísmico NS



Nota: el espectro escalado de diseño en la dirección NS, se ha realizado con un periodo mínimo de 0.05 y un periodo máximo de 4, con una tolerancia de 0.15, con el cual obtendremos el registro sísmico escalado.

Figura 21

Registro sísmico del componente NS escalado



Fuente: SeismoMatch

Podemos observar que la máxima aceleración, después del escalamiento, en el componente EW, inicial es de 268.24 cm/s^2 y escalado es de -669.15 cm/s^2 .

2.6.4. Análisis dinámico Tiempo - Historia

Con los componentes EW y NS ya escalados, podemos realizar el análisis tiempo historia, estos registros escalados vamos a ingresarlos en el programa Etabs y procedemos a calcular las derivas por cada piso.

Se ha hecho el análisis para el Caso 1 y Caso 2.

Tabla 07

Verificación de las distorsiones de entrepiso para la dirección X – X, CASO 1

| PISOS | CASO | CONCRETO | DIRECCIÓN | DERIVA | SITUACIÓN |
|--------------|-------------|-----------------|------------------|---------------|------------------|
| Nivel 3 | Distorsión | 0.007 | X | 0.0030 | SI CUMPLE |
| Nivel 2 | Distorsión | 0.007 | X | 0.0032 | SI CUMPLE |
| Nivel 1 | Distorsión | 0.007 | X | 0.0019 | SI CUMPLE |

La Tabla 07 se aprecia que las distorsiones cumplen en el eje x para el caso 1.

Tabla 08

Verificación de las distorsiones de entrepiso para la dirección Y – Y, del CASO 1

| PISO | CASO | CONCRETO | DIRECCIÓN | DERIVA | SITUACIÓN |
|-------------|-------------|-----------------|------------------|---------------|------------------|
| Nivel 3 | Distorsión | 0.007 | Y | 0.0041 | SI CUMPLE |
| Nivel 2 | Distorsión | 0.007 | Y | 0.0041 | SI CUMPLE |
| Nivel 1 | Distorsión | 0.007 | Y | 0.0022 | SI CUMPLE |

La Tabla 08 se aprecia que las distorsiones cumplen en el eje y para el caso 1.

Tabla 09*Verificación de las distorsiones de entrepiso para la dirección X – X, CASO 2*

| PISOS | CASO | CONCRETO | DIRECCIÓN | DERIVA | SITUACIÓN |
|--------------|-------------|-----------------|------------------|---------------|------------------|
| Nivel 3 | Distorsión | 0.007 | X | 0.0042 | SI CUMPLE |
| Nivel 2 | Distorsión | 0.007 | X | 0.0042 | SI CUMPLE |
| Nivel 1 | Distorsión | 0.007 | X | 0.0022 | SI CUMPLE |

La Tabla 09 se aprecia que las distorsiones cumplen en el eje x para el caso 2.

Tabla 10*Verificación de las distorsiones de entrepiso para la dirección Y – Y, del CASO 1*

| PISO | CASO | CONCRETO | DIRECCIÓN | DERIVA | SITUACIÓN |
|-------------|-------------|-----------------|------------------|---------------|------------------|
| Nivel 3 | Distorsión | 0.007 | Y | 0.0029 | SI CUMPLE |
| Nivel 2 | Distorsión | 0.007 | Y | 0.0030 | SI CUMPLE |
| Nivel 1 | Distorsión | 0.007 | Y | 0.0019 | SI CUMPLE |

La Tabla 10 se aprecia que las distorsiones cumplen en el eje x para el caso 2.

Una vez obtenido las distorsiones por cada análisis, se hace las comparaciones para el análisis dinámico espectral y el análisis dinámico tiempo historia.

Tabla 11

Derivas en la dirección X-X, para ambos casos

| Nivel | Análisis dinámico espectral | Análisis dinámico tiempo historia | |
|-------|-----------------------------|-----------------------------------|---------|
| | | Caso 1 | Caso 2 |
| 3 | 0.00424 | 0.00295 | 0.00422 |
| 2 | 0.00418 | 0.00319 | 0.00417 |
| 1 | 0.00228 | 0.00194 | 0.00224 |

Tabla 12

Derivas en la dirección Y-Y, para ambos casos

| Nivel | Análisis dinámico espectral | Análisis dinámico tiempo historia | |
|-------|-----------------------------|-----------------------------------|---------|
| | | Caso 1 | Caso 2 |
| 3 | 0.00413 | 0.00410 | 0.00294 |
| 2 | 0.00413 | 0.00410 | 0.00300 |
| 1 | 0.00228 | 0.00223 | 0.00186 |

Ahora tendremos que ver las variaciones que existe entre los casos 1 y 2 del análisis dinámico tiempo – historia, con el análisis dinámico espectral, haciendo el cálculo respectivo, tenemos:

Tabla 13*Variación de distorsiones en la dirección X-X, para ambos casos*

| Nivel | Análisis dinámico tiempo historia | |
|-------|-----------------------------------|--------|
| | Caso 1 | Caso 2 |
| 3 | 0.70 | 1.00 |
| 2 | 0.76 | 1.00 |
| 1 | 0.85 | 0.98 |

Tabla 14*Variación de distorsiones en la dirección Y-Y, para ambos casos*

| Nivel | Análisis dinámico tiempo historia | |
|-------|-----------------------------------|--------|
| | Caso 1 | Caso 2 |
| 3 | 0.99 | 0.71 |
| 2 | 0.99 | 0.73 |
| 1 | 0.98 | 0.82 |

Los resultados que más se acercan a la unidad (1), son los mas óptimos para el diseño, vemos que en el eje X, se caso 2 es el mas optimo y en el eje Y, el caso 1 se esta acercando a la unidad, por lo cual es el más optimo.

2.6.5. Cálculo de los disipadores de fluido viscoso

La distorsión objetivo de la presente investigación, se ha tomado de tabla de 5.9b Structural Fragility Curve Parameters (Parámetros de la curva de fragilidad estructural) del capítulo 5, de la metodología de Hazus, para nuestro análisis se ha tomado el tipo C2M con una distorsión objetivo de 0.0027.

2.6.5.1. Factor de reducción de respuesta (β_x , β_y)

Se calcula mediante la siguiente formula:

$$\beta_x = \frac{D_{max}}{D_{objetivo}}$$

$$\beta_x = \frac{0.0041}{0.0027}$$

$$\beta_x = 1.52$$

$$\beta_y = \frac{D_{max}}{D_{objetivo}}$$

$$\beta_y = \frac{0.00422}{0.0027}$$

$$\beta_y = 1.56$$

2.6.5.2. Amortiguamiento efectivo ($\beta_{eff x}$, $\beta_{eff y}$)

Se calcula mediante la siguiente formula:

$$\beta_x, \beta_y = \frac{2.31 - 0.41 \ln (B_o)}{2.31 - 0.41 \ln (B_{eff})}$$

Donde:

B_o = Amortiguamiento de la estructura (5%)

β_x, β_y = Factor de reducción de respuesta en X e Y

$$\beta_{eff x} = 19.90\%$$

$$\beta_{eff y} = 21.30\%$$

2.6.5.3. Amortiguamiento viscoso ($\beta_h x$, $\beta_h y$)

Se calcula mediante la siguiente formula:

$$\beta_h x = \beta_{eff x} - 5$$

$$\beta_h x = 19.90 - 5$$

$$\beta_h x = 14.90 \%$$

$$\beta h_y = \beta_{eff y} - 5$$

$$\beta h_y = 21.30 - 5$$

$$\beta h_y = 16.30 \%$$

Tomando en cuenta las recomendaciones del fabricante, el valor del aporte del amortiguamiento proporcionado por los disipadores a diseñar, debería estar en un rango de 20% y 40%, en este caso no llega al mínimo, por ser una estructura de poca altura, pero vamos hacer que $14.90\%=20\%$ y $16.30\%=20\%$, y para mantener un rango de seguridad y que se logre un amortiguamiento viscoso, entonces trabajaremos con el 22%.

2.6.5.4. Rigidez del brazo metálico (K)

El brazo metálico para la modelación de los disipadores de energía, se ha tomado un perfil HSS 7.50x0.50, las características son:

Tabla 15

Dimensiones del perfil HSS 7.5x0.50

| D exterior (pulg) | D interior (pulg) | Espesor (pulg) | Área (pulg²) | Inercia (pulg⁴) |
|------------------------------|------------------------------|---------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|
| 7.5 | 7.035 | 0.465 | 10.30 | 63.9 |

Fuente: Villareal & De La Rosa (2016)

El módulo del acero es $E = 29000 \text{ Ksi} = 20.4 \times 10^6 \text{ tonf/m}^2$

Área = $10.3 \text{ pulg}^2 = 66.45 \times 10^{-4} \text{ m}^2$

L_x, L_y = es la longitud donde se va a colocar los disipadores, en nuestro caso tenemos:

$L_x = 6.74 \text{ m}$, en el eje A (entre el eje 2 y 3)

$L_y = 4.13 \text{ m}$, en el eje 1 (entre el eje C y D)

$$K_x = \frac{E \cdot A}{L_x}$$

$$K_x = \frac{20.4 \times 10^6 \times 66.45 \times 10^{-4}}{6.74}$$

$$K_x = 20,112.46 \text{ tonf/m}$$

$$K_y = \frac{E \cdot A}{L_y}$$

$$K_y = \frac{20.4 \times 10^6 \times 66.45 \times 10^{-4}}{4.13}$$

$$K_y = 32,822.76 \text{ tonf/m}$$

2.6.5.5. Exponente de velocidad (α) y parámetro lambda (λ)

Para la presente investigación, por tratarse de un dispositivo no lineal, se ha tomado un $\alpha=0.5$, con este valor ya se puede obtener el valor de $\lambda=3.5$, según la tabla 16 que se muestra a continuación.

Tabla 16

Valores de lambda respecto al exponente de velocidad alfa

| Exponent α | Parameter λ |
|-------------------|---------------------|
| 0.25 | 3.7 |
| 0.50 | 3.5 |
| 0.75 | 3.3 |
| 1.00 | 3.1 |
| 1.25 | 3.0 |
| 1.50 | 2.9 |
| 1.75 | 2.8 |
| 2.00 | 2.7 |

Fuente: FEMA 274

2.6.5.6. Coeficiente de amortiguamiento no lineal

La colocación del coeficiente de amortiguamiento no lineal de los disipadores en la dirección X, se realizará en los ejes A y F (entre 2 y 3), en la dirección Y se hará en los ejes 1 y 4 (entre C y D).

$$\sum C_j = \frac{\beta h * 2\pi * A^{1-\alpha} * \omega^{2-\alpha} * (\sum_i m_i \phi_i^2)}{\lambda (\sum \phi_j^{1+\alpha} * \cos \theta_j^{1+\alpha})}$$

Donde:

Sub índice j: Disipador.

Sub índice i: Numero de nivel.

β_h : Amortiguamiento viscoso de la estructura.

C_j : Coeficiente de amortiguamiento del disipador j

m_i : Masa del nivel i.

θ_j : Angulo de inclinación del disipador j

A: Amplitud de desplazamiento del modo fundamental (desplazamiento modal de la losa del último nivel)

Φ_i : Desplazamiento del nivel i (con nuestro sismo de diseño).

ω = frecuencia angular.

Φ_{rj} : Desplazamiento relativo entre ambos extremos del disipador j en la dirección horizontal (con nuestro sismo de diseño).

La masa y peso en toneladas, lo podemos extraer del programa Etabs, el cual es:

Tabla 17

Valores de la masa y peso de la estructura

| MASA y PESO | | |
|-------------|-------------|-------------|
| Story | Peso (tonf) | Masa (tonf) |
| T3 | 292.15 | 25.490 |
| T2 | 353.59 | 36.056 |
| T1 | 353.59 | 36.056 |

β_{hx} : Amortiguamiento viscoso de la estructura, es el calculado, el cual se tomo el 22%.

θ_j : Angulo de inclinación del disipador,

θ_{jx} : 29°

θ_{jy} : 49°

Figura 22

Angulo θ_j del disipador para la dirección X

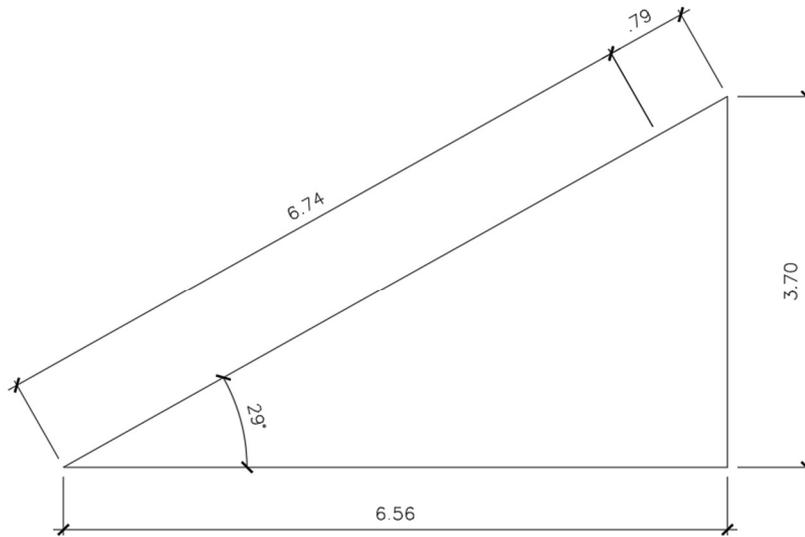
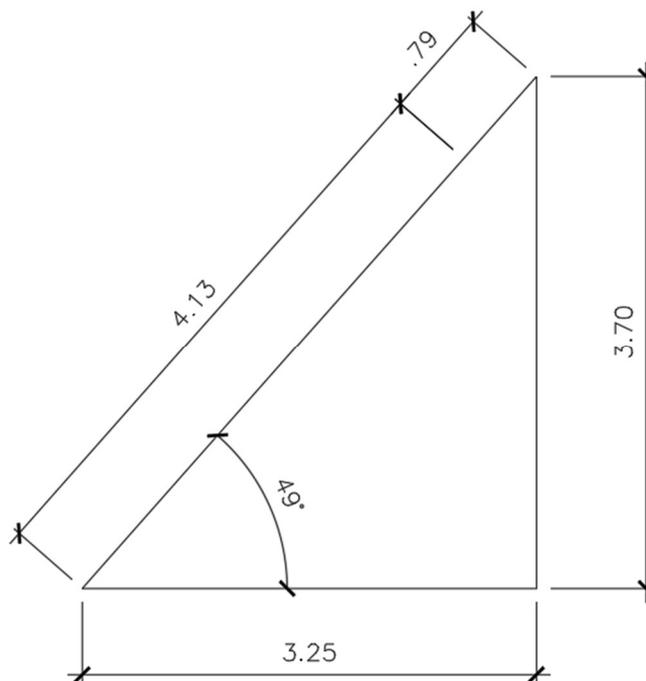


Figura 23

Angulo θ_j del disipador para la dirección Y



Φ_{rj} : Desplazamiento relativo entre ambos extremos del disipador j en la dirección horizontal (con nuestro sismo de diseño).

Φ_i : Desplazamiento del nivel i (con nuestro sismo de diseño).

Tabla 18

Valores del desplazamiento relativo

| NIVEL | ϕ_i | ϕ_{i+1} | ϕ_{rj} |
|-------|----------|--------------|-------------|
| 3 | 0.0393 | | |
| 2 | 0.0237 | 0.0393 | 0.0156 |
| 1 | 0.0083 | 0.0237 | 0.0154 |
| Base | 0.0000 | 0.0083 | 0.0083 |

Amplitud: 0.0042

ω = frecuencia angular

la frecuencia angular está en función de:

$$f = \frac{1}{T}$$

Donde T es el periodo, este dato lo extraemos en el programa Etabs, el cual es 0.311 segundos.

$$f = \frac{1}{0.311}$$

$$f = 3.215$$

Por lo tanto:

$$\omega = 2\pi f$$

$$\omega = 2\pi * 3.215$$

$$\omega = 19.635 \text{ rad/s}$$

Tabla 19*Valores de masa, coseno para disipador en X*

| NIVEL | Masa (tonf) | cosθ | cosθ ^(1+α) *φrj ^(1+α) | m*φi ² |
|------------|-------------|-------|---|-------------------|
| 3 | 25.490 | 0.875 | 0.0016 | 0.0394 |
| 2 | 36.056 | 0.875 | 0.0016 | 0.0203 |
| 1 | 36.056 | 0.875 | 0.0006 | 0.0025 |
| Sumatoria= | | | 0.0038 | 0.0621 |

$$\sum C_j = \frac{\beta h * 2\pi * A^{1-\alpha} * \omega^{2-\alpha} * (\sum_i m_i \phi_i^2)}{\lambda (\sum \phi r_j^{1+\alpha} * \cos \theta_j^{1+\alpha})}$$

$$\sum C_j = \frac{0.22 * 2\pi * 0.0042^{0.5} * 19.635^{1.5} * (0.0621)}{3.5 * 0.0038}$$

$$\sum C_j = 36.62$$

Se va a emplear en 2 por cada nivel, entonces se tendrá:

$$C_j = 18.31 t * s/m$$

El valor a tomar será de 20 t*s/m

Tabla 20*Valores de masa, coseno para disipador en Y*

| NIVEL | Masa (tonf) | cosθ | cosθ ^(1+α) *φrj ^(1+α) | m*φi ² |
|------------|-------------|-------|---|-------------------|
| 3 | 25.490 | 0.656 | 0.0010 | 0.0394 |
| 2 | 36.056 | 0.656 | 0.0010 | 0.0203 |
| 1 | 36.056 | 0.656 | 0.0004 | 0.0025 |
| Sumatoria= | | | 0.0025 | 0.0621 |

$$\sum C_j = \frac{\beta h * 2\pi * A^{1-\alpha} * \omega^{2-\alpha} * (\sum_i m_i \phi_i^2)}{\lambda (\sum \phi r_j^{1+\alpha} * \cos \theta_j^{1+\alpha})}$$

$$\sum C_j = \frac{0.22 * 2\pi * 0.0042^{0.5} * 19.635^{1.5} * (0.0621)}{3.5 * 0.0025}$$

$$\sum C_j = 54.12$$

Se va a emplear en 2 por cada nivel, entonces se tendrá:

$$C_j = 28.21 t * s/m$$

El valor a tomar será de 30 t*s/m

2.6.5.7. Modelamiento de los disipadores en el programa

Hemos calculado la rigidez (K), coeficiente de amortiguamiento (C) y el exponente de amortiguamiento (α), la cual se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 21

Propiedades del disipador viscoso en X

| | |
|--------------------------|-----------|
| Rigidez (K) | 20,112.46 |
| Coef. Amort. (C) | 20 |
| Exp. Amort. (α) | 0.5 |

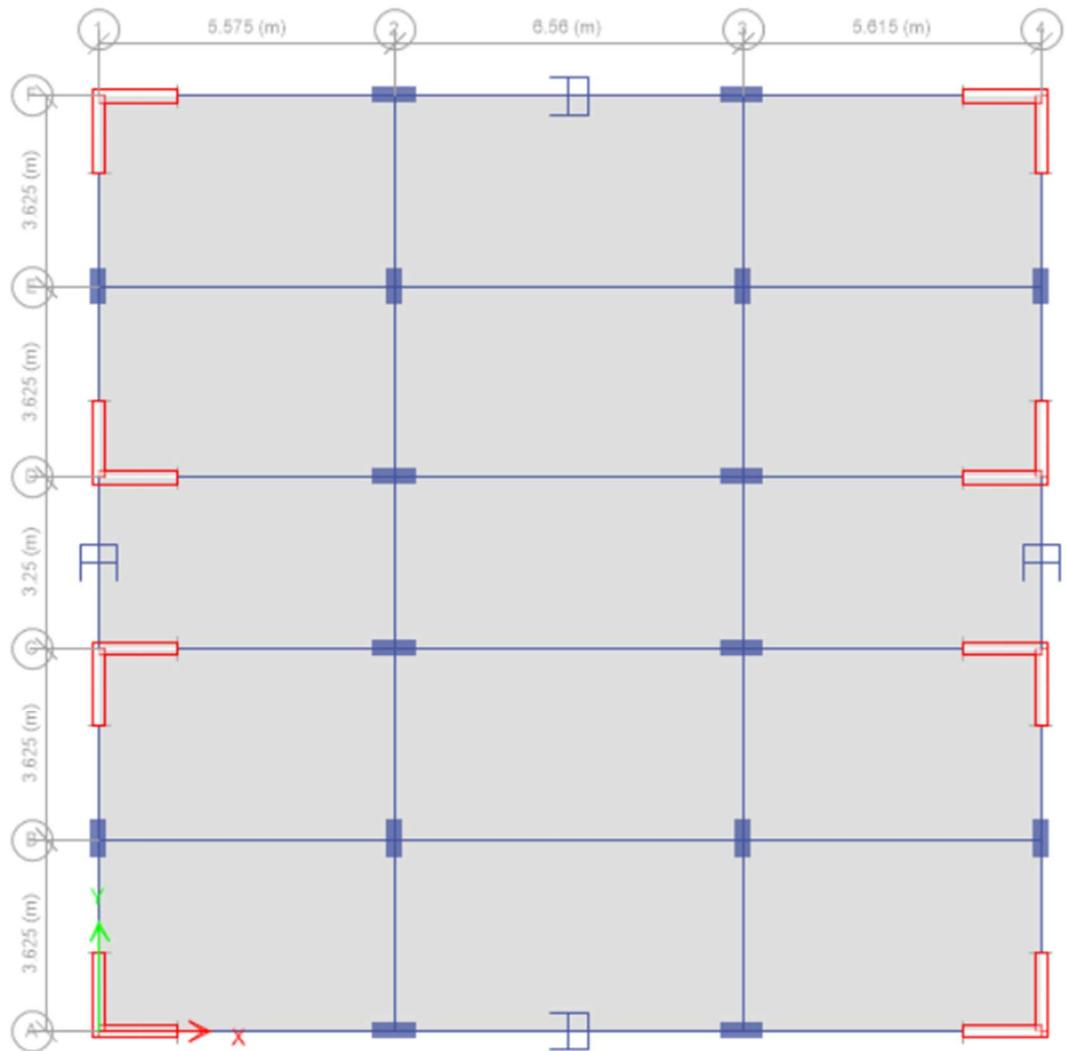
Tabla 22

Propiedades del disipador viscoso en Y

| | |
|--------------------------|-----------|
| Rigidez (K) | 32,822.76 |
| Coef. Amort. (C) | 30 |
| Exp. Amort. (α) | 0.5 |

Figura 24

Vista en planta de la estructura con disipadores



Fuente: Etabs V22.3.0

Figura 25

Vista del eje A-A, donde se muestra la colocación del disipador en X

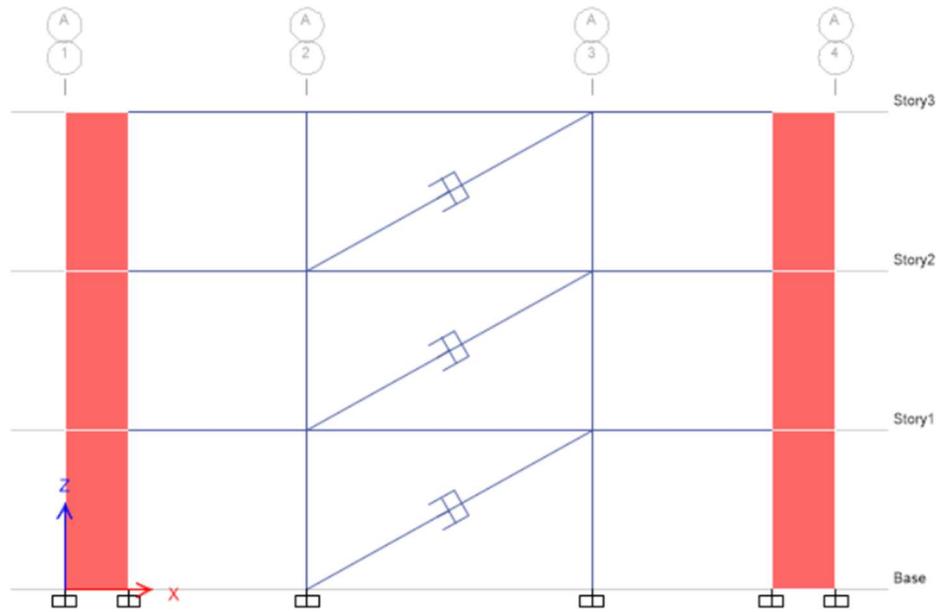


Figura 26

Vista del eje F-F, donde se muestra la colocación del disipador en X

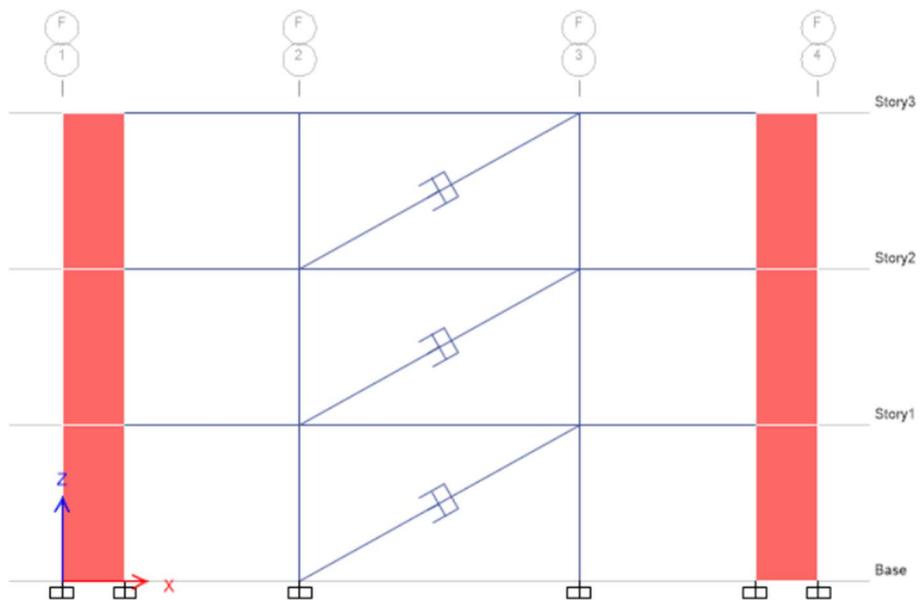


Figura 27

Vista del eje 1-1, donde se muestra la colocación del disipador en Y

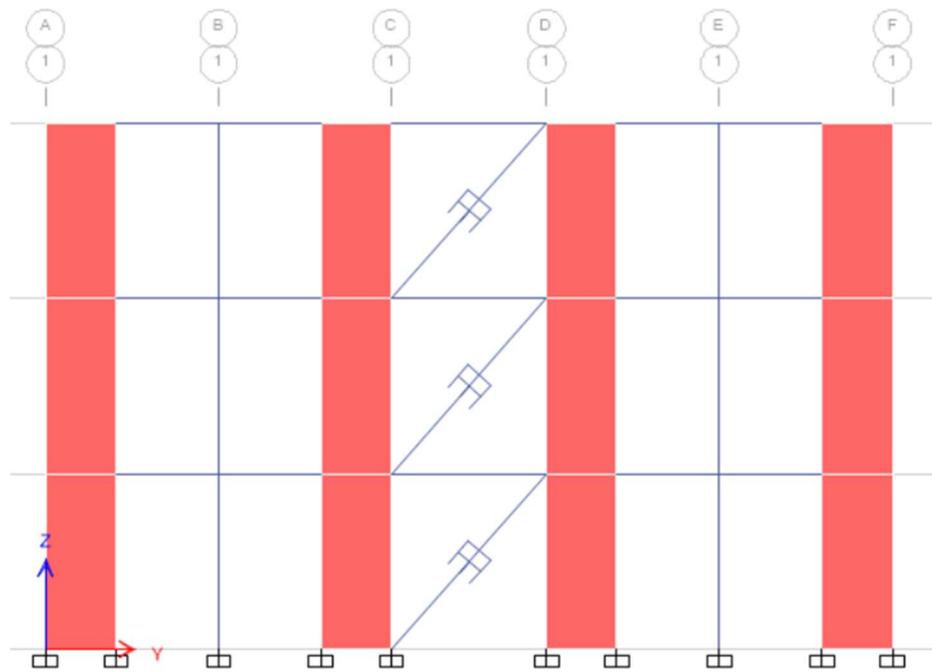
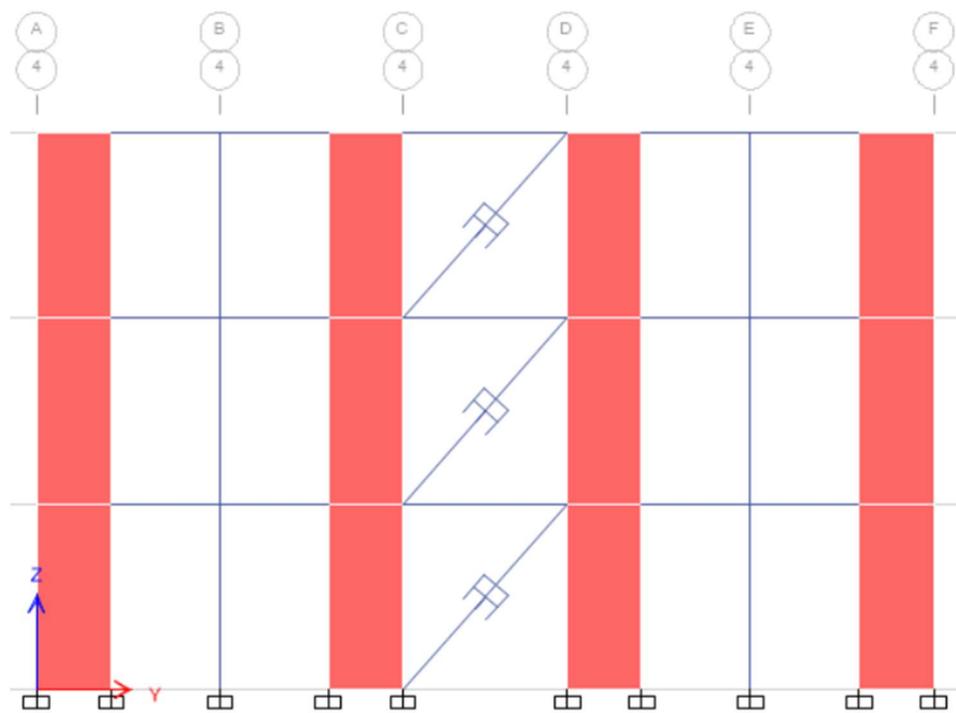


Figura 28

Vista del eje 4-4, donde se muestra la colocación del disipador en Y



Una realizado el análisis dinámico tiempo historia no lineal, con la colocación de los disipadores de energía, se obtiene los desplazamientos y las distorsiones, se muestra a continuación para el caso 1.

Tabla 23

Derivas con disipadores de energía en el eje X – Caso 1

| PISO | DESPLAZAMIENTO (m) | DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS (m) | Hi (m) | DISTORSIÓN DE ENTREPISO (DERIVA) |
|------|--------------------|-------------------------------|--------|----------------------------------|
| 3 | 0.02503 | 0.00957 | 3.70 | 0.0026 |
| 2 | 0.01546 | 0.00955 | 3.70 | 0.0026 |
| 1 | 0.00591 | 0.00591 | 3.70 | 0.0016 |

Tabla 24

Derivas con disipadores de energía en el eje Y – Caso 1

| PISO | DESPLAZAMIENTO (m) | DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS (m) | Hi (m) | DISTORSIÓN DE ENTREPISO (DERIVA) |
|------|--------------------|-------------------------------|--------|----------------------------------|
| 3 | 0.02441 | 0.009426 | 3.7 | 0.0025 |
| 2 | 0.01498 | 0.009639 | 3.7 | 0.0026 |
| 1 | 0.00534 | 0.005341 | 3.7 | 0.0014 |

Se puede apreciar que ha bajado las derivas, con respecto a la edificación sin disipadores en un porcentaje de un 38.99% en el eje X y 38.37% en el eje Y, para este caso.

Una realizado el análisis dinámico tiempo historia no lineal, con la colocación de los disipadores de energía, se obtiene los desplazamientos y las distorsiones, se muestra a continuación para el caso 2.

Tabla 24

Derivas con disipadores de energía en el eje X – Caso 2

| PISO | DESPLAZAMIENTO (m) | DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS (m) | Hi (m) | DISTORSIÓN DE ENTREPISO (DERIVA) |
|------|--------------------|-------------------------------|--------|----------------------------------|
| 3 | 0.03141 | 0.01240 | 3.70 | 0.0034 |
| 2 | 0.01900 | 0.01233 | 3.70 | 0.0033 |
| 1 | 0.00667 | 0.00667 | 3.70 | 0.0018 |

Tabla 25

Derivas con disipadores de energía en el eje Y – Caso 2

| PISO | DESPLAZAMIENTO (m) | DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS (m) | Hi (m) | DISTORSIÓN DE ENTREPISO (DERIVA) |
|------|--------------------|-------------------------------|--------|----------------------------------|
| 3 | 0.02024 | 0.007648 | 3.7 | 0.0021 |
| 2 | 0.01259 | 0.007678 | 3.7 | 0.0021 |
| 1 | 0.00492 | 0.004915 | 3.7 | 0.0013 |

Se puede apreciar que ha bajado las derivas, con respecto a la edificación sin disipadores en un porcentaje de un 20.94% en el eje X y 38.37% en el eje Y, para este caso.

Figura 29

Comportamiento histórico de los disipadores para el caso 1

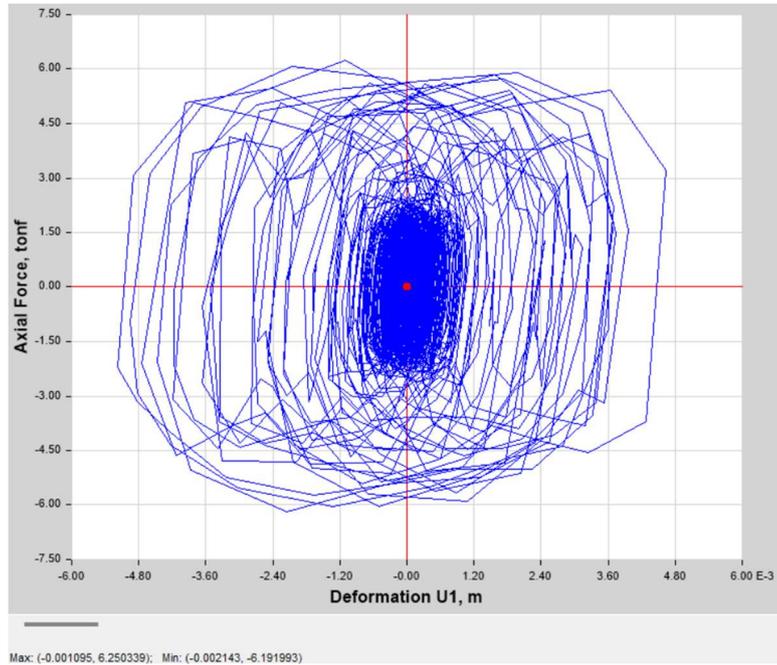
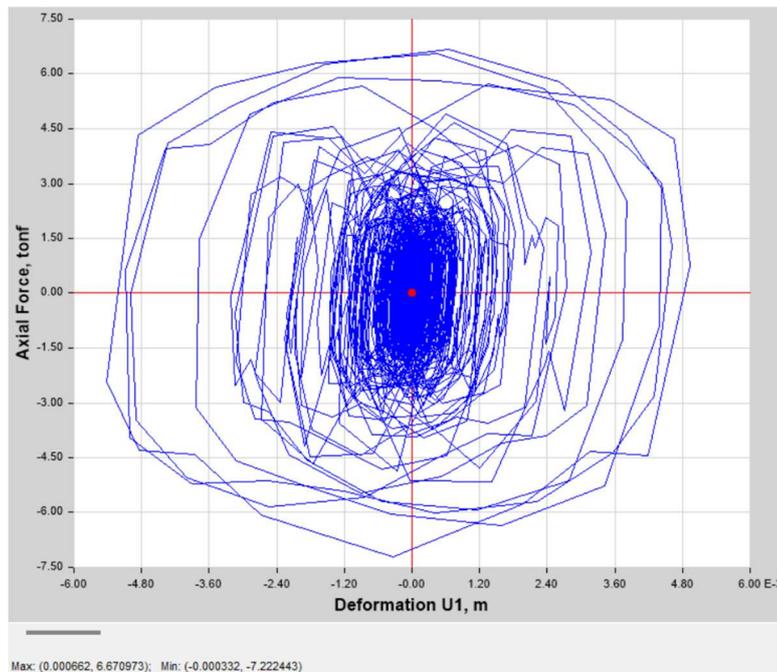


Figura 30

Comportamiento histórico de los disipadores para el caso 2



III. RESULTADOS

3.1. Realizar en análisis estático y dinámico del edificio

Se ha realizado el análisis estático y dinámico espectral en el módulo administrativo de la Universidad Nacional de Jaén, en el cual tenemos los siguientes resultados.

3.1.1. Análisis estático

El análisis sísmico estático se realizó mediante la Norma Técnica Peruana E.030-2018, Diseño Sismorresistente, en el cual se calculó la cortante basal en el sentido X y en el sentido Y, los cuales son:

$$V_x = 179.46 \text{ tonf}$$

$$V_y = 179.46 \text{ tonf}$$

3.1.2. Análisis dinámico espectral

El análisis sísmico dinámico espectral de la estructura, debemos considerar el coeficiente de reducción $R=1$, en consecuencia, la edificación se analizará en el rango inelástico, las derivas obtenidas mediante este análisis, los desplazamientos laterales se multiplican directamente por 1, ya no se aplica el $0.75 \cdot R$.

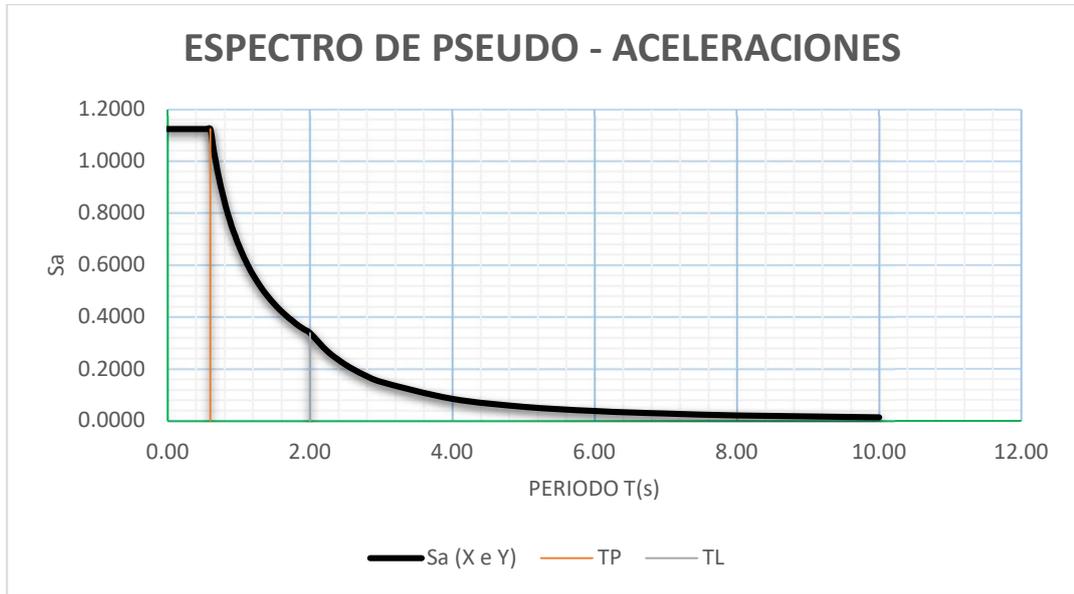
La aceleración espectral es:

$$S_a = 1.125g$$

Se representa mediante el espectro de pseudo aceleraciones, con la siguiente gráfica:

Figura 31

Espectro de diseño X e Y (R=1)



Para el cálculo de los modos de vibración, se ha tomado 3 modos por cada piso, haciendo un total de 9 modos de vibración y se tiene los siguientes resultados

Tabla 27
Modos de Vibración de la estructura

| Casos | Modo | Periodo (s) | UX | UY | ΣUX | ΣUY |
|-------|------|-------------|--------|--------|-------------|-------------|
| Modal | 1 | 0.311 | 0.6191 | 0.1376 | 0.6191 | 0.1376 |
| Modal | 2 | 0.307 | 0.1424 | 0.6265 | 0.7615 | 0.7641 |
| Modal | 3 | 0.212 | 0.0066 | 0.0071 | 0.7681 | 0.7711 |
| Modal | 4 | 0.079 | 0.0461 | 0.138 | 0.8142 | 0.9092 |
| Modal | 5 | 0.078 | 0.1411 | 0.0466 | 0.9552 | 0.9558 |
| Modal | 6 | 0.053 | 0.0013 | 0.0013 | 0.9566 | 0.9571 |
| Modal | 7 | 0.039 | 0.0032 | 0.0393 | 0.9598 | 0.9964 |
| Modal | 8 | 0.038 | 0.0399 | 0.0033 | 0.9997 | 0.9997 |
| Modal | 9 | 0.026 | 0.0003 | 0.0003 | 1 | 1 |

Nota. Los modos de vibración de la edificación deben de cumplir que la suma de masas efectivas sean por lo menos 90% de la masa total, en cada dirección, esto se observa en el modo 6. Fuente: Norma E.030 Diseño Sismorresistente.

Así mismo se ha calculado las distorsiones de entre piso, mediante el análisis sísmico dinámico espectral, para un $R=1$, las cuales son:

Tabla 28

Distorsiones de entrepiso para la dirección X – X

| PISOS | CASO | CONCRETO | DIRECCIÓN | DERIVA | SITUACIÓN |
|--------------|-------------|-----------------|------------------|---------------|------------------|
| Nivel 3 | Distorsión | 0.007 | X | 0.0042 | CUMPLE |
| Nivel 2 | Distorsión | 0.007 | X | 0.0042 | CUMPLE |
| Nivel 1 | Distorsión | 0.007 | X | 0.0023 | CUMPLE |

Nota. Las distorsiones de entrepiso son menores al máximo permisible (0.007), esto se puede evidenciar en cada nivel en la dirección X. Fuente: Norma E.030 Diseño Sismorresistente.

Tabla 29

Distorsiones de entrepiso para la dirección Y – Y

| PISO | CASO | CONCRETO | DIRECCIÓN | DERIVA | SITUACIÓN |
|-------------|-------------|-----------------|------------------|---------------|------------------|
| Nivel 3 | Distorsión | 0.007 | Y | 0.0041 | CUMPLE |
| Nivel 2 | Distorsión | 0.007 | Y | 0.0041 | CUMPLE |
| Nivel 1 | Distorsión | 0.007 | Y | 0.0023 | CUMPLE |

Nota. Las distorsiones de entrepiso son menores al máximo permisible (0.007), esto se puede evidenciar en cada nivel en la dirección Y. Fuente: Norma E.030 Diseño Sismorresistente.

Como se puede apreciar para un sismo severo con $R=1$, la estructura está cumpliendo con las distorsiones señaladas en nuestra norma, todas las derivas salen menos a 0.007.

3.2. Desarrollar el diseño del disipador viscoso mediante la normativa internacional.

Para el diseño del disipador viscoso, se ha empleado la normativa internacional como el FEMA y la metodología HAZUS, teniendo los siguientes resultados:

3.2.1. Factor de reducción de respuesta (β_x , β_y)

Los cuales son:

$$\beta_x = 1.52$$

$$\beta_y = 1.56$$

3.2.2. Amortiguamiento efectivo ($\beta_{eff\ x}$, $\beta_{eff\ y}$)

Los cuales son:

$$\beta_{eff\ x} = 19.90\%$$

$$\beta_{eff\ y} = 21.30\%$$

3.2.3. Amortiguamiento viscoso ($\beta_h\ x$, $\beta_h\ y$)

Los cuales son:

$$\beta_{h_x} = 14.90\%$$

$$\beta_{h_y} = 16.30\%$$

Como los porcentajes salen menos a 20 y para mantener un rango de seguridad y que se logre un amortiguamiento viscoso, entonces trabajaremos con el 22%.

3.2.4. Rigidez del brazo metálico (K)

Los cuales son:

$$K_x = 20,112.46 \text{ tonf/m}$$

$$K_y = 32,822.76 \text{ tonf/m}$$

3.2.5. Exponente de velocidad (α) y parámetro lambda (λ)

Para la presente investigación, por tratarse de un dispositivo no lineal, se ha tomado un $\alpha=0.5$, con este valor ya se puede obtener el valor de $\lambda=3.5$

3.2.6. Coeficiente de amortiguamiento no lineal

Para la el disipador de energía en la dirección X es:

$$\sum C_j = 36.62$$

Se va a emplear en 2 por cada nivel, entonces se tendrá:

$$C_j = 18.31 \text{ t} * \text{s/m}$$

El valor a tomar será de 20 t*s/m

$$C_j = 20.00 \text{ t} * \text{s/m}$$

Para la el disipador de energía en la dirección Y es:

$$\sum C_j = 54.12$$

Se va a emplear en 2 por cada nivel, entonces se tendrá:

$$C_j = 28.21 \text{ t} * \text{s/m}$$

El valor a tomar será de 30 t*s/m

$$C_j = 30.00 \text{ t} * \text{s/m}$$

3.3. Comparar las respuestas dinámicas y esfuerzos de la estructura con o sin disipadores de fluido viscoso

Se procedió a comprar las respuestas dinámicas y esfuerzos en la edificación con o sin disipadores de energía, estas comparaciones se muestran en la siguiente tabla y se hace caso por caso.

Tabla 30

Comparación de las derivas en la dirección X, del caso I

| PISO | DERIVAS SIN DISIPADORES | DERIVAS CON DISIPADORES |
|------|-------------------------|-------------------------|
| 3 | 0.0042 | 0.0026 |
| 2 | 0.0042 | 0.0026 |
| 1 | 0.0023 | 0.0016 |

Nota. Al comparar las derivas de entrepiso por cada nivel en la dirección X del caso I, se observa que la incorporación con disipadores de energía de fluido viscoso reduce las derivas en la edificación, lo cual es muy optimo a nivel estructural.

Tabla 31

Comparación de las derivas en la dirección Y, del caso I

| PISO | DERIVAS SIN DISIPADORES | DERIVAS CON DISIPADORES |
|------|-------------------------|-------------------------|
| 3 | 0.0041 | 0.0025 |
| 2 | 0.0041 | 0.0026 |
| 1 | 0.0023 | 0.0014 |

Nota. Al comparar las derivas de entrepiso por cada nivel en la dirección Y del caso I, se observa que la incorporación con disipadores de energía de fluido viscoso reduce las derivas en la edificación, lo cual es muy optimo a nivel estructural.

Se puede apreciar que ha bajado las derivas, con respecto a la edificación sin disipadores en un porcentaje de un 38.99% en el eje X y 38.37% en el eje Y, para este caso.

Tabla 32*Comparación de las derivas en la dirección X, del caso II*

| PISO | DERIVAS SIN DISIPADORES | DERIVAS CON DISIPADORES |
|------|-------------------------|-------------------------|
| 3 | 0.0042 | 0.0034 |
| 2 | 0.0042 | 0.0033 |
| 1 | 0.0023 | 0.0018 |

Nota. Al comparar las derivas de entrepiso por cada nivel en la dirección X del caso II, se observa que la incorporación con disipadores de energía de fluido viscoso reduce las derivas en la edificación, lo cual es muy optimo a nivel estructural.

Tabla 33*Comparación de las derivas en la dirección Y, del caso II*

| PISO | DERIVAS SIN DISIPADORES | DERIVAS CON DISIPADORES |
|------|-------------------------|-------------------------|
| 3 | 0.0041 | 0.0021 |
| 2 | 0.0041 | 0.0021 |
| 1 | 0.0023 | 0.0013 |

Nota. Al comparar las derivas de entrepiso por cada nivel en la dirección Y del caso I, se observa que la incorporación con disipadores de energía de fluido viscoso reduce las derivas en la edificación, lo cual es muy optimo a nivel estructural.

Se puede apreciar que ha bajado las derivas, con respecto a la edificación sin disipadores en un porcentaje de un 20.94% en el eje X y 38.37% en el eje Y, para este caso.

IV. DISCUSIÓN

Con los resultados obtenidos, aceptamos la hipótesis general, que establece que tiene un mejor desempeño sísmico el módulo administrativo de la Universidad Nacional de Jaén, utilizando disipadores de fluido viscoso. En concordancia a los resultados de la presente investigación, Pérez (2022) en su tesis “Diseño por desempeño sísmico de un edificio aporticado de 7 niveles con y sin disipadores de fluido viscoso en la ciudad de Nueva Cajamarca-2020”, entre sus conclusiones, manifiesta que la incorporación de los disipadores de fluido viscoso, mejora su nivel de desempeño sísmico.

En el análisis estático se obtuvieron las cortantes $V_x= 179.46$ tonf y $V_y= 179.46$ tonf; en el análisis dinámico espectral se obtuvo los modos de vibración con un periodo de 0.311 s para el modo 1 con un porcentaje de 61.91% de masa participativa y para el modo 2 con un periodo de 0.307 s con un porcentaje de participación de 62.65%, se obtuvo una deriva máxima de 0.0042 en el eje X y una deriva máxima de 0.0041 en el eje Y para un $R=1$. En comparación a los resultados de la presente investigación, Flores (2021), en su investigación “Análisis comparativo de la respuesta sísmica de una edificación dual con y sin disipadores de energía viscosos, distrito de Moche, Trujillo 2021”, manifiesta que en el análisis estático se obtuvieron cortantes de $V_x= 657.61$ tonf y $V_y= 657.61$ tonf y en el análisis dinámico obtuvieron distorsiones en la dirección X de 0.00759 y en la dirección Y se tuvo una deriva máxima de 0.00771 con un coeficiente de reducción $R=1$.

Después del análisis estático y dinámico se comenzó a desarrollar el diseño del disipador viscoso, empleando normativas internacionales, se obtuvo como resultado que la rigidez del brazo metálico $K_x = 20,112.46 \text{ tonf/m}$ y $K_y = 32,822.76$, con un exponente de velocidad $\alpha = 0.5$ y $\lambda = 3.5$, el coeficiente de amortiguamiento no lineal que en la dirección X de $C_{jx} = 20 \text{ t*s/m}$ y $C_{jy} = 30 \text{ t*s/m}$ en la dirección Y. En comparación a los resultados de la presente investigación, Flores (2021), en su investigación “Análisis comparativo de la respuesta sísmica de una edificación dual con y sin disipadores de energía viscosos, distrito de Moche, Trujillo 2021”, manifiesta que la rigidez del brazo metálico $K_x = 60,796.14 \text{ tonf/m}$ y $K_y = 101,822.21 \text{ tonf/m}$, con un exponente de velocidad $\alpha = 0.5$ y $\lambda = 3.5$, el coeficiente de amortiguamiento no lineal que en la dirección X de $C_{jx} = 321.78 \text{ t*s/m}$ y $C_{jy} = 478.20 \text{ t*s/m}$ en la dirección Y

Al comparar las respuestas dinámicas de la edificación se tuvo lo siguiente: en el caso 1 con disipadores de energía, la máxima deriva que se obtuvo fue de 0.0026 que es mucho menor que la deriva máxima 0.0042 que es sin disipadores de energía en el eje X y en el eje Y se obtuvo una deriva máxima de 0.0026 con disipadores y una deriva máxima de 0.0041 con disipadores de fluido viscoso, lo que representa que ha bajado las distorsiones en un porcentaje de 38.99% en X y 38.37% en Y; así mismo para el caso 2 con disipadores de energía, la máxima deriva que se obtuvo fue de 0.0034 que es mucho menor que la deriva máxima 0.0021 que es sin disipadores de energía en el eje X y en el eje Y se obtuvo una deriva máxima de 0.0021 con disipadores y una deriva máxima de 0.0041 con disipadores de fluido viscoso, lo que representa que ha bajado las distorsiones en un porcentaje de 20.94% en X y 38.37% en Y. En concordancia a los resultados de la presente investigación, Pérez (2022) en su tesis “Diseño por desempeño sísmico de un edificio aporticado de 7 niveles con y sin disipadores de fluido viscoso en la ciudad de Nueva Cajamarca-2020”,

entre sus conclusiones, manifiesta la edificación de 7 niveles sin disipadores de energía supera el 7 por mil en el eje X y 0.005 en el eje X y con la incorporación de los disipadores de energía la deriva máxima en el eje Y se reduce en un 49.38% y puedo alcanzar un nivel de funcionalidad la edificación.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Al realizar el análisis estático en la edificación se obtuvieron las cortantes basales $V_x = 179.46$ tonf y $V_y = 179.46$ tonf; en el análisis dinámico espectral se obtuvo los modos de vibración con un periodo de 0.311 s para el modo 1 con un porcentaje de 61.91% de masa participativa y para el modo 2 con un periodo de 0.307 s con un porcentaje de participación de 62.65%. Se obtuvo una deriva máxima de 0.0042 en el eje X y una deriva máxima de 0.0041 en el eje Y para un $R=1$, para un análisis dinámico tiempo historia.

Al desarrollar el diseño del disipador de fluido viscoso, empleando normativas internacionales como el FEMA y la metodología HAZUS, se obtuvo como resultado que la rigidez del brazo metálico $K_x = 20,112.46$ tonf/m en el eje X y $K_y = 32,822.76$ tonf/m en el eje Y, con un exponente de velocidad $\alpha = 0.5$ y $\lambda = 3.5$ (parámetro lambda), el coeficiente de amortiguamiento no lineal que en la dirección X de $C_{jx} = 20$ t*s/m y $C_{jy} = 30$ t*s/m en la dirección Y.

Al comparar las respuestas dinámicas de la edificación se tuvo lo siguiente: en el caso 1 con disipadores de energía, la máxima deriva que se obtuvo fue de 0.0026 que es mucho menor que la deriva máxima 0.0042 que es sin disipadores de energía en el eje X y en el eje Y se obtuvo una deriva máxima de 0.0026 con disipadores y una deriva máxima de 0.0041 con disipadores de fluido viscoso, lo que representa que ha bajado las distorsiones en un porcentaje de 38.99% en X y 38.37% en Y; así mismo para el caso 2 con disipadores de energía, la máxima deriva que se obtuvo fue de 0.0034 que es mucho menor que la deriva

máxima 0.0021 que es sin disipadores de energía en el eje X y en el eje Y se obtuvo una deriva máxima de 0.0021 con disipadores y una deriva máxima de 0.0041 con disipadores de fluido viscoso, lo que representa que ha bajado las distorsiones en un porcentaje de 20.94% en X y 38.37% en Y

5.2. Recomendaciones

En las edificaciones de gran importancia, se debe de realizar el análisis estático y dinámico espectral y tiempo historia para un sismo severo con un factor de reducción $R=1$, con registros sísmicos de los sismos más fuertes ocurridos en el país, esto nos permite obtener respuestas más óptimas en una determinada estructura.

En este proyecto se ha realizado con disipadores de fluido viscoso, pero también se puede realizar con otros tipos de disipadores de energía como son los disipadores visco elásticos, disipadores por fluencia tipos ADAS, disipadores por fricción, entre otros. La implementación de estos disipadores mejora el desempeño sísmico de la estructura, evitando su colapso ante un sismo severo.

Es fundamental implementar los disipadores de fluido viscoso en las estructuras importantes como universidades, viviendas multifamiliares, instituciones educativas, Hospitales, estadios, centros comerciales, entre otros; en zonas sísmicas de nuestro país, a fin de contrarrestar la energía sísmica que genera un sismo de gran magnitud.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade-Figueroa, E. (2018). *Análisis estático no lineal del edificio de ingeniería civil de la Universidad Estatal del Sur de Manabí* [Tesis de pregrado, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. Repositorio Digital Universidad Estatal del Sur de Manabí. <https://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/1390>
- Cabrera Medina, E. T. (2022). Evaluación del comportamiento estructural con disipadores de energía de fluido viscoso del edificio de enfermería de la Universidad Nacional Autónoma de Chota. <http://repositorio.unach.edu.pe/handle/20.500.14142/280>
- Campos-Vasquez, N., Neyra-Torres, J. L., Manturano-Chipana, R. K., Oropeza-Rojas, J. P., Baldeon-Sosa, J. A., Cerrón-Mercado, S. C., & Chupillon-Aranda, A. B. (2022). Influence of dissipating elements on the effect of earthquakes on Buildings 2021. Proceedings of the 20th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology: “Education, Research and Leadership in Post-pandemic Engineering: Resilient, Inclusive and Sustainable Actions”. 20th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology: “Education, Research and Leadership in Post-pandemic Engineering: Resilient, Inclusive and Sustainable Actions”. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.230>
- Cuyán Barboza, A. E., & Muñoz Pérez, S. P. (2022). Uso de Disipadores de Fluido Viscoso como medida de Reforzamiento Estructural. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 16(32), Article 32. <https://doi.org/10.31908/19098367.2757>
- Gallay, R. N. (2022, febrero 3). Te explicamos las diferencias entre método inductivo y deductivo. TuTFG. <https://tutfg.es/metodo-inductivo-y-deductivo/>
- Guillen, H. F. S. (s. f.). Tutor: Ing. Mg. Betzabeth Jessenia Suquillo Ronquillo.
- Kookalani, S., & Shen, D. (2020). Effect of Fluid Viscous Damper parameters on the seismic performance. *Journal of Civil Engineering and Materials Application*, 4(3). <https://doi.org/10.22034/jcema.2020.232288.1025>
- Moreno, W. A. P., Ceron, A. L. S., & Ruiz, A. F. O. (2023). Comparison between a traditional Colombian Structural Design and the Use of Viscous-Type Energy Damping Systems (2021). *Ingeniería e Investigación*, 43(1), Article 1. <https://doi.org/10.15446/ing.investig.99281>

- Ortega Toala, A. A. (2022). Comparación del punto de desempeño de un edificio convencional versus un edificio con sistema de disipación de energía tipo adas, mediante un análisis estático no lineal [BachelorThesis, Jijpajapa.UNESUM]. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/3617>
- Perez Julca, J. C. (2022). Diseño por desempeño sísmico de un edificio aporticado de 7 niveles con y sin disipadores de fluido viscoso en la ciudad de Nueva Cajamarca-2020. <https://repositorio.ucss.edu.pe/handle/20.500.14095/1577>
- Principe Quiñones, A. P. (2020). Influencia de los disipadores de fluido viscoso en el comportamiento sísmico de una edificación aporticada, Trujillo 2020.
- Reyes-Ruiz, L., & Carmona Alvarado, F. A. (2020). La investigación documental para la comprensión ontológica del objeto de estudio. <https://bonga.unisimon.edu.co/handle/20.500.12442/6630>

AGRADECIMIENTO

Queremos agradecer a la Universidad Nacional de Jaén, alma mater del desarrollo intelectual, profesional y esperanza de la nación. A la Escuela Profesional de Ingeniería Civil por permitirnos ser profesionales. A todos los docentes de la Escuela de Ingeniería Civil, quienes nos impartieron sus conocimientos durante toda nuestra formación profesional.

A los miembros del jurado calificador: Dra. Zadith Nancy Garrido Campaña (Presidente JE), Dr. Manuel Emilio Milla Pino (Secretario JE) y Mg. Edinson Viamney Llamgo Goicochea (Vocal JE).

A nuestro asesor Mg. Marcos A. Gonzales Santisteban, por su seguimiento brindado y apoyo constante en la elaboración de nuestro proyecto tesis.

A nuestros padres, hermanos y compañeros, nuestro más profundo agradecimiento por su acompañamiento en este viaje académico.

Crisanto Cusma Roosevelt Anderson.

Pasapera Arteaga Rosa Eliana.

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a Dios, por guiarme y haberme brindado las fuerzas necesarias para no rendirme y cumplir con el desarrollo de esta investigación.

A mis amados padres Eduardo e Ylda por darme su apoyo, su amor y enseñarme el compromiso de ser responsable y a no rendirme hasta cumplir todos mis objetivos y sueños. A mis hermanos, por sus constantes apoyo y amor que me brindan, para superar cualquier obstáculo que se me presente.

A mis amigos y en especial a mi compañero de tesis Roosevelt Anderson, que me acompañaron con su apoyo cuando más los necesitaba y darme ese empujón para salir de cualquier adversidad en la vida.

A mi asesor de tesis Mg. Marcos A. Gonzales Santisteban que con su asesoramiento me ayudo a realizar este trabajo de investigación.

Y a todos mis docentes que me acompañaron a lo largo de mi formación académica desde el nivel inicial hasta la universidad, que con sus consejos y ánimos me ayudaron a formarme profesionalmente y también repercutieron en mi vida personal.

Pasapera Arteaga Rosa Eliana.

A Dios fuente de sabiduría y fortaleza, por guiar y bendecir cada paso de mi vida. Por la salud y el bienestar de mi familia, por darnos la vida y la oportunidad de alcanzar nuestros logros.

A mi padre Lorenzo, por ser el pilar fundamental en mi vida, por su apoyo, sabiduría y sacrificio constante. Gracias por ser mi fuente de estabilidad.

A mi madre María, por ser la tea que ilumina mi camino y mi guía. Gracias por ese ahínco para alcanzar mis sueños.

A mi hermano Lincoln, por ser fuente de inspiración y motivación. Gracias por su apoyo incondicional y estar presente en los momentos más importantes.

A mis amigos, por su amistad y apoyo en cada paso del camino.

A mi compañera de tesis Eliana, por el trabajar palmo a palmo en el presente trabajo de investigación. Gracias por su apoyo y comprensión.

A mi asesor de tesis Mg. Marcos A. Gonzales Santisteban por su orientación académica y profesionalismos, en la realización del presente trabajo de investigación.

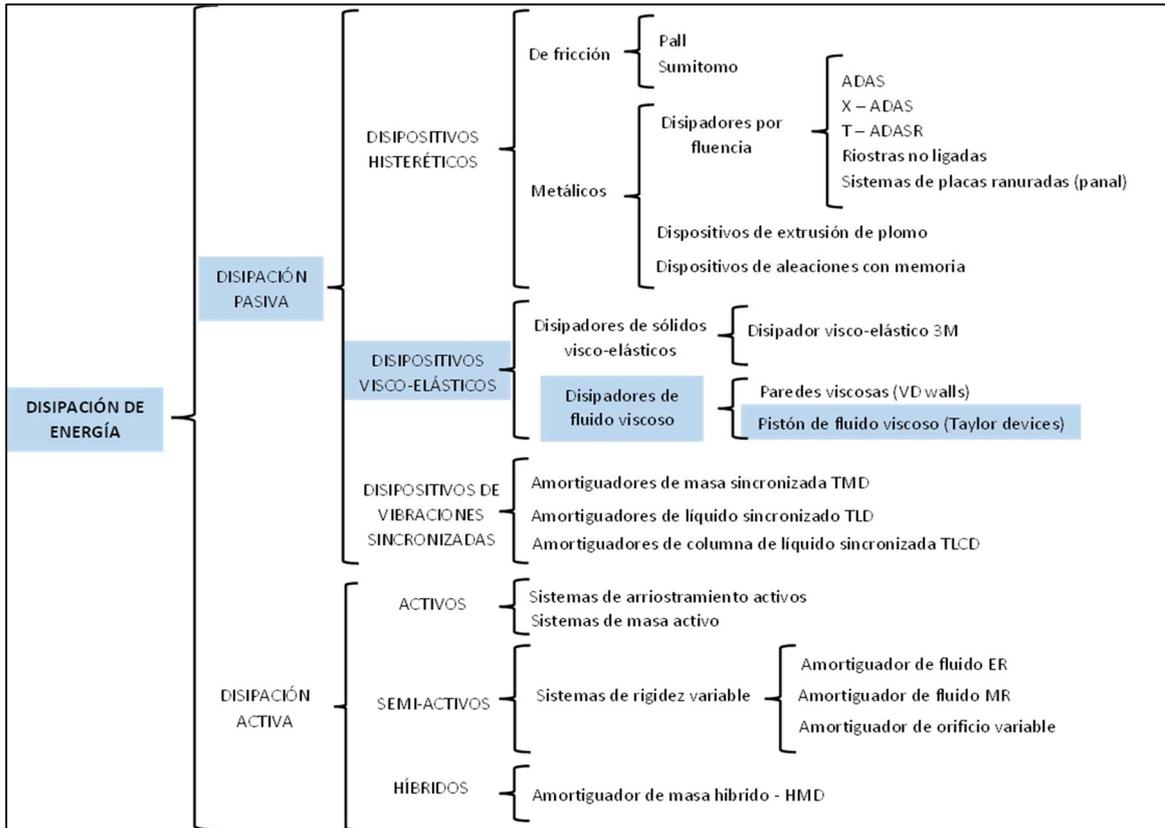
A mis docentes, que formaron parte de mi crecimiento personal y académico a lo largo de mis estudios universitarios.

Crisanto Cusma Roosvelt Anderson.

ANEXOS

Anexo 1

Disipador de energía a utilizar

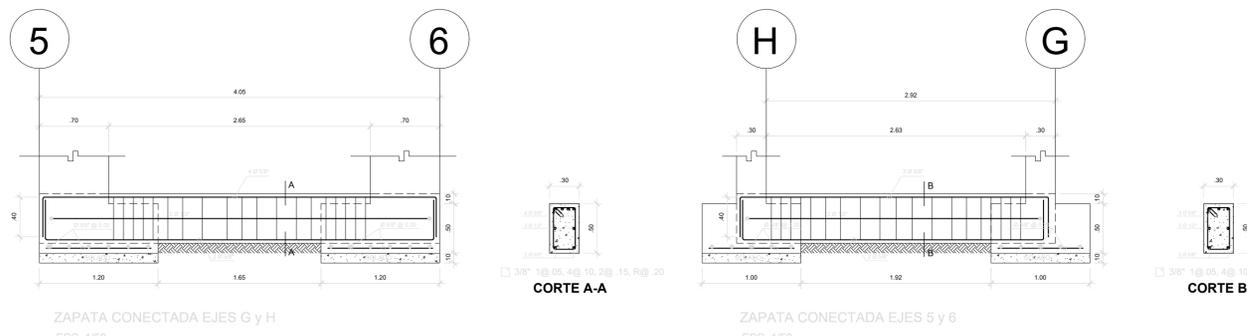
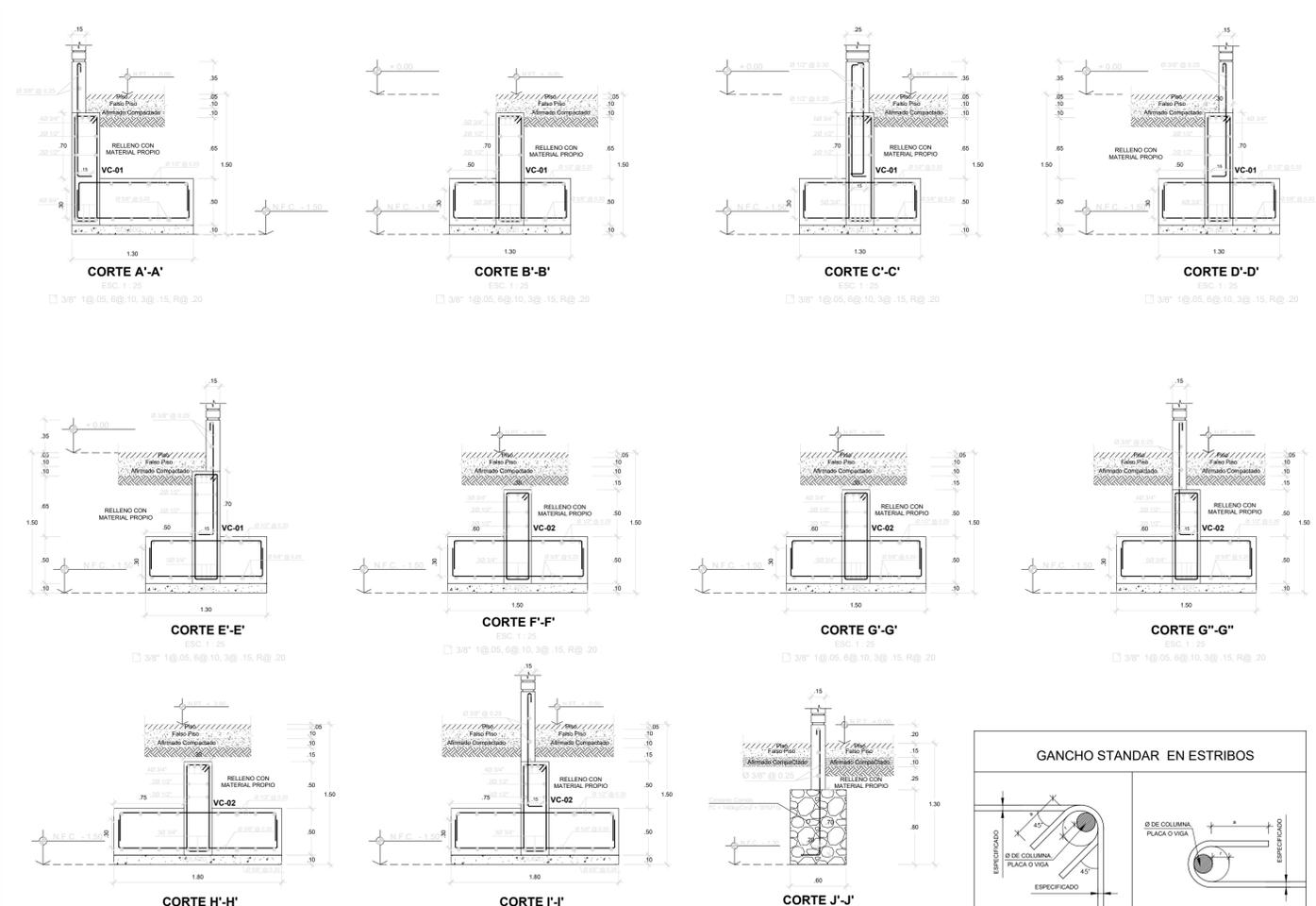
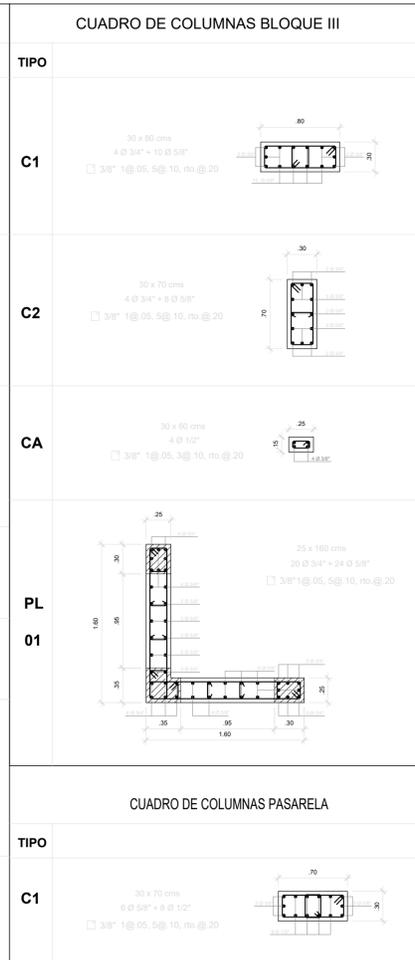
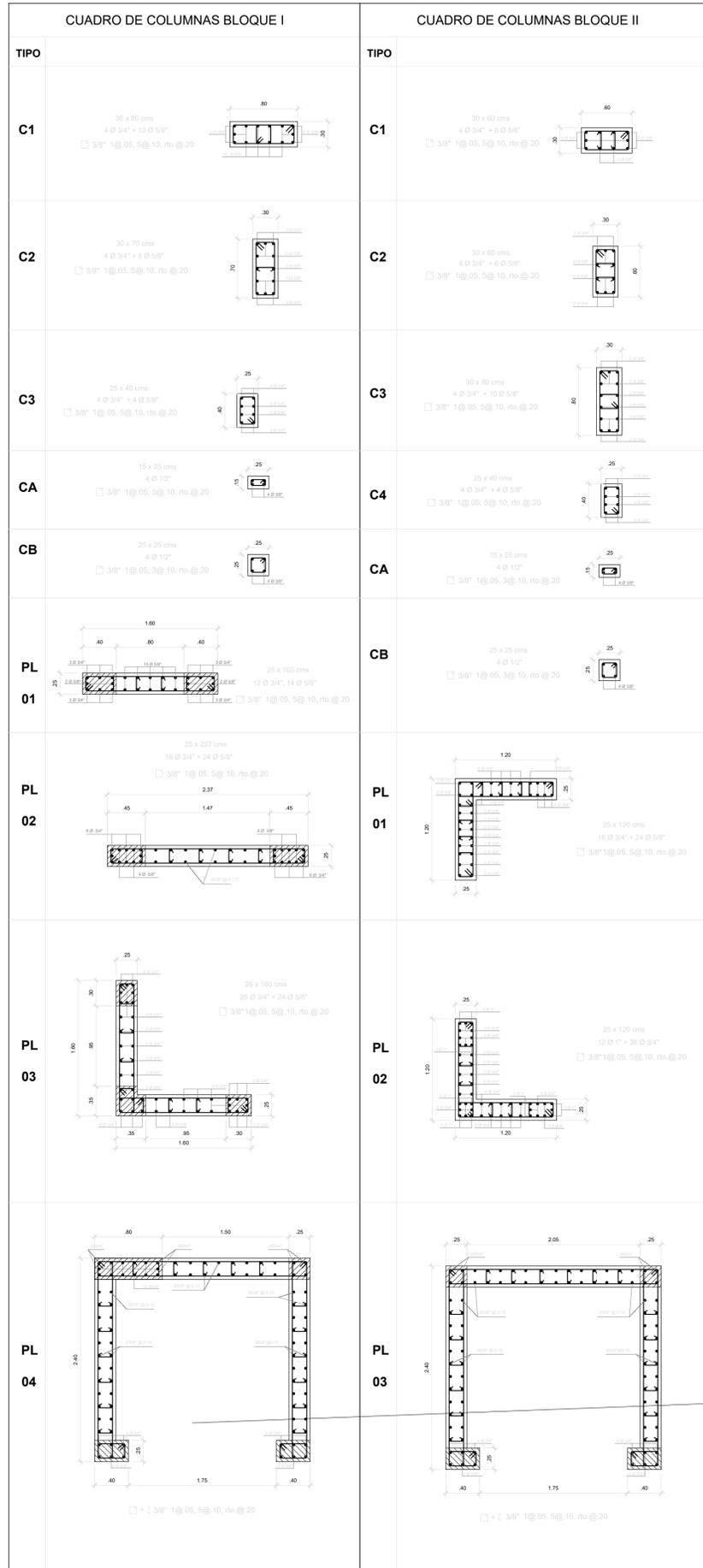


Fuente. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732014000300005

Anexo 2

Matriz de Consistencia

| Modelamiento estructural en respuestas dinámicas utilizando disipadores de fluido viscoso del edificio administrativo de la Universidad Nacional de Jaén - 2024 | | | |
|--|--|--|-------------------------------|
| PROBLEMA | OBJETIVO | HIPÓTESIS | VARIABLES |
| Problema general | Objetivo general | Hipótesis general | Variable Independiente |
| ¿De qué manera se puede obtener las respuestas dinámicas utilizando disipadores de fluido viscoso del edificio administrativo de la Universidad Nacional de Jaén? | Determinar las respuestas dinámicas utilizando disipadores de fluido viscoso del edificio administrativo de la Universidad Nacional de Jaén. | Las respuestas dinámicas del modelamiento estructural utilizando disipadores de energía de fluido viscoso, tiene mejor desempeño sísmico en un sismo moderado. | Módulo estructural. |
| | Objetivos específicos | | Variable Dependiente |
| | Realizar el análisis estático y dinámico del edificio. | | Respuestas dinámicas. |
| | Desarrollar el diseño de disipador viscoso mediante la normativa internacional. | | |
| Comparar las respuestas dinámicas y esfuerzos de la estructura con o sin disipadores de fluido viscoso. | | | |



GANCHO STANDAR EN ESTRIBOS

GANCHO 90° Y 180°

| Ø | r | a |
|------|--------|-------|
| 1/4" | 1.5 Cm | 10 Cm |
| 8mm | 2 Cm | 10 Cm |
| 3/8" | 3 Cm | 15 Cm |

DETALLE DE TRASLAPES EN COLUMNAS Y MUROS

| Ø | LE (Cm.) |
|------|----------|
| 1/4" | 40 |
| 3/8" | 45 |
| 1/2" | 50 |
| 5/8" | 60 |
| 3/4" | 70 |
| 1" | 130 |

NOTAS:
 1.- NO EMPALMAR MAS DEL 50% DEL AREA DE UNA MISMA SECCION.
 2.- EN CASO DE NO EMPALMARSE EN LAS ZONAS INDICADAS O CON LOS PORCENTAJES ESPECIFICADOS, AUMENTAR LA LONGITUD DE EMPALME EN UN 70%.

ESPECIFICACIONES TECNICAS

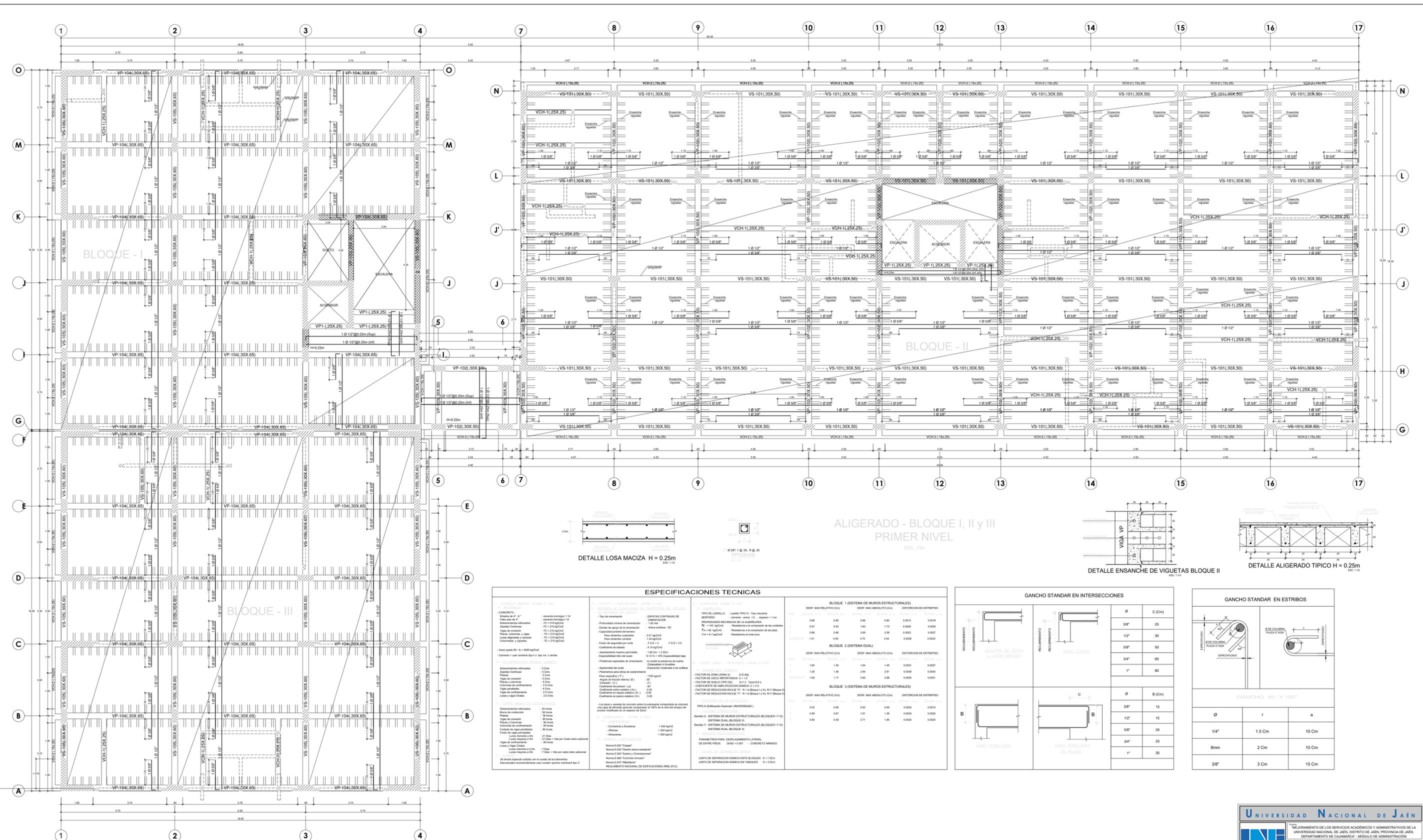
| CONCRETO ARRABADO NORMA E-200 | SUELOS Y CIMENTACIONES NORMA E-200 | ALUMBRADO NORMA E-200 | BLOQUE 1 (SISTEMA DE MUROS ESTRUCTURALES) |
|--|--|--|--|
| CONCRETO: Solado de 4" x 4" Falso piso de 4" Sobrecimentos reforzados Zapatas Continuas Vigas de coronación Placas columnas y vigas Losas aligeradas y maestras Columnetas y ripapisos Acero grado 60, fy = 4200 kg/Cm2 Cemento = usar cemento tipo I o tipo ms o similar REINFORZAMIENTO ARMADO (AREA%) Sobrecimentos reforzados : 5 Cms Falso piso de 4" : 15 Cms Placas : 5 Cms Vigas de coronación : 15 Cms Placas y columnas : 4 Cms Columnas de confinamiento : 2.5 Cms Vigas paralelas : 4 Cms Vigas de confinamiento : 2.5 Cms Losas y vigas Chatas : 2.5 Cms TIEMPO MINIMO DE ENDURECIMIENTO Sobrecimentos reforzados : 24 horas Mallas de coronación : 36 horas Placas : 36 horas Vigas de coronación : 36 horas Placas y Columnas : 36 horas Columnas de confinamiento : 36 horas Colado de vigas paralelas : 36 horas Fondo de vigas principales : 21 Dias Losas mayores a 5m : 21 Dias + 1da por cada metro adicional Vigas de confinamiento : 36 horas Losas y Vigas Chatas : 17 Dias Losas mayores a 5m : 17 Dias + 1da por cada metro adicional NOTAS: Se tendrá especial cuidado con el curado de los elementos. Estructuras recomendamos usar curador químico manteniendo tipo C | REQUISITOS DE CIMENTACIONES DE CIMENTACIONES DEL TIPO DE MECANICA DE SUELO Tipo de cimentación : ZAPATAS CONTINUAS DE CIMENTACION Profundidad mínima de cimentación : 1.50 ms Cargas de apoyo de la cimentación : Acero anclada -5C Capacidad portante del terreno : Para columnas cuadradas Para columnas circulares : F.S.E = 3 Factor de seguridad por corte : 4.0 kg/Cm3 Coeficiente de fricción : 1.24 kg/Cm2 Aumentamiento máximo permisible : 1.94 Cm + 2.5Cm Expansibilidad libre del suelo : 9.13 % + 10% Expansibilidad baja Compatibilidades locales Agradecimiento del suelo : Exposición moderada a los sulfatos Planimetría para obras de sostenimiento : 1700 kg/m3 Peso específico (γ) : 207 Ángulo de fricción interna (φ) : 30° Cohesión (C) : 0.1 Coeficiente de presión (β) : 20° Coeficiente activo estático (Ka) : 0.33 Coeficiente en reposo estático (K0) : 0.50 Coeficiente en pasivo estático (Kp) : 3.00 Los pilos y venidas de concreto sobre la subrasante compactada se colocará una capa de almidón granular compactado al 100% de la más del ensayo del probador modificado en un espesor de 20cm. | ALUMBRADO NORMA E-200 TIPO DE LAMPARAS : Lámparo TIPO IV - Tipo Industrial MORTERO : cemento - arena 1:3 - espesor = 1cm PROPIEDADES MECANICAS DE LA ALUMBRERA : fm = 145 kg/Cm2 Resistencia a la compresión de las pilas Vm = 8.1 kg/Cm3 Resistencia al corte puro PARÁMETROS DE CIMENTACION FACTOR DE ZONA (ZONA III) : Z=0.40 FACTOR DE USO E IMPORTANCIA : U=1.5 FACTOR DE SUELO (TIPO S2) : S=1.2 Tpo=0.8 s. COEFICIENTE DE AMPLIFICACION SISMICA : C = 2.5 FACTOR DE REDUCCION EN EJE "X" : R = 8 (Bloque I y II), R=7 (Bloque III) FACTOR DE REDUCCION EN EJE "Y" : R = 8 (Bloque I y II), R=7 (Bloque III) | BLOQUE 1 (SISTEMA DE MUROS ESTRUCTURALES) DESP. MAX RELATIVO (CM) : 0.96, 0.97, 0.96, 1.01 DESP. MAX ABSOLUTO (CM) : 0.80, 0.93, 0.86, 0.95 DISTORSION DE ENTREPISO : 0.0015, 0.0028, 0.0028, 0.0028 BLOQUE 2 (SISTEMA DUAL) DESP. MAX RELATIVO (CM) : 1.54, 1.28, 1.00 DESP. MAX ABSOLUTO (CM) : 1.45, 1.36, 1.17 DISTORSION DE ENTREPISO : 0.0031, 0.0039, 0.0035 BLOQUE 3 (SISTEMA DE MUROS ESTRUCTURALES) DESP. MAX RELATIVO (CM) : 0.92, 0.99, 0.80 DESP. MAX ABSOLUTO (CM) : 0.69, 0.67, 0.49 DISTORSION DE ENTREPISO : 0.0020, 0.0030, 0.0030 |

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

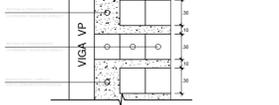
MEMORANDO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS Y ADMINISTRATIVOS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN, DISTRITO DE JAÉN, PROVINCIA DE JAÉN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA - MÓDULO DE ADMINISTRACIÓN

Fecha de Proyecto: 16/03/2021
 Autor: ING. MIGUEL SÁENZ SOLÓRZANO MEJÍA
 CIP N° 14849 REE. CONSULTOR N° 33590
 Cliente: JAÉN
 Proyecto: CAJAMARCA
 Ejecutor: INDICADA
 CAD: M.A.C.G.

E-03



ALIGERADO - BLOQUE I, II y III
PRIMER NIVEL
ESC. 1:50



ESPECIFICACIONES TECNICAS

| CONCRETO | ACEROS | ALUMBRADO | TIPO DE LADRILLO |
|--|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> Clase: C-25 Resistencia a compresión: 25 MPa Resistencia a tracción: 1.5 MPa Modulo de elasticidad: 20000 MPa Coeficiente de dilatacion: 1.0 x 10⁻⁵ | <ul style="list-style-type: none"> Clase: E-400 Resistencia a traccion: 400 MPa Modulo de elasticidad: 200000 MPa Coeficiente de dilatacion: 1.0 x 10⁻⁵ | <ul style="list-style-type: none"> Clase: E-150 Resistencia a traccion: 150 MPa Modulo de elasticidad: 200000 MPa Coeficiente de dilatacion: 1.0 x 10⁻⁵ | <ul style="list-style-type: none"> Clase: E-150 Resistencia a traccion: 150 MPa Modulo de elasticidad: 200000 MPa Coeficiente de dilatacion: 1.0 x 10⁻⁵ |

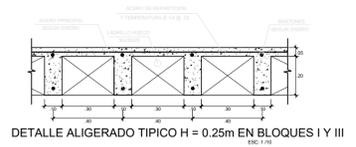
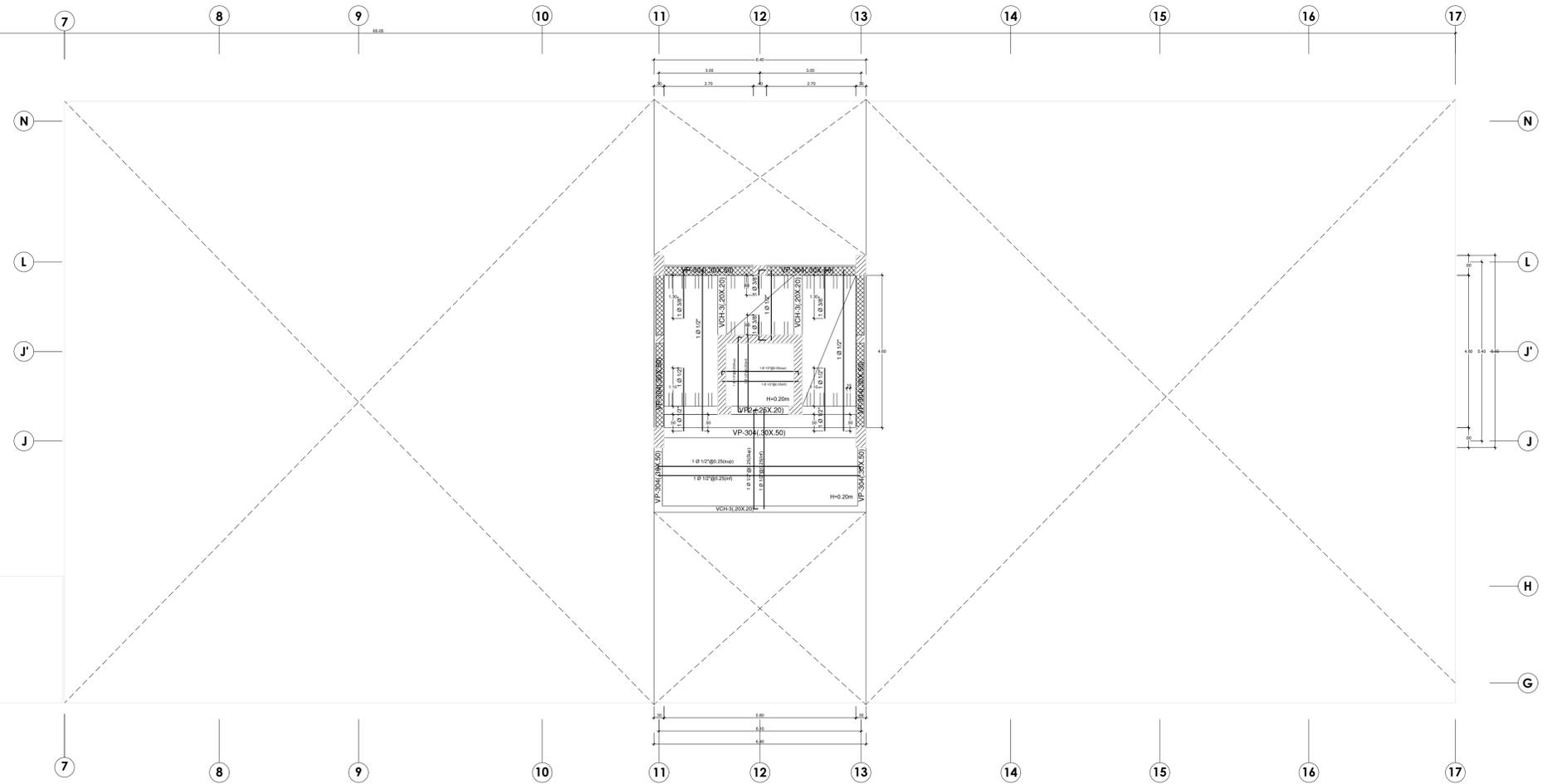
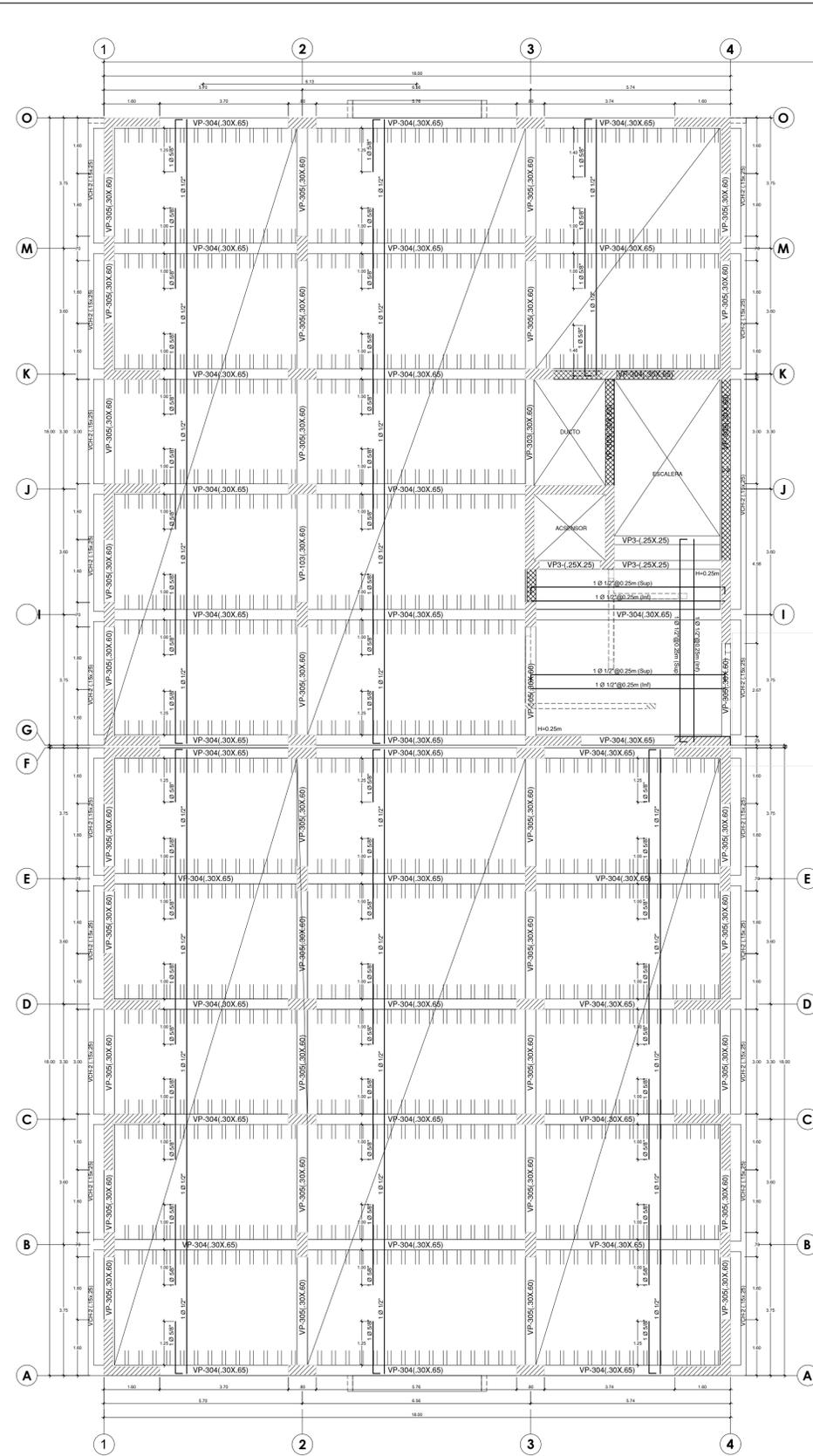
| BLOQUE 1 (SISTEMA DE MUROS ESTRUCTURALES) | | | |
|---|--------------------------|-------------------------|-------|
| DESP. MAX. RELATIVO (cm) | DESP. MAX. ABSOLUTO (cm) | DISTORSION DE ENTREPISO | |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.07 | 0.02 | 1.03 | 0.002 |
| 0.06 | 0.06 | 2.09 | 0.003 |
| 0.01 | 0.06 | 3.70 | 0.008 |

GANCHO STANDAR EN INTERSECCIONES

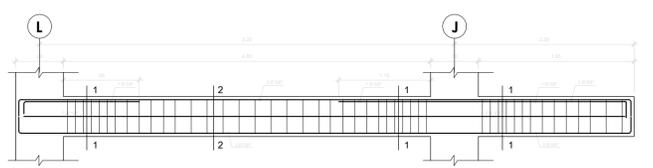
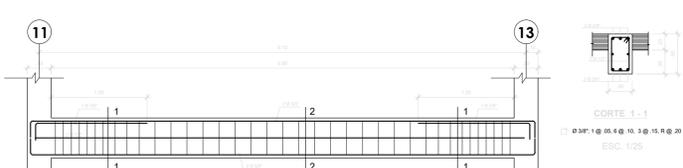
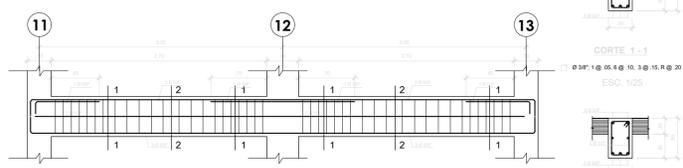
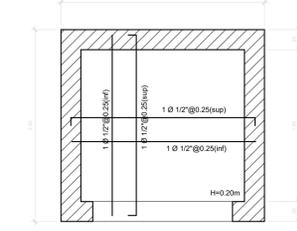
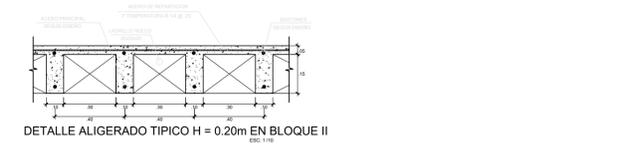
| REQUERIMIENTO | BLOQUE 1 (SISTEMA DE MUROS ESTRUCTURALES) | | BLOQUE 2 (SISTEMA DUAL) | |
|-----------------|---|--------|-------------------------|--------|
| | Ø | C (cm) | Ø | C (cm) |
| REQUERIMIENTO 1 | 3/8" | 25 | 3/8" | 25 |
| REQUERIMIENTO 2 | 1/2" | 30 | 1/2" | 30 |
| REQUERIMIENTO 3 | 5/8" | 50 | 5/8" | 50 |
| REQUERIMIENTO 4 | 3/4" | 60 | 3/4" | 60 |
| REQUERIMIENTO 5 | 1" | 80 | 1" | 80 |

GANCHO STANDAR EN ESTRIBOS

| REQUERIMIENTO | BLOQUE 1 (SISTEMA DE MUROS ESTRUCTURALES) | | BLOQUE 2 (SISTEMA DUAL) | |
|-----------------|---|--------|-------------------------|-------|
| | r | a | r | a |
| REQUERIMIENTO 1 | 1/4" | 1.5 Cm | 1/4" | 10 Cm |
| REQUERIMIENTO 2 | 8mm | 2 Cm | 8mm | 10 Cm |
| REQUERIMIENTO 3 | 3/8" | 3 Cm | 3/8" | 15 Cm |



ALIGERADO - BLOQUE I, II y III
TERCER NIVEL
ESC: 1/50



FORMATO DE FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

| | |
|------------------------------|---|
| Tesis: | Modelamiento estructural en respuestas dinámicas utilizando disipadores de fluido viscoso del edificio administrativo de la Universidad Nacional de Jaén - 2024 |
| Ubicación Geografica: | Jaén - Jaén - Cajamarca |
| Tesistas: | Bach. Crisanto Cusma Roosevelt Anderson Bach. Pasapera Arteaga Rosa Eliana |
| Asesor: | M. Sc. Marcos Antonio Gonzales Santisteban |

**DISIPADOR DE FLUIDO VISCOSO
(Ficha Técnica)**

I) Datos Informativos

- Edificio
- Ubicación
- Número de Pisos
- Sistema Estructural
- Área total
- Área Construida
- Área libre

| |
|--|
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| |

II) Objetivo

Recopilar información para determinar los parámetros del dispositivo Fluido Viscoso

1. Fuerza en el Disipador
- Constante de Amortiguamiento
 - Velocidad Relativa en el Amortiguador
 - Coefficiente de Edificación
 - Fuerza del Disipador

| | |
|------------|--|
| C= | |
| V= | |
| α = | |
| F= | |

2. Amortiguamiento
- 2.1 Factor de Reducción de Resistencia
- Distorsión Máxima
 - Distorsión Objetivo
 - Factor de reducción de respuesta

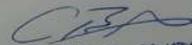
| | |
|-------------------------|--|
| D _{máx} = | |
| D _{objetivo} = | |
| B= | |

- 2.2 Amortiguamiento Viscoso
- Amortiguamiento Inherente 5%
 - Factor de reducción de respuesta
 - Amortiguamiento Efectivo
 - Amortiguamiento Viscoso

| | |
|--------------------|--|
| β_0 = | |
| B= | |
| B _{eff} = | |
| B _H = | |

- 2.3 Coeficiente de Amortiguamiento
- Amortiguamiento Viscoso
 - Parámetro lambda
 - Coeficiente de amortiguamiento del disipador j

| | |
|------------------|--|
| B _H = | |
| λ = | |
| C _j = | |


 Billy ALEXIS CALDERON

Desplazamiento relativo entre ambos extremos del disipador
 Ángulo de inclinación del disipador
 Amplitud de desplazamiento del modo fundamental
 Frecuencia Angular
 Masa del nivel
 Desplazamiento del nivel

| | |
|-------------------|--|
| φ _{rj} = | |
| θ _j = | |
| A= | |
| ω= | |
| m _i = | |
| φ _i = | |

Coefficiente de Amortiguamiento

$$\sum C_j = \frac{\beta_H - 2\pi \cdot A^{2-\alpha} \cdot \omega^{2-\alpha} (\sum_i m_i \cdot \theta_i^2)}{\lambda (\sum_i^{1+\alpha} \cos^{1+\alpha} \theta_j)}$$

3. Rigidez del Brazo Metálico

Propiedades del Perfil

| D ext (in) | D int (in) | Espesor (in) | Inercia (in ²) |
|------------|------------|--------------|----------------------------|
| | | | |

Módulo de Elasticidad del acero
 Área de la sección del brazo metálico
 Longitud del brazo metálico
 Rigidez del brazo metálico

| | |
|--------|--|
| E= | |
| A= | |
| L= | |
| K=EA/L | |


 Billy ALEXIS CAYAROPA CALDERON

FORMATO DE FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

| | |
|------------------------------|---|
| Tesis: | Modelamiento estructural en respuestas dinámicas utilizando disipadores de fluido viscoso del edificio administrativo de la Universidad Nacional de Jaén - 2024 |
| Ubicación Geografica: | Jaén - Jaén - Cajamarca |
| Tesistas: | Bach. Crisanto Cusma Roosevelt Anderson Bach. Pasapera Arteaga Rosa Eliana |
| Asesor: | M. Sc. Marcos Antonio Gonzales Santisteban |

DISIPADOR DE FLUIDO VISCOSO
(Ficha Técnica)

I) Datos Informativos

| | |
|---------------------|--|
| Edificio | |
| Ubicación | |
| Número de Pisos | |
| Sistema Estructural | |
| Área total | |
| Área Construida | |
| Área libre | |

II) Objetivo

Recopilar información para determinar los parámetros del dispositivo Fluido Viscoso

1. Fuerza en el Disipador

| | | |
|---------------------------------------|------------|--|
| Constante de Amortiguamiento | C= | |
| Velocidad Relativa en el Amortiguador | V= | |
| Coefficiente de Edificación | α = | |
| Fuerza del Disipador | F= | |

2. Amortiguamiento

2.1 Factor de Reducción de Resistencia

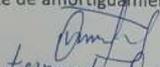
| | | |
|----------------------------------|------------|--|
| Distorsión Máxima | Dmáx= | |
| Distorsión Objetivo | Dobjetivo= | |
| Factor de reducción de respuesta | B= | |

2.2 Amortiguamiento Viscoso

| | | |
|----------------------------------|-------------|--|
| Amortiguamiento Inherente 5% | β_0 = | |
| Factor de reducción de respuesta | B= | |
| Amortiguamiento Efectivo | B_{eff} = | |
| Amortiguamiento Viscoso | B_H = | |

2.3 Coeficiente de Amortiguamiento

| | | |
|---|-------------|--|
| Amortiguamiento Viscoso | B_H = | |
| Parámetro lambda | λ = | |
| Coefficiente de amortiguamiento del disipador j | C_j = | |


 Fernando Lantieri
 Utor Vilaverde.

Desplazamiento relativo entre ambos extremos del disipador
 Ángulo de inclinación del disipador
 Amplitud de desplazamiento del modo fundamental
 Frecuencia Angular
 Masa del nivel
 Desplazamiento del nivel

| | |
|------------------|--|
| $\phi_j =$ | |
| $\theta_j =$ | |
| A = | |
| $\dot{\omega} =$ | |
| $m_i =$ | |
| $\phi_i =$ | |

Coefficiente de Amortiguamiento

$$\sum C_j = \frac{\beta_H - 2\pi A^{2-\alpha} \omega^{2-\alpha} (\sum_i m_i \phi_i^2)}{\lambda (\sum_i^{1+\alpha} \cos^{1+\alpha} \theta_j)}$$

3. Rigidez del Brazo Metálico

Propiedades del Perfil

| D ext (in) | D int (in) | Espesor (in) | Inercia (in ²) |
|------------|------------|--------------|----------------------------|
| | | | |

Módulo de Elasticidad del acero
 Área de la sección del brazo metálico
 Longitud del brazo metálico
 Rigidez del brazo metálico

| | |
|----------|--|
| E = | |
| A = | |
| L = | |
| K = EA/L | |

[Handwritten Signature]
 Llatas Villanueva Fernando D