

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**  
**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**“DISEÑO SISMORRESISTENTE MEDIANTE EL  
MÉTODO PUSHOVER DEL PABELLÓN DE  
INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE JAÉN – 2023”**

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

Autores: Bach. Marilú Flores Guerrero  
Bach. Cédjar Carrasco Becerra

Asesor: Dr. Chistiaan Zayed Apaza Panca

Línea de Investigación: LI\_IC\_01 Estructuras

JAÉN – PERÚ

Marzo, 2023

NOMBRE DEL TRABAJO

**DISEÑO SISMORRESISTENTE MEDIANTE  
EL MÉTODO PUSHOVER DEL PABELLÓN  
DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSID**

AUTOR

**Marilú Flores Guerrero & Cédar Carrasc  
o Becerra**

RECuento DE PALABRAS

**31263 Words**

RECuento DE CARACTERES

**122578 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**82 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**10.1MB**

FECHA DE ENTREGA

**Jun 3, 2024 10:16 AM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Jun 3, 2024 10:18 AM GMT-5**

● **14% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 14% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 5% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN  
*Dr. Alexander Huamán Mera*  
Responsable de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N° 29304

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



## FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 17 de junio del año 2024, siendo las 15:00 horas, se reunieron de manera presencial los integrantes del Jurado:

Presidente : M. Sc. Marcos Antonio Gonzales Santisteban.

Secretario : Dra. Zarith Nancy Garrido Campaña

Vocal : Dr. Jeiden Revilla Arca, para evaluar la Sustentación del **Informe Final**:

( ) Trabajo de Investigación

( **X** ) Tesis

( ) Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: **"DISEÑO SISMORRESISTENTE MENDIANTE EL MÉTODO PUSHOVER DEL PABELLÓN DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN - 2023"**, presentado por los tesisistas **Flores Guerrero Marilú y Carrasco Becerra Cédjar** 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     | ( <b>N</b> ) |
| d) Regular     | 13         | ( )          |
| e) Desaprobado | 12 o menos | ( )          |

Siendo las 16:00 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

M. Sc. Marcos Antonio Gonzales Santisteban  
Presidente

Dra. Zarith Nancy Garrido Campaña  
Secretario

Dr. Jeiden Revilla Arca  
Vocal

# ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN .....	VI
ABSTRACT .....	VII
I. INTRODUCCIÓN .....	8
1.1. Descripción de la realidad Problemática .....	8
1.2. Justificación .....	10
1.3. Hipótesis .....	10
1.4. Objetivos.....	11
1.4.1. Objetivos generales.....	11
1.4.2. Objetivos específicos .....	11
1.5. Antecedentes de la investigación.....	11
1.5.1. Internacionales .....	11
1.5.2. Nacionales.....	13
1.5.3. Regional.....	15
1.5.4. Local .....	16
II. MATERIAL Y MÉTODOS .....	18
2.1. Descripción del bloque I.....	18
2.2. Ubicación geográfica .....	19
2.3. Población, muestra y muestreo .....	19
2.3.1. Población .....	19
2.3.2. Muestra .....	19
2.3.3. Muestreo .....	19
2.4. Método.....	19
2.5. Técnica.....	20
2.6. Análisis de datos .....	20
2.6.1. Modelado del bloque T.....	20
2.6.2. Análisis estático .....	24
2.6.3. Análisis dinámico .....	25
2.6.4. Análisis estático no lineal - PUSHOVER.....	29
2.6.4.1. Modelos de comportamiento no lineal del material .....	29
2.6.4.2. Vigas de concreto armado .....	31
2.6.4.3. Columnas de concreto armado .....	32

2.6.4.4. Muros de corte.....	33
2.6.4.5. Patrón de carga gravitacional .....	34
2.6.4.6. Curva de capacidad .....	36
2.6.4.7. Punto de desempeño.....	37
III. RESULTADOS .....	40
3.1. Determinar las derivas y desplazamientos máximos del pabellón de ingeniería civil de la Universidad Nacional de Jaén.....	40
3.1.1. Columnas de tipo “T” .....	40
3.1.2. Vigas .....	40
3.1.3. Muro de corte.....	41
3.1.4. Losa Aligerada.....	42
3.1.5. Cálculo de las derivas y desplazamientos.....	42
3.1.5.1. Desplazamientos relativos admisibles en la dirección X – X .....	42
3.1.5.2. Desplazamientos relativos admisibles en la dirección Y – Y .....	43
3.2. Hallar la curva de capacidad de desempeño sismorresistente mediante el análisis estático no lineal Pushover del pabellón de ingeniería civil de la Universidad Nacional de Jaén	445
3.3. Determinar los elementos estructurales en que se dan las primeras rótulas plásticas o primeros puntos de colapso frente a un evento sísmico mediante el método Pushover del pabellón de ingeniería civil de la Universidad Nacional de Jaén – 2023.....	49
IV. DISCUSIÓN .....	52
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	54
5.1. Conclusiones.....	54
5.2. Recomendaciones .....	55
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	56
AGRADECIMIENTO.....	61
DEDICATORIA.....	62
ANEXOS.....	63

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros sísmicos de la edificación .....	27
Tabla 2. Modos de vibración .....	28
Tabla 3. Fuerza cortante mínima .....	31
Tabla 4. Verificación de las derivas de entepiso para la dirección X-X del bloque I....	31
Tabla 5. Verificación de las derivas de entepiso para la dirección Y-Y del bloque I....	32
Tabla 6. Dimensiones de las vigas .....	45
Tabla 7. Derivas en la dirección X-X del bloque I .....	47
Tabla 8. Derivas en la dirección Y-Y del bloque I .....	49

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista 3D del bloque I del pabellón de Ingeniería Civil .....	20
Figura 2. Definición de propiedades del concreto .....	23
Figura 3. Definición de propiedades del acero .....	24
Figura 4. Características de la columna en T .....	25
Figura 5. Acero en la VX 30x60 (1, 2 y 3 nivel) .....	25
Figura 6. Acero en la VX 30X60 (4 nivel) .....	26
Figura 7. Vista en planta del nivel 1 de la estructura .....	26
Figura 8. Espectro de diseño X-X.....	29
Figura 9. Espectro de diseño Y-Y.....	30
Figura 10. Parámetros no lineales para el concreto .....	33
Figura 11. Modelo esfuerzo – deformación según Park .....	34
Figura 12. Asignación de rótulas plásticas en vigas .....	35
Figura 13. Asignación de rótulas plásticas en columnas .....	36
Figura 14. Asignación del refuerzo en los muros de corte .....	37
Figura 15. Definición de la carga gravitacional no lineal.....	38
Figura 16. Definición del Pushover X .....	39
Figura 17. Definición del Pushover Y .....	39
Figura 18. Curva de Capacidad en la dirección X .....	40
Figura 19. Curva de Capacidad en la dirección Y .....	41
Figura 20. Punto de desempeño en la dirección X .....	42
Figura 21. Punto de desempeño en la dirección Y .....	43
Figura 22. Dimensiones de la Columna “T” .....	44
Figura 23. Dimensiones del muro de corte $e=30$ cm .....	46
Figura 24. Detalle de la losa aligerada.....	47
Figura 25. Derivas en la dirección X-X.....	48
Figura 26. Derivas en la dirección Y-Y .....	50
Figura 27. Curva de capacidad en la dirección X .....	51
Figura 28. Curva de capacidad en la dirección Y .....	52
Figura 29. Punto de desempeño en la dirección X .....	53
Figura 30. Punto de desempeño en la dirección Y .....	54
Figura 31. Primeras rótulas generadas en las vigas .....	55

Figura 32. Generación de rótulas en vigas y columnas .....	56
Figura 33. Generacion de rótulas en todos los elementos estructurales .....	57

## RESUMEN

La presente investigación tuvo con fin realizar el análisis estático no lineal con el fin de verificar el diseño sismorresistente del bloque I del pabellón de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén, debido a que las estructuras actuales por lo general se diseñan en el rango elástico, sabiendo que durante un sismo severo las estructuras experimentan deformaciones inelásticas, para la evaluación del desempeño sísmico se han utilizado normas internacionales tales como el FEMA (Agencia Federal para el Manejo de Emergencias), ASCE (Sociedad Americana de Ingenieros civiles) y SEAOC (Visión 2000). La metodología descriptiva cuantitativa a seguir fue la del Pushover donde se pudo verificar que la estructura cumple con el desempeño sísmico. Entre los resultados, se tuvo que las derivas en todos los niveles en la dirección X e Y son inferiores a lo establecido por la Norma Técnica Peruana E.030-2018, es decir, inferiores a 0.007, la máxima capacidad a resistir en la dirección X es de 1,740.975 tonf y un desplazamiento de 0.15078 m y en la dirección en Y es 2,144.130 tonf y un desplazamiento de 0.08898 m. Se concluye que la estructura resistiría ante un sismo severo, lo cual está en el rango operacional.

**Palabras claves:** Análisis estático no lineal, Diseño sismorresistente y Pushover

## **ABSTRACT**

The purpose of this research was to perform a nonlinear static analysis in order to verify the seismic-resistant design of Block I of the Civil Engineering Pavilion of the National University of Jaén, since current structures are generally designed in the elastic range, knowing that during a severe earthquake structures experience inelastic deformations. International standards such as FEMA (Federal Emergency Management Agency), ASCE (American Society of Civil Engineers) and SEAOC (Vision 2000) have been used for the evaluation of seismic performance. The quantitative descriptive methodology to be followed was the Pushover methodology where it was possible to verify that the structure complies with the seismic performance. Among the results, it was found that the drifts at all levels in the X and Y directions are lower than those established by the Peruvian Technical Standard E.030-2018, that is, lower than 0.007, the maximum capacity to resist in the X direction is 1,740.975 tonf and a displacement of 0.15078 m and in the Y direction is 2,144.130 tonf and a displacement of 0.08898 m. It is concluded that the structure would resist a severe earthquake, which is in the operational range.

**Keywords:** Nonlinear static analysis, Seismic-resistant design and Pushover

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Descripción de la realidad Problemática

A nivel internacional hablar de sismo es referir una problemática global que enfrentan las diversas edificaciones en cada parte del mundo, ante una liberación de energía, conocida como sismos. Dependerá de la magnitud de los sismos para inferir negativamente en las estructuras, y serán las edificaciones diseñadas en acorde con normativas y correctos procesos constructivos que presentarán óptimas respuestas; sin embargo, la historia ha demostrado que muchas de las edificaciones no presentan los requisitos mínimos que exigen las normas, siendo en su habitualidad las viviendas autoconstruidas y que aún se construyen. Solo el terremoto Valdivia en Chile de 1960, de magnitud de 9.5, tuvo como saldo miles de edificaciones destruidas, múltiples caminos y vías dañadas, sepultando a más de 2000 mil personas y dejando millones de damnificados el (CSN, 2019); por otro lado también se tuvo que el 19 de setiembre del 2017, un sismo de magnitud 7.1; entre los estados de Puebla y Morelos en México, dejó más 370 muertos producto del desplome de 434 edificaciones y 1008 dañadas, miles de heridos y millonarias pérdidas económicas (SensorGo, 2017).

Hablar del Perú, es mencionar a un territorio de elevado riesgo sísmico, esto es a que se está situado en el Cinturón de Fuego del Pacífico, que es el lugar más sísmico de del globo terráqueo; asimismo es hacer mención al alto crecimiento poblacional que ha conllevado a un alto índice de construcciones informales, que carecen de todo tipo de parámetros para edificar. Es así que estos dos indicadores, presentaran un desencadenante catastrófico en la historia de los sismos en el país, y que solo será cuestión de tiempo para presenciarlo. La historia en el Perú ha demostrado impactos negativos por los sismos; como el ocurrido el 31 de mayo de 1970 en Huaraz, con una magnitud de 7,9 grados en la escala de Richter, el cual dejó 186 000 viviendas destruidas, 69 000 muertos, 150 000 heridos y más de un millón de personas sin hogar; asimismo el de Pisco en 2007, causando 1 500 muertos, 2 291 heridos y 431 000 personas afectadas (Instituto Geofísico del Perú, 2014). Este terremoto causó daños en alrededor de 192 500 viviendas en diferentes provincias ubicadas cerca de Pisco: Huancavelica, Ica y Lima, que correspondían al 78% de las viviendas existentes en ese momento. El efecto generado se estimó que las pérdidas económicas ascendieron a s/3 977 812 588 soles, donde el 57.586% fueron abocadas por

destrucción de viviendas, cuya evidencia ha dejado ver el deficiente comportamiento estructural, que ha sido sinónimo de una economía negativa (Atahualpa y frías, 2021).

En el ámbito regional, los sismos también se han hecho presentes, como fue el ocurrido en noviembre del 2021, con una magnitud de 7.5 en Amazonas, cuyo saldo fue 228 habitantes damnificados, así como 41 hogares con diferentes afectaciones, 111 no habitables y 393 casas a lo largo de diversas provincias de Cajamarca, incluida Jaén (Andina, 2021). O como el ocurrido en febrero del 2019, donde un sismo de magnitud 7.7, en Ecuador, adyacente al departamento de Loreto, generó diversos daños en las estructuras en la provincia de Jaén, como de fisuras y destrucción de diversas edificaciones; sumado a ello los deslizamientos de tierra en lugares de pendiente pronunciadas (Reliefweb, 2019).

En la localidad de Jaén, según el mapa de zonificación sísmica del Perú, logrando localizarla en la zona II calificada como de sismicidad intermedia media, con probabilidad que en tiempo pueda ser alta o muy alta. En nuestra ciudad el desmedido crecimiento poblacional ha presentado un auge muy evidente, que ha ido de la mano con el crecimiento de viviendas informales, donde la premisa es de solo tener un lugar donde residir, dejando de lado, el factor seguridad de las construcciones ante solicitaciones sísmicas. Asimismo, son diversos los sismos de bajas magnitudes que se han presentado en la zona, cuyas repercusiones se han dado en las viviendas, que tienden a ser vulnerables (Navarro, 2014).

Es así que, debido a que nos encontramos en un país con diversas zonas sísmicas, y con tendencias que las los sismos lleguen a ser altos en las zonas sísmicas bajas, se presenta una alta vulnerabilidad en las diversas viviendas de la ciudad e inclusive las edificaciones de categoría A1, como pabellones instituciones universitarias que albergan una gran cantidad de estudiantes y administrativos, que deberían tener óptimas respuestas estructurales ante los sismos, con el único fin de salvaguardar la vida y salud de sus habitantes.

Por ello se presentan la evaluación de diseño sismorresistente de edificaciones, para determinar si esta cumple con los parámetros mínimos requeridos por las normativas

actuales, caso contrario presentar alternativas para poder reducir los impactos sísmicos en las edificaciones, y por ende tener una estructura capaz de salvaguardar a sus habitantes.

Interrogante investigativa: ¿Cuál es la evaluación del diseño sismorresistente mediante el método Pushover del pabellón de ingeniería civil de la Universidad Nacional de Jaén - 2023?

## **1.2. Justificación**

La investigación se justifica porque permitirá verificar, describir y aportar técnicamente si el diseño sismorresistente del pabellón de ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén, concuerda con una estructura de diseño estipulado en la norma actual E-030-2019. Acreditando científicamente que el análisis del diseño sismo resistente detalla estrictamente la relación positiva entre estructura y fuerzas sísmicas.

Sistema estructural de las edificaciones tienden a presentar cambios, en función a las cargas laterales que se aplican. Habitualmente presentan altas resistencias laterales para fuerzas paralelas a los ejes de columnas, sin embargo, es vulnerable a fuerzas en sentido diagonal, debido a inadecuada resistencia en ese sentido.

Para que los investigadores tengan en cuenta que se deben enfocar en fortalecer la estructura frente a un probable sismo y evitar o disminuir pérdidas humanas en caso de sismo determinando que una estructura no diseñada para soportar cargas sísmicas implica mayores gastos después de realizarse la obra, ya que se tendría mayores inversiones en actividades de refuerzo, de protección y reparación de las fallas o problemas que presente la estructura construida.

## **1.3. Hipótesis**

La evaluación del diseño sismorresistente mediante el método Pushover del pabellón de ingeniería civil de la Universidad Nacional de Jaén – 2023, cumplirá con la norma peruana sismorresistente E. 030.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivos generales**

- Evaluar el diseño sismorresistente mediante el método Pushover del pabellón de ingeniería civil de la Universidad Nacional de Jaén – 2023.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Determinar las derivas y desplazamientos máximos del pabellón de ingeniería civil de la Universidad Nacional de Jaén – 2023.
- Hallar la curva de capacidad de desempeño sismorresistente mediante el análisis estático no lineal Pushover del pabellón de ingeniería civil de la Universidad Nacional de Jaén – 2023.
- Determinar los elementos estructurales en que se dan las primeras rótulas plásticas o primeros puntos de colapso frente a un evento sísmico mediante el método Pushover del pabellón de ingeniería civil de la Universidad Nacional de Jaén – 2023.

## **1.5. Antecedentes de la investigación**

### **1.5.1. Internacionales**

Según Cagua et al. (2021) en su investigación “Coupling Opensees With Ceinci-Lab To Perform Non-Linear Static Analysis”. El objetivo fue ayudar a comprender al lector las funciones de CEINCI-LAB y su acoplamiento a OpenSees, desarrollando un análisis estático no lineal mediante la técnica de Pushover en una estructura de acero, de 6 pisos. La metodología fue aplicada, de enfoque cuantitativo y no experimental. Entre los resultados tuvo que los elementos de reforzamiento planteados son una excelente opción cuando hay necesidad de ampliar la rigidez lateral y aguante de las estructuras ante demandas de esfuerzos laterales, como un sismo. Concluyó que el programa es muy complejo por sí solo, pero con un poco de programación pueden utilizar ambos programas para poder interpretar el comportamiento de la estructura ante un sismo y estimar un desempeño estructural positivo.

Según Viera et al. (2020) en su estudio “Análisis estático no lineal de edificios aporticados de hormigón armado aplicando normativa ecuatoriana, colombiana y peruana”. Su fin fue realizar análisis estático no lineal de edificaciones aporticados de hormigón armado mediante diversas normas internacionales. La investigación es de tipo descriptiva, cuantitativa y no experimental. Entre sus resultados se tuvo que la edificación fue de cinco pisos y cuatro vanos separados a 5 metros en los dos sentidos, siendo una estructura regular en planta y elevación, se tuvo que la estructuras cumplido con las recomendaciones sismorresistentes dispuestas por las normas vigentes en Ecuador, Colombia y Perú. Concluyó que mediante el análisis estático no lineal (Nolinear-Static-Pushover) a través del método de zonas plásticas, fue con la norma colombiana, donde las edificaciones presentaron óptimos desempeños, en el marco del análisis comparativo.

Afirma Chamaza y Córdoba (2022) en su investigación “Estudio comparativo del análisis estático no lineal de estructuras regulares de hormigón armado aplicando normativa ecuatoriana, colombiana, peruana y chilena”. Su fin fue comparar el comportamiento de edificaciones regulares de concreto mediante análisis estático no lineal, mediante distintas normas. Su investigación fue aplicativa, cuantitativa y no experimental. Entre sus resultados se tuvo que el análisis estático no lineal, que mediante la norma NCh433 presento optimas respuestas ante un sismo de diseño, cuyo nivel de desempeño fue funcional, por otro lado, con la norma RNE, tuvo un desempeño abocado a resguardar la seguridad de sus habitantes; sin embargo, con las normas NEC y NSR presento un desempeño al colapso. Concluyó que se presentan diversos enfoques en la evaluación de las estructuras con las diversas normas.

Afirma Jiménez y Mazacón (2022) en su tesis “Análisis comparativo de un edificio aporticado de hormigón armado aplicando la norma ecuatoriana NEC-SE-DS-2015 y la norma peruana RNE E.030-2020 – RNE E-060-2020”. El objetivo fue comparar un edificio aporticado de hormigón armado - analizado sísmicamente aplicando diversas normas. La metodología fue aplicada, cualitativo -cuantitativa y no experimental. De los resultados se tuvo que, los parámetros de reducción sísmica R, tanto para las diversas normas, lo determinaron el tipo de material y el sistema estructural. Concluyo que la norma peruana es la más exigente en los valores para diseño aporticado de hormigón armado, siendo la estructura peruana la que cumplió con su normativa.

Según Ortega (2022) en su investigación “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”. Su objetivo fue evaluar el punto de desempeño de estructura normal con un realizado con disipadores de energía, aplicando análisis estático no lineal. La metodología fue aplicada, cualitativo -cuantitativa y no experimental. Entre sus resultados se tuvo para el sismo de diseño el desplazamiento del de la estructura con disipadores fue de 25.167cm, mientras para el normal aumento en 26.64cm. concluyó que el desempeño de un edificio con disipadores de energía presenta óptimos comportamientos sismorresistentes.

### **1.5.2. Nacionales**

Afirma Condori y Vilca (2022) en su investigación “Evaluación del desempeño estructural aplicando un análisis estático no lineal (pushover) en la I. E. N.º 40230 San Antonio del Pedregal Majes - Caylloma – Arequipa”. El objetivo fue analizar la conducta sísmico, aplicando el método Pushover en una IE. Es una investigación cuantitativa del tipo aplicada con diseño no experimental-transversal. Entre los resultados tuvo que la resistencia al corte del edificio, para ambos bloques se presenta una resistencia al corte menor que la fuerza cortante producida por el sismo severo, por lo que no se estaría cumpliendo con dicha condición, es decir que el cortante actuante en el piso del edificio  $VE_i$  del piso 1, generada por el sismo severo es superior que la sumatoria de fuerzas al corte. Concluyo que el edificio durante un nivel de sismo frecuente (PD1) tuvo un nivel de desempeño ocupación inmediata.

Afirma Cahuana y Ccaso (2021) en su trabajo académico “Desempeño sísmico aplicando el análisis estático no lineal (pushover) del módulo III de la comisaría de Ciudad Nueva, Tacna 2021”. Su fin fue estudiar cómo se comporta una estructura sísmicamente, al aplicar el método Pushover. La metodología fue básica, cuantitativa, con diseño no experimental. Tuvo como resultados tuvo que en el sentido X, ante un sísmico frecuente y ocasional, raro y muy raro la edificación fue en su totalidad operacional, de seguridad de vida y cerca al colapso respectivamente; por otro lado, en la dirección Y, ante un sismo frecuente, (ocasional, raro y muy raro), la edificación fue operacional y

colapso respectivamente. Concluyó que la estructura presenta graves deficiencias en su desempeño, como estructura esencial.

Afirma Vega (2020) en su estudio “Evaluación del desempeño sísmico mediante el análisis estático no lineal, Vivienda-Comercio Miura Grill, Chiclayo”. Su objetivo fue estudiar el comportamiento sísmico mediante el análisis estático no lineal, vivienda-comercio miura grill, Chiclayo. La metodología fue aplicada, cuantitativa, con diseño no experimental. Entre sus resultados tuvo que el análisis dinámico modal espectral en la dirección “x” la máxima deriva fue de 0.009268, para la dirección “y” las derivas cumplieron con la normativa. Por otro lado, del análisis pushover, en el sentido “x” se tuvo que un sismo raro, la estructura colapso, y para el sentido “y” la edificación estuvo cerca al colapso. Se concluye que la vivienda ante un sismo, según la normativa peruana colapsaría.

Afirma Correa (2019) en su investigación “Análisis estático no lineal aplicado al diseño sismorresistente del bloque N° 02 de aulas del Colegio Militar Elías Aguirre - Chiclayo”. Su fin fue aplicar análisis estático No Lineal para estudiar el diseño sismorresistente de una estructura de un colegio. La metodología fue Aplicada, cuantitativa y no experimental. De los resultados se tuvo que el Análisis Estático No Lineal (AENL) a través de la metodología Pushover la estructura cumple con las distorsiones en ambas direcciones, según la norma, por otro lado, se tuvo que el desempeño sísmico de la edificación fue operacional. Concluyó que la edificación paso a ser totalmente operacional, al modificar los puntos débiles donde la estructura fue operacional.

Afirma Luque y Choque (2019) en su investigación “Análisis estático no lineal y evaluación del desempeño sísmico de un edificio de 8 niveles diseñado con la norma E.030”. La finalidad fue estudiar como un edificio diseñado bajo la normativa nacional, se comporta al analizarlo estáticamente no lineal. La metodología fue aplicada, cuantitativa, con diseño no experimental. Entre sus resultados tuvo la estructura es inadecuada ante un sismo frecuente, sin embargo, es adecuado ante un sismo de servicio, estando en el rango Operacional, y un sismo de diseño cuyo rango fue de Seguridad de

Vida. Concluyó que el uso de programas con importantes para verificar parámetros mínimos requeridos por las normas.

### **1.5.3. Regional**

Afirma Fernández (2022) en su tesis “Evaluación del desempeño sismorresistente mediante el método no lineal estático Pushover del edificio de ingeniería civil de la Universidad Nacional Autónoma Chota, 2018”. Su objeto fin verificar el comportamiento sismorresistente con el metodo Pushover de una estructura. La metodología fue aplicada, cuantitativa, con diseño no experimental. Tuvo como resultados tuvo que el módulo IV y VI, son óptimos según el ATC-40, sin embargo, los módulos I, II y III solo son óptimos ante sismo de servicio y de diseño, y para sismos levados tienden al pre colapso. Concluyo que la estructura es óptima vivienda esencial.

Afirma Linares (2022) en su trabajo “Evaluación del Desempeño Sísmico con el Método Estático No Lineal Pushover de un edificio de 3 niveles en la ciudad de Cajamarca”. La finalidad fue analizar el comportamiento sísmico de un edificio de 3 pisos mediante el método Estático No Lineal Pushover. La metodología fue descriptiva, cuantitativa, con diseño no experimental. Entre los resultados tuvo que El desplazamiento en todos los niveles la dirección “X” son inferiores del 0.007, sin embargo, en el eje Y” fueron superiores a 0.007. Concluyó que se requiere reforzamiento y aumento de secciones de los elementos estructurales.

Afirma Fustamante (2021) en su investigación “Nivel de desempeño sísmico de una edificación de 11 pisos en la provincia de Chota usando el método del espectro capacidad-demanda”. Su objetivo fue hallar el desempeño sísmico de una vivienda. Su metodología fue aplicada, cuantitativa, con diseño no experimental. Entres sus resultados tuvo que mediante el análisis estático no lineal de tipo Pushover, las fuerzas cortantes y desplazamientos asociados hacia esta, la estructura no cumple con sus objetivos de sismo de servicio y sismo de diseño; y, en cuanto a un sismo máximo, la estructura colapsaría, debido a que las fallas empiezan por las vigas para luego pasar a las columnas. Concluyo que La estructura de 11 pisos no cumple con los objetivos de desempeño sísmico.

Afirma Julca (2020) en su investigación “Desempeño Sismorresistente de la Institución Educativa N° 101136, Nuevo San Juan Alto - Hualgayoc, Región Cajamarca usando CSI Sap 2000”. La finalidad fue estudiar el desempeño sismorresistente una IE, mediante análisis estático y Pushover. La metodología fue básica, cuantitativa, con diseño no experimental. Entre los resultados tuvo que al analizar con la metodología Pushover la estructura, en la dirección “X” y “Y” presentan un rango operacional. Concluyo que mediante la curva de capacidad y el punto de desempeño se entendió los factores de falla de la ductilidad.

Refiere Valdivia (2019) en su investigación “Análisis comparativo del diseño estructural de una edificación de tres niveles de estructura irregular según las normas de sismorresistente E.030-2006 y la E.030-2016, en la ciudad de Cajamarca”. El fin fue comparar normas y hallar diferencias en el comportamiento estructural. La metodología fue básica, cuantitativa, con diseño no experimental. Entre los resultados se tuvo que el análisis sísmico aplicando la norma del año 2016, influye positivamente a diferencia de la norma del 2006. Concluyo que las normas actuales son más exigentes.

#### **1.5.4. Local**

Afirma Pérez y Tequén (2021) en su investigación “Comparativo estructural del sistema aporticado y albañilería confinada de un edificio multifamiliar, Jaén – Cajamarca”. Su finalidad fue comparar el comportamiento estructural del sistema Aporticado y de Albañilería Confinada de un edificio. La metodología fue descriptiva, cuantitativa, con diseño no experimental. Entre sus resultados tuvo que el edificio con ambos sistemas presenta un adecuado comportamiento estructural ante una amenaza sísmica, asimismo es el sistema estructural de albañilería confinada muestra un mejor comportamiento estructural ante una amenaza sísmica. Concluyo que el edificio cumple con ambos sistemas, cumpliendo con los lineamientos establecidos en la NTP E. 030

Afirma Ramírez (2020) en su investigación “Vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti y Petrini en una institución educativa, en Jaén, año.2019”. el fin fue hallar la vulnerabilidad mediante el método de Benedetti y Petrini en una IE. La metodología fue básica, cuantitativa, con diseño no experimental. De los resultados se

tuvo que el análisis dinámico modal espectral del módulo VI, IV y VIII de la IE Alfonso Villanueva Pinillos presentan una vulnerabilidad MEDIA, y el módulo VI una vulnerabilidad ALTA. Concluyo que el modelamiento con software ETABS 2016, presenta optimas funciones.

Refiere Carrasco y Villanueva (2019) en su estudio “Modelado estructural y diseño sísmico de una edificación de albañilería confinada de 3, 4 y 5 niveles para la ciudad de Jaén”. El fin fue modelar estructuralmente una edificación de albañilería confinada y verificar resultados con la normativa. La metodología fue aplicada, cuantitativo, con diseño no experimental. Entre los resultados se tuvo que el sismo estático es superior al sismo dinámico, pero con desplazamientos en X y Y, menores a los propuestos en la norma. Concluyo que mediante la aplicación de los Softwares especializados Etabs y Safe, se obtienen óptimos parámetros de diseño.

Según Abad y Guivar (2019) en su estudio “Comportamiento estructural sismorresistente mediante el análisis estático aplicando la nueva norma E-030- 2018 en la I. E. Sagrado Corazón, Jaén 2019”. La finalidad fue verificar el comportamiento estructural sismorresistente mediante un análisis estático de una I. E. La investigación es aplicada – descriptiva, con diseño no experimental. Entre sus resultados tuvo que, al aplicar un análisis sísmico estático, sus dimensiones y sus cuantías de acero cumplen con lo que propone la norma. En consecuencia, tuvo que la edificación cumple con todos los parámetros del reglamento.

Afirma Giron y Carrasco (2019) en su estudio “Vulnerabilidad sísmica mediante el método de índice de vulnerabilidad del instituto pedagógico Víctor Andrés Belaunde, Jaén, Cajamarca-2019”. La finalidad fue identificar la vulnerabilidad sísmica mediante el método de índices de Benedetti - Petrini de las estructuras de un IE. La metodología fue aplicada, cuantitativo, con diseño no experimental. Los módulos 01 y 02 sostuvieron un índice medio, en tanto el módulo 03 de vulnerabilidad baja. Concluyó que las edificaciones no presentarían mayores daños en sus estructuras frente a un evento sísmico.

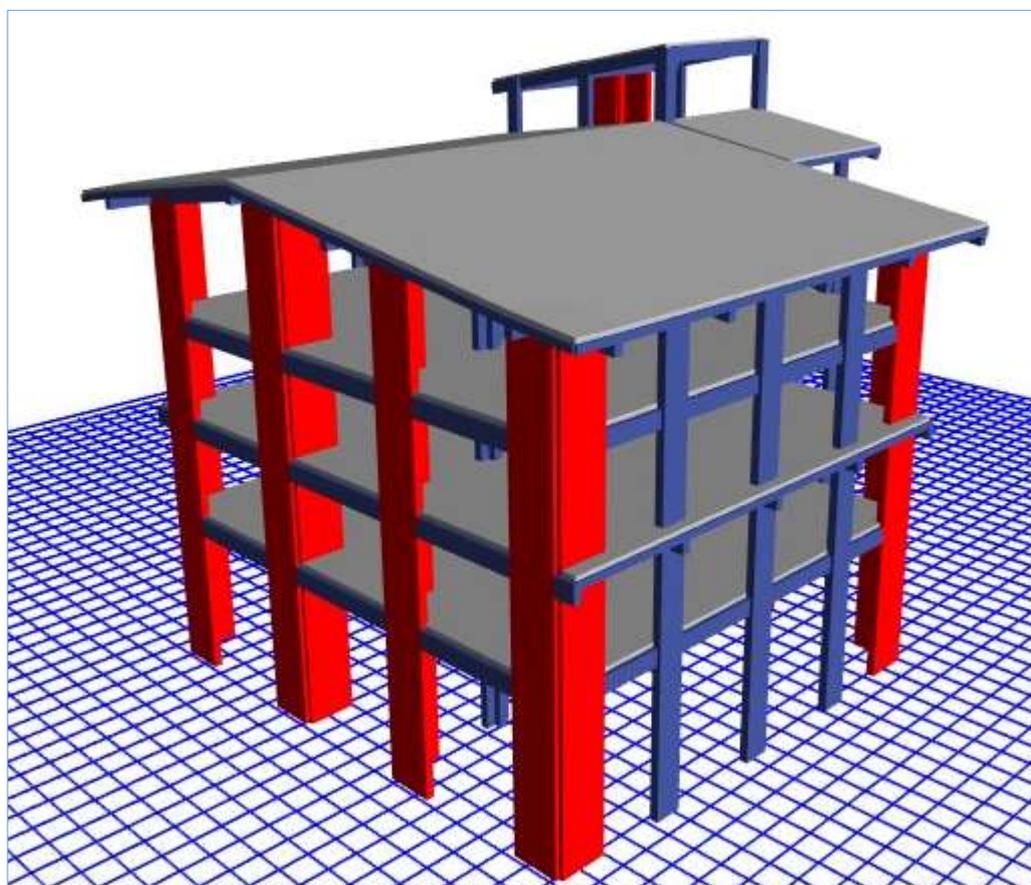
## II. MATERIAL Y MÉTODOS

### 2.1. Descripción del bloque I

El bloque I del pabellón de la Universidad Nacional de Jaén presenta 4 niveles y tiene una altura de 3.7 m por nivel, además tiene de un área de construcción de 1,226.58 m<sup>2</sup> por cada nivel; su estructura fue diseñada el año 2017 y fue construida el año 2019, tiene un sistema estructural dual en la dirección X y en la dirección Y un sistema de muros estructurales.

**Figura 1**

*Vista 3D del bloque I del pabellón de Ingeniería Civil*



Fuente: Etabs V21.1.0

## **2.2. Ubicación geográfica**

El presente estudio tuvo lugar en el distrito de Jaén, provincia de Jaén, departamento de Cajamarca.

## **2.3. Población, muestra y muestreo**

### **2.3.1. Población**

Estuvo conformada por los pabellones de la universidad nacional de Jaén. El lugar se escogió porque como estudiantes de la carrera tenemos la necesidad de conocer la estructura antisísmica de nuestra casa de estudios, sabiendo que se encuentra ubicada en una zona sísmica media.

### **2.3.2. Muestra**

La muestra estuvo conformada únicamente por dos módulos de la edificación del pabellón de ingeniería civil de la universidad nacional de Jaén.

### **2.3.3. Muestreo**

El muestreo no probabilístico, es un método de donde el investigador elige muestras según su percepción en lugar de realizarlo al azar (Díaz, 2006). Es por ello que es estudio fue no probabilístico.

## **2.4. Método**

Una investigación es básica puesto que se enfoca en ampliar el conocimiento teórico y general, en función de los principios fundamentales de la naturaleza (Daen, 2011). Es así que nuestro estudio fue básico.

El estudio de enfoque cuantitativo es donde se recolectan datos numéricos de la variable, para su análisis en función a los números recabados y cuantificarlos (García y Martínez, 1996). Al realizar nuestro estudio se obtuvieron datos numéricos para la evaluación de la edificación, es así que nuestro estudio será cuantitativo.

El diseño no experimental se enfoca en describir, diferenciar o examinar asociaciones, en vez de buscar relaciones directas entre variables, mediante su manipulación de variables (Sousa et al., 2007). Al no manipular ninguna variable en nuestro estudio, se tuvo que nuestro estudio fue no experimental.

## 2.5. Técnica

Se emplearon las siguientes técnicas:

- **Observación:** Consistió en realizar una visita in situ al bloque I del pabellón de Ingeniería Civil y registrar la información correspondiente para el análisis del desempeño sismorresistente de la estructura.
- **Modelamiento Estructural:** Es la representación tridimensional del bloque I con la finalidad de verificar el comportamiento sismorresistente de la estructura y el análisis estático no lineal; asimismo se empleó el software Etabs V21.1.0 para realizar el modelamiento.

## 2.6. Análisis de datos

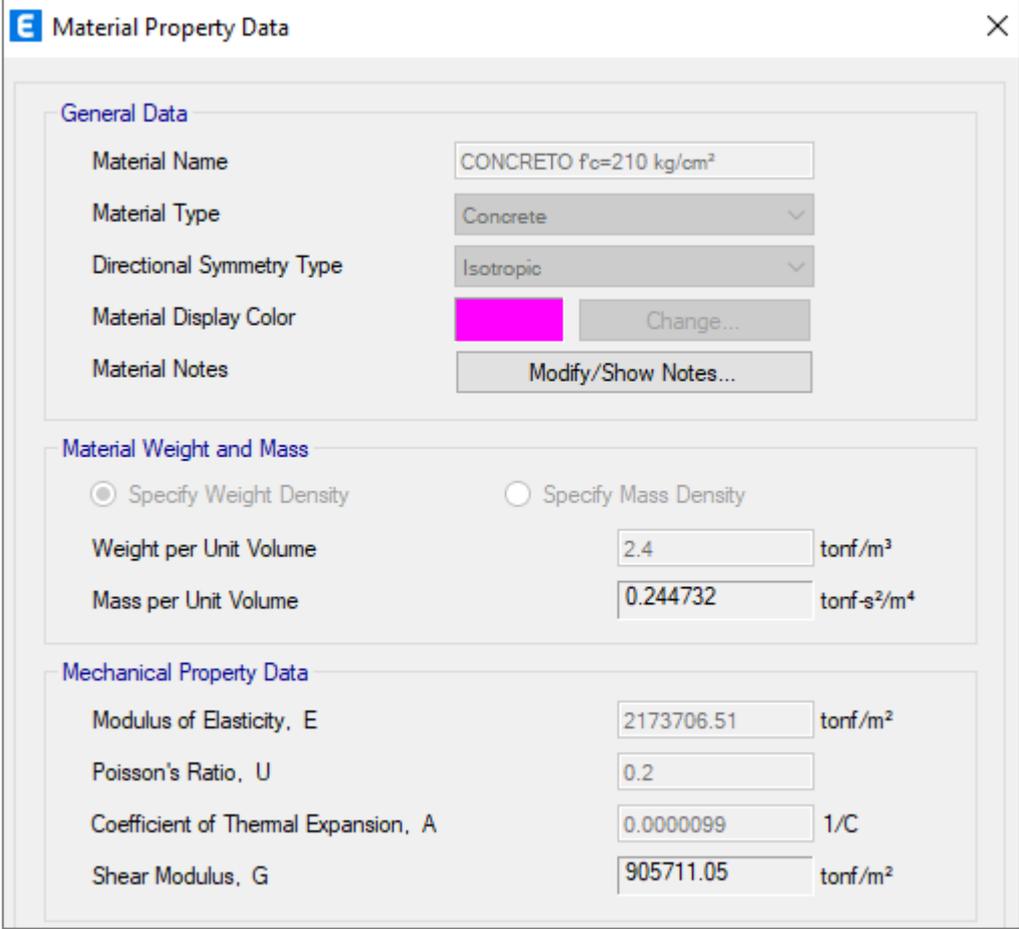
Se realizó un modelo estructural de la edificación en el programa ETABS (Versión 21.1.0), en primer lugar, se realizó el análisis sísmico estático y dinámico que establece la Norma Técnica E.030-2018, luego se realizó el análisis estático no lineal (Pushover) donde se sometió al modelo estructural a un patrón de carga lateral que aumenta monoatómicamente hasta llegar al colapso de la edificación.

### 2.6.1. Modelado del bloque T

Se definió los materiales a utilizar: concreto y acero. Se puede observar la definición del concreto y acero, así también se definió las secciones de columnas y vigas con sus respectivos refuerzos, también se realizó el modelado de las columnas mediante la opción Section Designer del programa Etabs, donde se considera la cuantía de acero real (acero longitudinal y acero transversal).

**Figura 2**

*Definición de propiedades del concreto*



Section	Property	Value	Unit
General Data	Material Name	CONCRETO $f_c=210$ kg/cm <sup>2</sup>	
	Material Type	Concrete	
	Directional Symmetry Type	Isotropic	
	Material Display Color	Magenta	
	Material Notes		
Material Weight and Mass	Specify Weight Density	<input checked="" type="radio"/>	
	Specify Mass Density	<input type="radio"/>	
	Weight per Unit Volume	2.4	tonf/m <sup>3</sup>
	Mass per Unit Volume	0.244732	tonf-s <sup>2</sup> /m <sup>4</sup>
Mechanical Property Data	Modulus of Elasticity, E	2173706.51	tonf/m <sup>2</sup>
	Poisson's Ratio, U	0.2	
	Coefficient of Thermal Expansion, A	0.0000099	1/C
	Shear Modulus, G	905711.05	tonf/m <sup>2</sup>

Fuente: Etabs V21.1.0

**Figura 3**

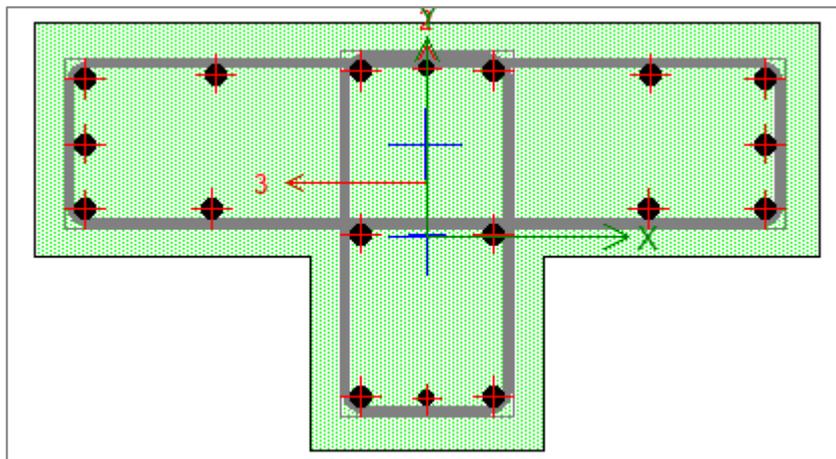
*Definición de propiedades del acero*

Section	Property	Value	Unit
General Data	Material Name	ACERO Gr60 fy=4200 Kg/cm <sup>2</sup>	
	Material Type	Rebar	
	Directional Symmetry Type	Uniaxial	
	Material Display Color	Change...	
	Material Notes	Modify/Show Notes...	
Material Weight and Mass	Specify Weight Density	<input checked="" type="radio"/>	
	Specify Mass Density	<input type="radio"/>	
	Weight per Unit Volume	7.85	tonf/m <sup>3</sup>
	Mass per Unit Volume	0.800477	tonf-s <sup>2</sup> /m <sup>4</sup>
Mechanical Property Data	Modulus of Elasticity, E	20000000	tonf/m <sup>2</sup>
	Coefficient of Thermal Expansion, A	0.0000117	1/C

Fuente: Etabs V21.1.1

**Figura 4**

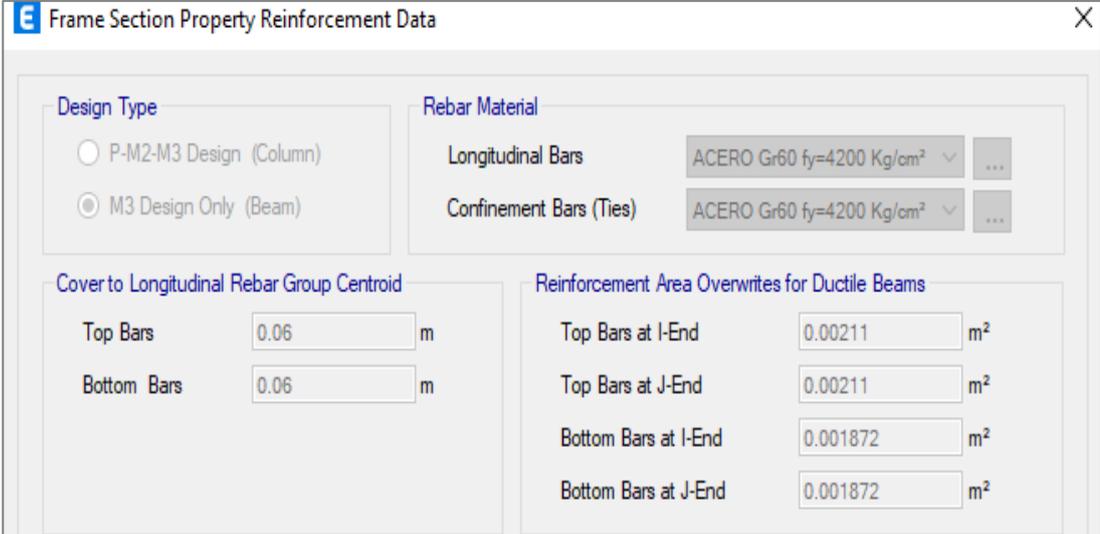
*Características de la columna en T*



Fuente: Etabs V21.1.0

**Figura 5**

*Acero en la VX 30x60 (1, 2 y 3 nivel)*



Design Type	Rebar Material
<input type="radio"/> P-M2-M3 Design (Column)	Longitudinal Bars: ACERO Gr60 $f_y=4200$ Kg/cm <sup>2</sup>
<input checked="" type="radio"/> M3 Design Only (Beam)	Confinement Bars (Ties): ACERO Gr60 $f_y=4200$ Kg/cm <sup>2</sup>

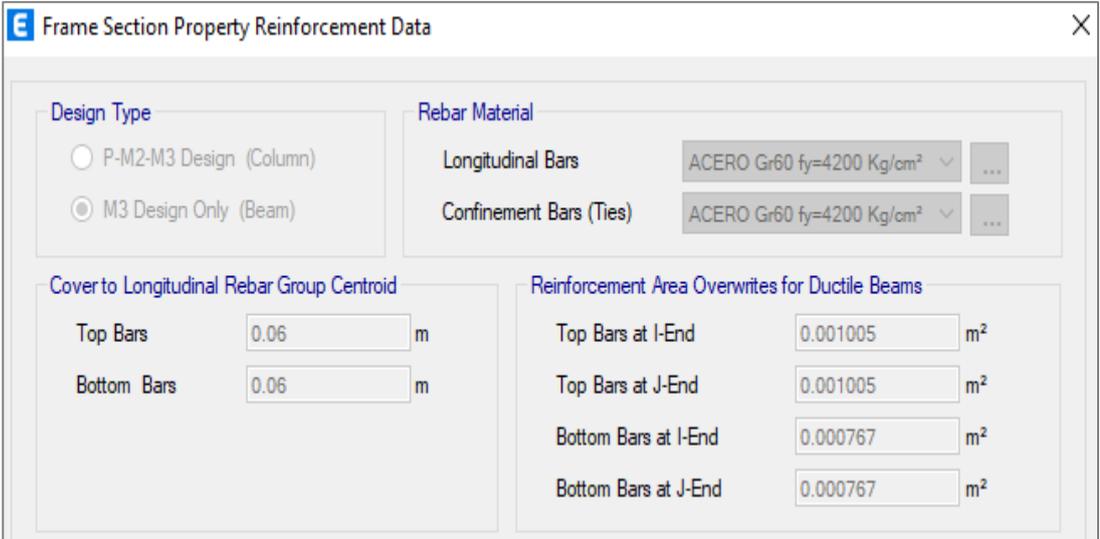
  

Cover to Longitudinal Rebar Group Centroid	Reinforcement Area Overwrites for Ductile Beams
Top Bars: 0.06 m	Top Bars at I-End: 0.00211 m <sup>2</sup>
Bottom Bars: 0.06 m	Top Bars at J-End: 0.00211 m <sup>2</sup>
	Bottom Bars at I-End: 0.001872 m <sup>2</sup>
	Bottom Bars at J-End: 0.001872 m <sup>2</sup>

Fuente: Etabs V21.1.0

**Figura 6**

*Acero en la VX 30x60 (4 nivel)*



Design Type	Rebar Material
<input type="radio"/> P-M2-M3 Design (Column)	Longitudinal Bars: ACERO Gr60 $f_y=4200$ Kg/cm <sup>2</sup>
<input checked="" type="radio"/> M3 Design Only (Beam)	Confinement Bars (Ties): ACERO Gr60 $f_y=4200$ Kg/cm <sup>2</sup>

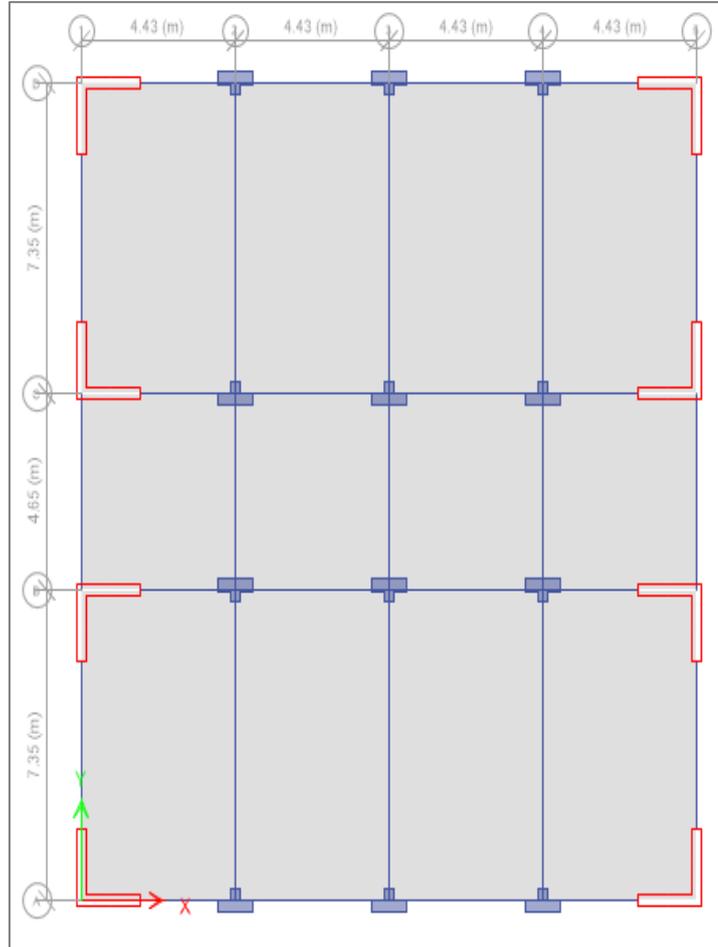
  

Cover to Longitudinal Rebar Group Centroid	Reinforcement Area Overwrites for Ductile Beams
Top Bars: 0.06 m	Top Bars at I-End: 0.001005 m <sup>2</sup>
Bottom Bars: 0.06 m	Top Bars at J-End: 0.001005 m <sup>2</sup>
	Bottom Bars at I-End: 0.000767 m <sup>2</sup>
	Bottom Bars at J-End: 0.000767 m <sup>2</sup>

Fuente: Etabs V21.1.0

**Figura 7**

*Vista en planta del nivel 1 de la estructura*



Fuente: Etabs V21.1.0

### 2.6.2. Análisis estático

El análisis sísmico estático se realizó mediante la Norma Técnica Peruana E.030-2018, según los datos obtenidos en los planos de la edificación se tomó como coeficiente de reducción sísmica  $R=7$  en la dirección X con sistema estructural dual y  $R=6$  en la dirección Y por ser un sistema de muros estructurales. El coeficiente de reducción se multiplica por 0,75 por ser una estructura regular.

**Tabla 1**

*Parámetros sísmicos de la edificación*

<b>Parámetro</b>	<b>Valor Numérico</b>
Factor de zona “Z <sub>2</sub> ”	0.25
Factor de uso “U”	1.50
Coefficiente de amplificación sísmica	2.50
Factor de suelo	1.20
Coefficiente de Reducción en “X”	7
Coefficiente de Reducción en “Y”	6

Fuente: Norma Técnica E.030 – Diseño Sismorresistente (2018)

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

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

$$V_x = \frac{0.25 \times 1.50 \times 2.50 \times 1.20}{7} \times 1758.09786 = \mathbf{282.55 \text{ tonf}}$$

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

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

$$V_y = \frac{0.25 \times 1.50 \times 2.50 \times 1.20}{6} \times 1758.09786 = \mathbf{329.64 \text{ tonf}}$$

### **2.6.3. Análisis dinámico**

El análisis sísmico dinámico se realizó mediante la Norma Técnica Peruana E.030-2018, se consideró diafragmas rígidos y 3 modos de vibración por piso, la edificación es de 4 pisos, por lo que se consideró 12 modos de vibración.

En la Tabla 2 se puede observar los modos con sus respectivos periodos, el primer modo de la edificación es en la dirección Y con un período de 0,485 s. con un porcentaje de participación de masa efectiva de 79,38 %, esto nos quiere decir que la edificación tiene menor rigidez en la dirección Y, el segundo se da en la dirección X con un período

de 0,433 s. con un porcentaje de participación de masa efectiva de 79.54 % y el tercer modo es rotacional con un período de 0,357 s.

**Tabla 2**

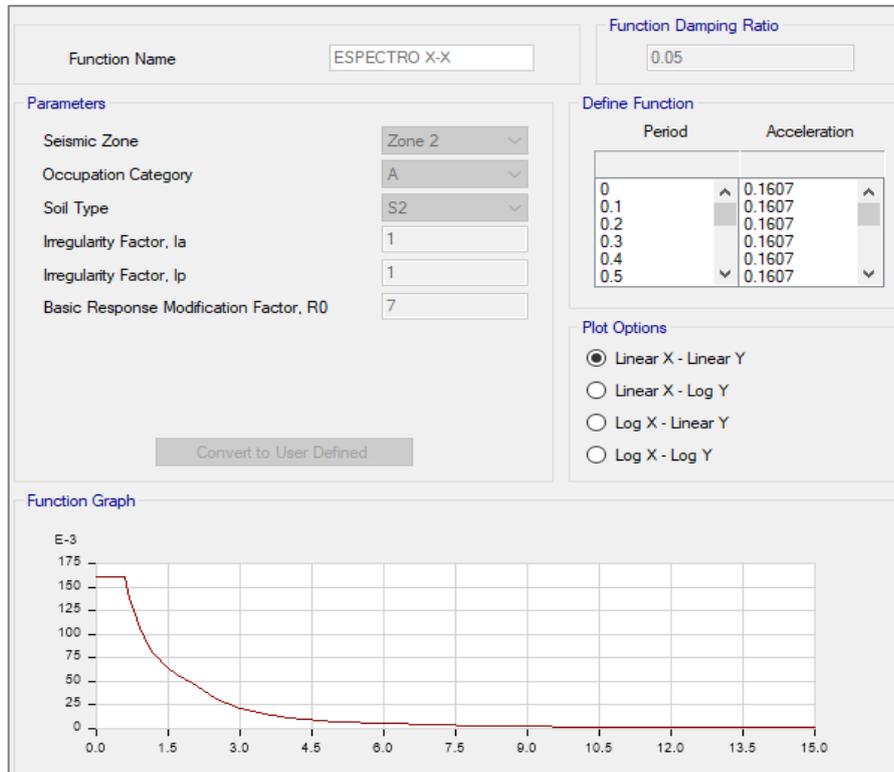
*Modos de Vibración*

Casos	Modo	Periodo (s)	UX	UY	$\Sigma UX$	$\Sigma UY$
Modal	1	0.485	0.000013	0.793800	0.00001	0.79380
Modal	2	0.433	0.795400	0.000041	0.79540	0.79390
Modal	3	0.357	0.003400	0.002000	0.79890	0.79590
Modal	4	0.115	0.00004	0.163800	0.79890	0.95970
Modal	5	0.107	0.161300	0.000003	0.96020	0.95970
Modal	6	0.081	0.000010	0.000008	0.96003	0.95970
Modal	7	0.049	0.000000	0.037100	0.96003	0.99690
Modal	8	0.046	0.00010	0.000000	0.99680	0.99690
Modal	9	0.034	0.00300	0.000100	0.99680	0.99690

Fuente: Etabs V21.1.0

**Figura 8**

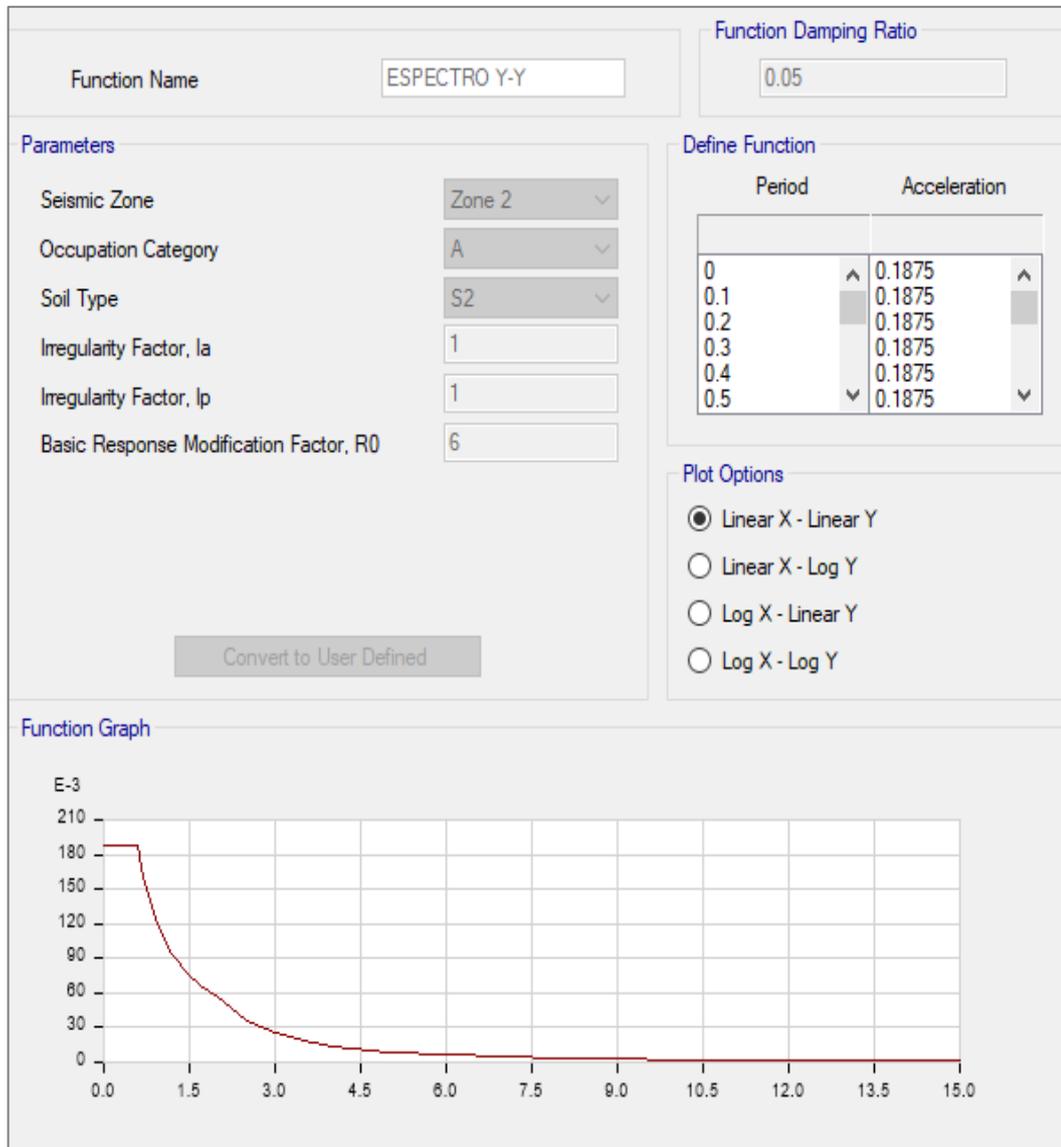
*Espectro de diseño X-X*



Fuente: Etabs V21.1.0

**Figura 9**

*Espectro de diseño Y-Y*



Fuente: Etabs V21.1.0

Luego de haber definido los espectros de diseño se procedió a definir los casos de sismos dinámicos en la dirección X e Y considerando 5 % de excentricidad accidental y una fracción del amortiguamiento crítico constante para todos los modos de 5 %. Una vez definido los casos de sismo se obtienen las fuerzas cortantes como se muestra en la Tabla 3.

**Tabla 3**

*Fuerza Cortante Mínima*

	<b>FUERZA CORTANTE (Tonf)</b>	$\frac{VD}{VE} > 80\%$	<b>SITUACIÓN</b>
VD <sub>X</sub>	229.64	81.28%	SI CUMPLE
VE <sub>X</sub>	282.52		
VD <sub>Y</sub>	267.65	81.19%	SI CUMPLE
VE <sub>Y</sub>	329.64		

Fuente: Elaboración propia.

### **Desplazamientos relativos admisibles en la dirección X – X**

**Tabla 04**

*Verificación de las derivas de entrepiso para la dirección X – X del bloque I*

<b>PISOS</b>	<b>CASO</b>	<b>CONCRETO</b>	<b>DIRECCIÓN</b>	<b>DERIVA</b>	<b>SITUACIÓN</b>
Piso 4	Deriva Max	0.007	X	0.003647	SI CUMPLE
Piso 3	Deriva Max	0.007	X	0.004082	SI CUMPLE
Piso 2	Deriva Max	0.007	X	0.003922	SI CUMPLE
Piso 1	Deriva Max	0.007	X	0.002238	SI CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 04 nos muestra la verificación de las derivas de entrepiso para la dirección X – X; el sistema estructural empleado en esta dirección es dual y le corresponde un límite de 0.007; se puede observar que las derivas cumplen con este límite indicado en la norma E.030-2018 “Diseño Sismorresistente”.

## Desplazamientos relativos admisibles en la dirección Y – Y

**Tabla 05**

*Verificación de las derivas de entrepiso para la dirección Y – Y del bloque I*

PISO	CASO	CONCRETO	DIRECCIÓN	DERIVA	SITUACIÓN
Piso 4	Deriva Max	0.007	Y	0.004402	SI CUMPLE
Piso 3	Deriva Max	0.007	Y	0.005091	SI CUMPLE
Piso 2	Deriva Max	0.007	Y	0.004890	SI CUMPLE
Piso 1	Deriva Max	0.007	Y	0.002725	SI CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 05 nos muestra la verificación de las derivas de entrepiso para la dirección Y – Y; el sistema estructural empleado en esta dirección es de muros estructurales y le corresponde un límite de 0.007; se puede apreciar que las derivas cumplen con este límite indicado en la norma E.030 “Diseño Sismorresistente”.

### **2.6.4. Análisis estático no lineal - PUSHOVER**

El análisis estático no lineal se realizó en las cuatro direcciones X++, X--, Y++, Y-- del bloque I sin considerar los efectos P-Delta por tratarse de una edificación de poca altura, la no linealidad de los componentes primarios como las vigas y columnas se definieron con rótulas plásticas concentradas, en los muros de corte se definieron a través de rotulas tipo fibra.

#### **2.6.4.1. Modelos de comportamiento no lineal del material**

Para el concreto se usó el modelo de Mander para definir el comportamiento no lineal del concreto confinado y no confinado de los componentes estructurales. A continuación, se muestra en la figura 10 la definición de los parámetros no lineales en el programa Etabs.

**Figura 10**

*Parámetros no lineales para concreto*

**Material Name and Type**

Material Name: CONCRETO f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>

Material Type: Concrete, Isotropic

**Acceptance Criteria Strains**

	Tension	Compression	
IO	0.01	-0.003	m/m
LS	0.02	-0.006	m/m
CP	0.05	-0.015	m/m

Ignore Tension Acceptance Criteria

**Miscellaneous Parameters**

Hysteresis Type: Concrete

Modify/Show Hysteresis Parameters...

Drucker-Prager Parameters

Friction Angle: 0 deg

Dilatational Angle: 0 deg

**Stress Strain Curve Definition Options**

Parametric

User Defined

Convert to User Defined

**User Stress-Strain Curve Data**

Number of Points in Stress-Strain Curve: 9

Point Number	Strain	Stress (tonf/m <sup>2</sup> )	Point ID
1	-0.004	-1708.04	-E
2	-0.003	-1949.66	
3	-0.002	-2100	-B
4	-0.001398	-1979.16	
5	-0.000795	-1465.55	
6	-0.000193	-420	
7	0	0	A
8	0.000133	288.18	
9	0.001458	0	

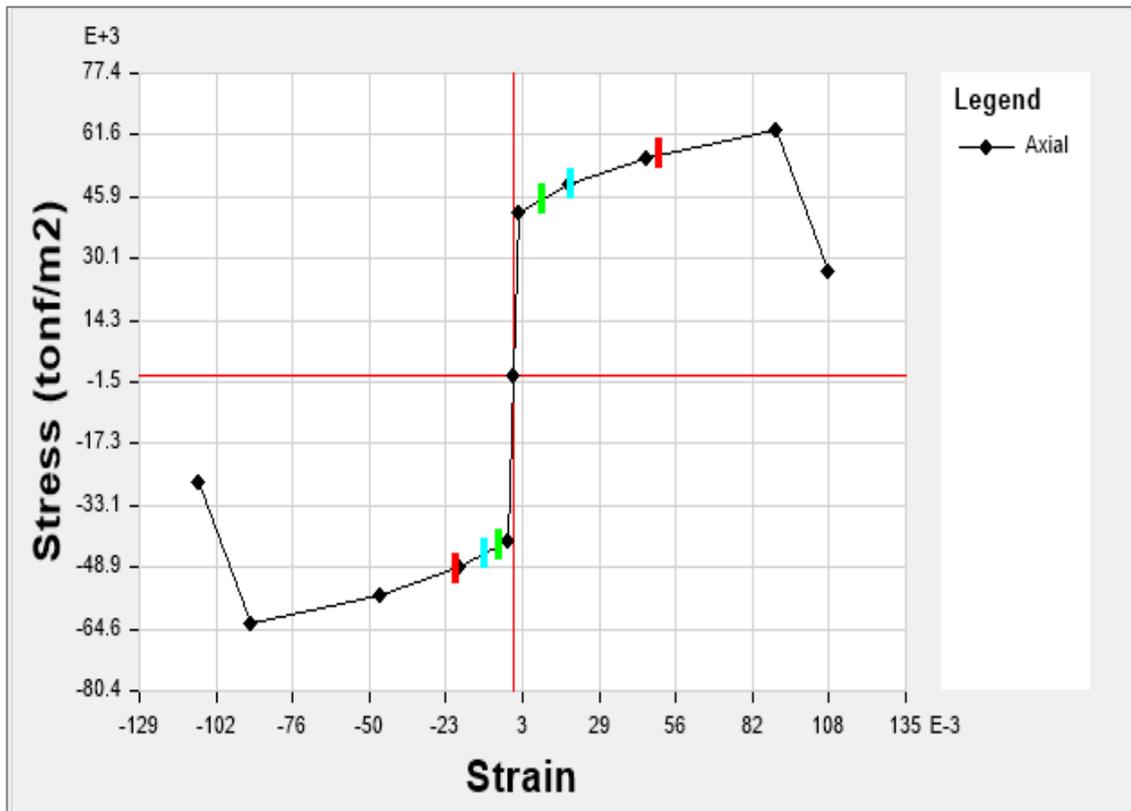
Show Plot...

*Nota.* Se considero 0.002 para la deformación unitaria máxima y 0.005 para la deformación unitaria última para el concreto no confinado.

Para el acero de refuerzo, el límite de fluencia del acero longitudinal y transversal usado es de  $f_y=4200$  kgf/cm<sup>2</sup>. Se usó el modelo de Park para definir el comportamiento no lineal del acero de refuerzo de los componentes estructurales ya que considera el endurecimiento por deformación después de la fluencia.

**Figura 11**

*Modelo de esfuerzo – deformación según Park*



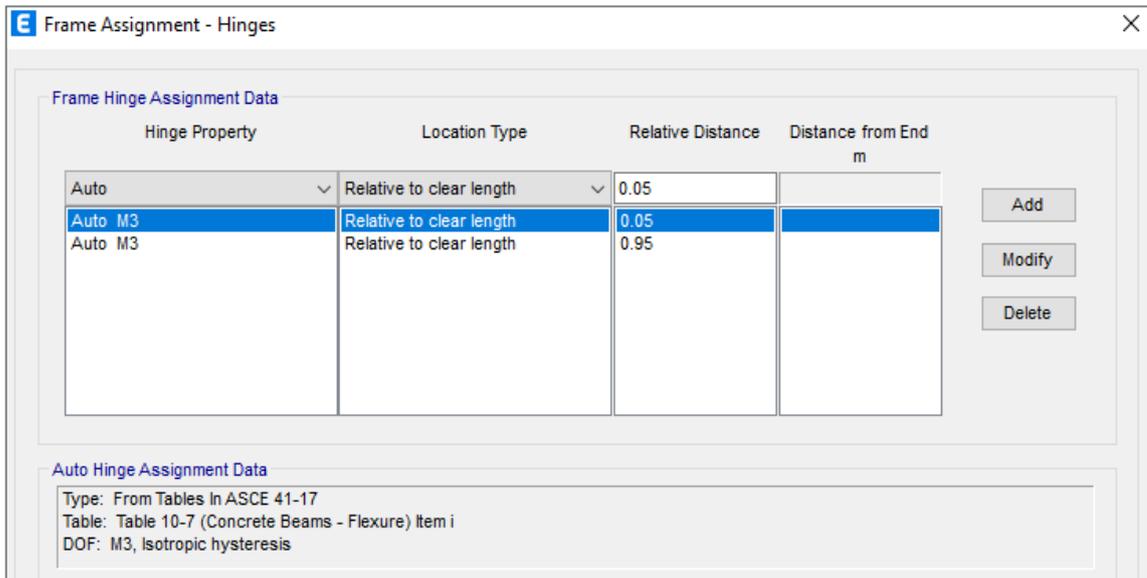
*Nota.* El valor de la deformación unitaria en el inicio de fluencia es 0.0021

#### **2.6.4.2. Vigas de concreto armado**

Para construir las rótulas concentradas se emplea el ASCE 41 (Sociedad Americana de Ingenieros Civiles), documento que contiene curvas de comportamiento “Curvas Backbone”. De acuerdo al comportamiento de la sección (Modo de falla) se construye la curva A-D.

**Figura 12**

*Asignación de rótulas plásticas en vigas*



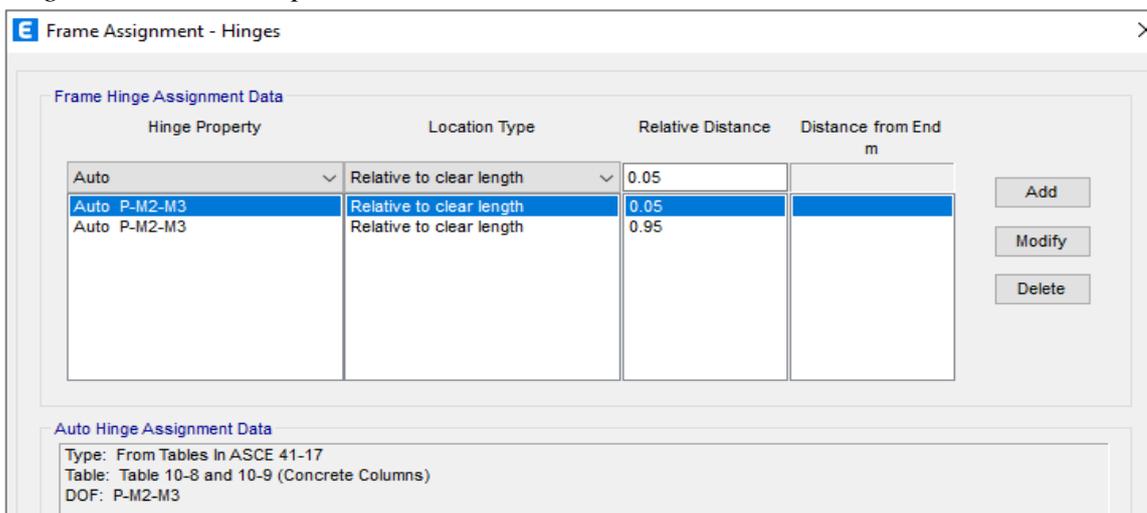
*Nota:* se asignado al 5% y 95%, de acuerdo a la norma internacional.

**2.6.4.3. Columnas de concreto armado**

Para construir las rótulas concentradas se emplea el ASCE 41 (Sociedad Americana de Ingenieros Civiles), documento que contiene curvas de comportamiento “Curvas Backbone”. De acuerdo al comportamiento de la sección (Modo de falla) se construye la curva A-D.

**Figura 13**

*Asignación de rótulas plásticas en columnas*



*Nota.* se asignado al 5% y 95%, de acuerdo a la norma internacional.

### 2.6.4.4. Muros de corte

Se realiza mediante el modelo de plasticidad distribuidas en fibras, para ello se debe asignar de igual manera las propiedades constitutivas de los materiales y el acero de refuerzo por flexión que contiene el muro de corte, de tal forma que al generar la fibra se pueda apreciar el comportamiento que tendrá, teniendo en cuenta el mecanismo de falla que tendrá el cual será por flexión.

**Figura 14**

*Asignación del refuerzo en los muros de corte*

**Wall Design Type**

Pier  
 Spandrel

**Rebar Material and Clear Cover**

Material Flexure: ACERO Gr60 fy=42  
Material Shear: ACERO Gr60 fy=42  
Bar Clear Cover: 0.04 m

**Geometry**

Start X (m)	Start Y (m)	End X (m)	End Y (m)	Length (m)	Thickness (m)	Start Zone Size (m)	End Zone Size (m)
0	17.65	0	19.35	1.7	0.3	0.6	0.6

**Reinforcement**

**Flexural Detail - Each Face**

Station	Bar Size	Bar Spacing (m)	Number of Bars
Start	#8		10
Center	#6	0.2	2
End	#8		10

**Shear/Confinement Detail**

Station	Bar Size	Bar Spacing (m)	Confined
Start	#3	0.15	Yes
Center	#3	0.15	No
End	#3	0.15	Yes

**Flexural Detail (Additional Individual Bars)**

Material	Distance (m)	Area (m2)
*		

Fuente: Etabs V21.1.0

### 2.6.4.5. Patrón de carga gravitacional

Se define las cargas de gravedad no lineales sin considerar los efectos P-Delta como se observa en la figura 15. Se uso el patrón de carga proporcional a la forma del modo fundamental en cada dirección de análisis como se muestra en la figura 16 y 17, para la dirección X se usó el primer modo y para la dirección Y el segundo modo.

**Figura 15**

*Definición de la carga gravitacional no lineal*

**Load Case Data**

**General**

Load Case Name: CARGA GRAVITACIONAL

Load Case Type: Nonlinear Static

Mass Source: MsSrc1

Analysis Model: Default

**Initial Conditions**

Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State

Continue from State at End of Nonlinear Case (Loads at End of Case ARE Included)

Nonlinear Case: [ ]

**Loads Applied**

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	Dead	1
Load Pattern	Live	0.5

Buttons: Add, Delete

Fuente: Etabs V21.1.0

**Figura 16**

*Definición del Pushover X*

**E** Load Case Data

**General**

Load Case Name: PUSHOVER\_X++ [Design...]

Load Case Type: Nonlinear Static [Notes...]

Mass Source: MsSrc1

Analysis Model: Default

**Initial Conditions**

Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State

Continue from State at End of Nonlinear Case (Loads at End of Case ARE Included)

Nonlinear Case: CARGA GRAVITACIONAL

**Loads Applied**

Load Type	Load Name	Scale Factor
Mode	1	1

[Add]

Fuente: Etabs V21.1.0.

**Figura 17**

*Definición del Pushover Y*

**E** Load Case Data

**General**

Load Case Name: PUSHOVER\_X++ [Design...]

Load Case Type: Nonlinear Static [Notes...]

Mass Source: MsSrc1

Analysis Model: Default

**Initial Conditions**

Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State

Continue from State at End of Nonlinear Case (Loads at End of Case ARE Included)

Nonlinear Case: CARGA GRAVITACIONAL

**Loads Applied**

Load Type	Load Name	Scale Factor
Mode	1	1

[Add]

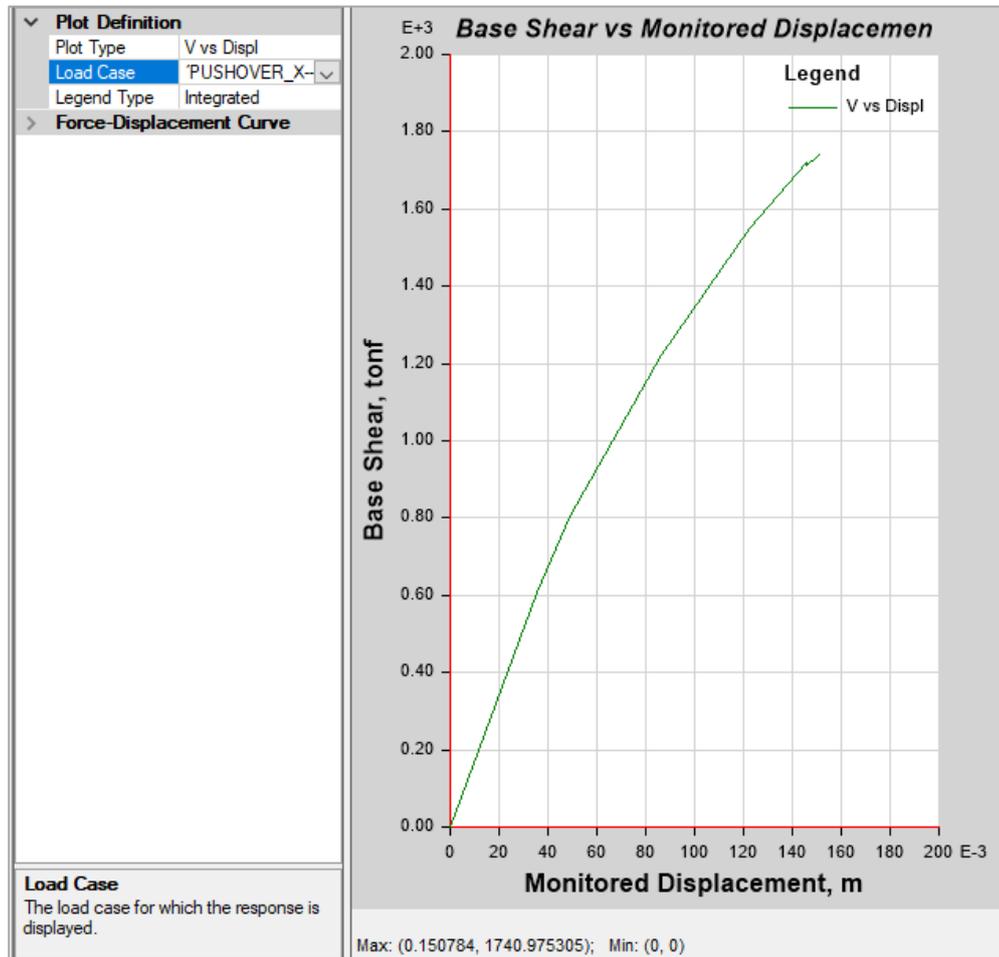
Fuente: Etabs V21.1.0

### 2.6.4.6. Curva de capacidad

Mediante el programa ETABS se obtiene la curva de capacidad de la estructura en las direcciones X e Y. El resultado del análisis Pushover se representa mediante la curva de capacidad, en dicha curva se contiene toda la capacidad de deformación y resistencia que cuenta una estructura y la cual utilizaremos para medir su nivel de desempeño, basado en la deformación inelástica propia de la estructura y la demanda para el nivel de sismo.

**Figura 18**

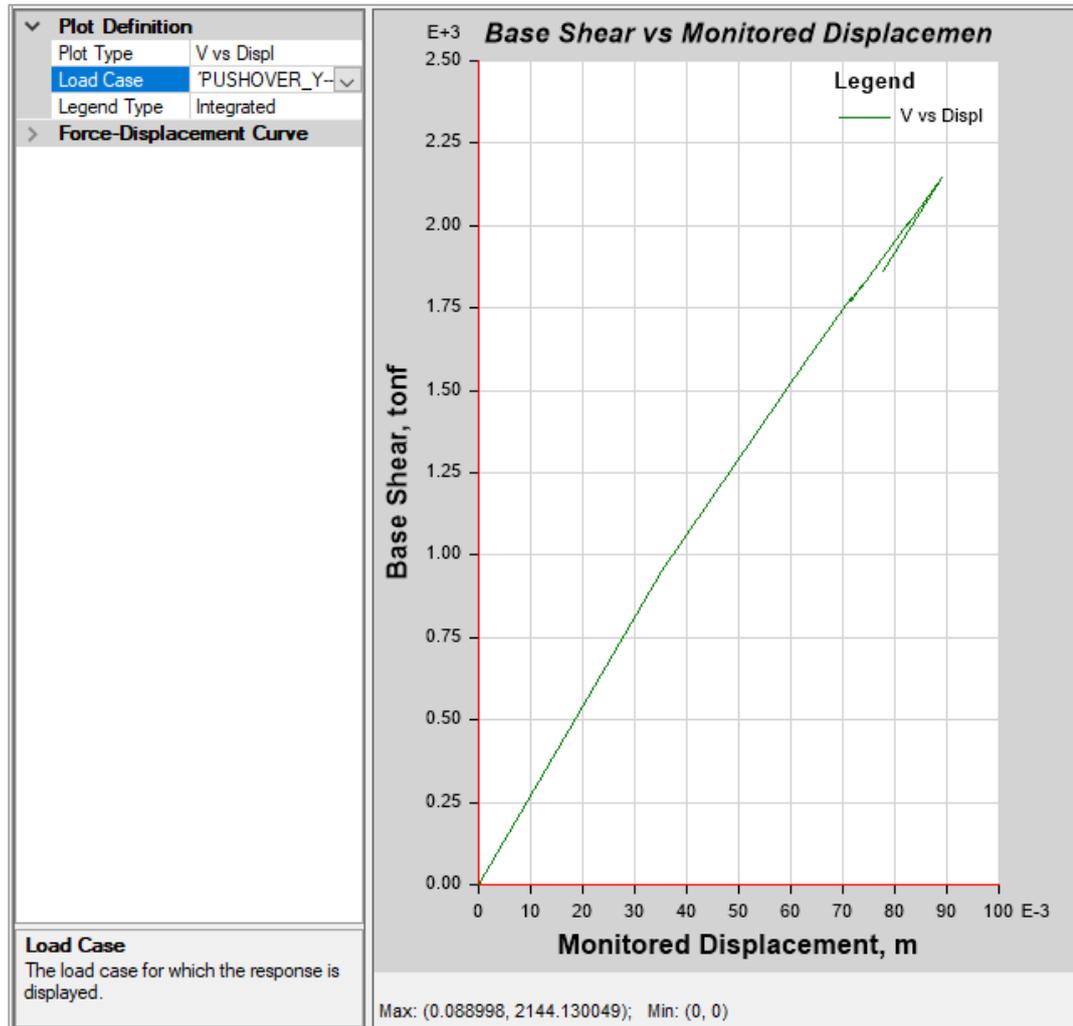
*Curva de capacidad en la dirección X*



Fuente: Etabs V21.1.0

**Figura 19**

*Curva de capacidad en la dirección Y*



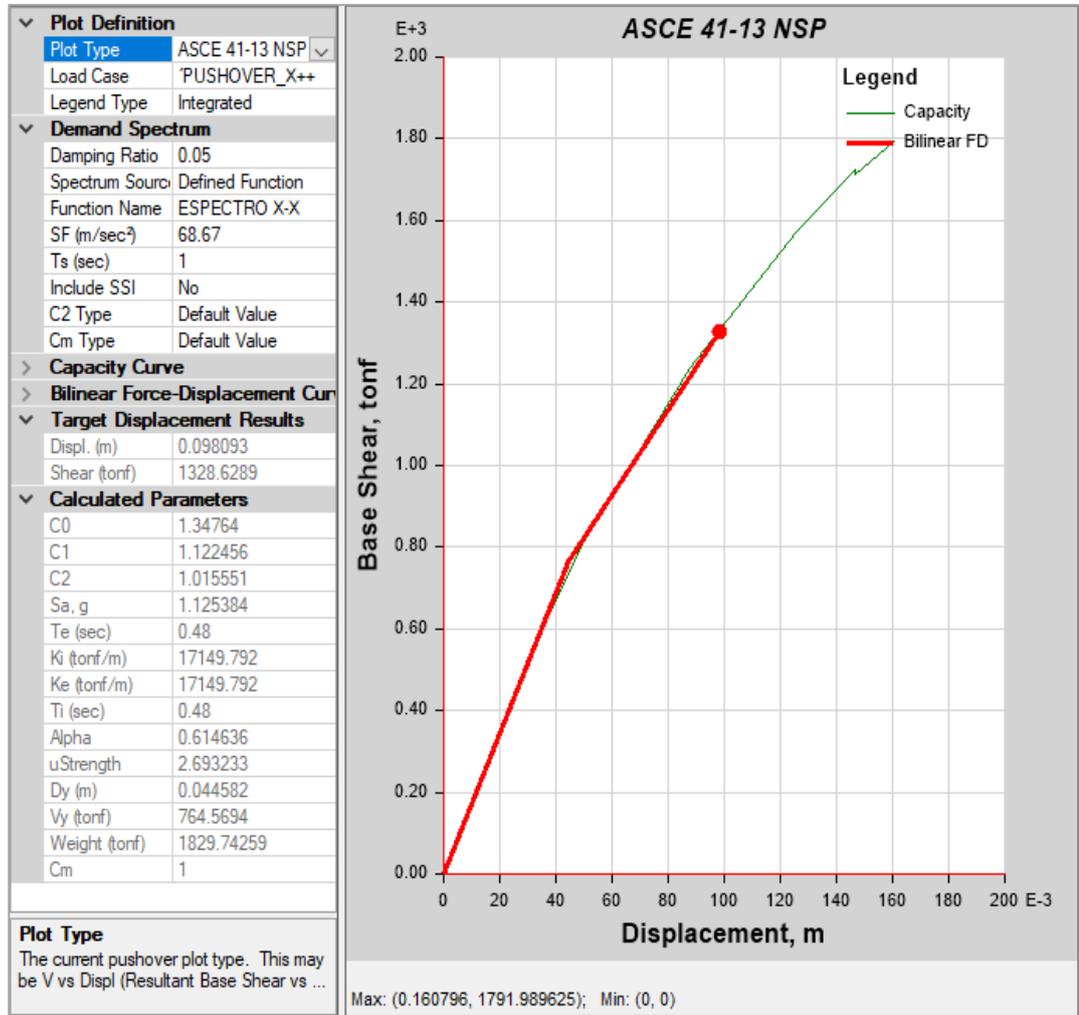
Fuente: Etabs V21.1.0

#### **2.6.4.7. Punto de desempeño**

Una vez obtenido la curva de capacidad de cada dirección se procedió a encontrar el punto de desempeño aplicando el Método de Coeficientes del ASCE/SEI 41-17. A continuación, se muestra en las figuras 20 y 21 los puntos de desempeño, tanto para la dirección en X e Y.

**Figura 20**

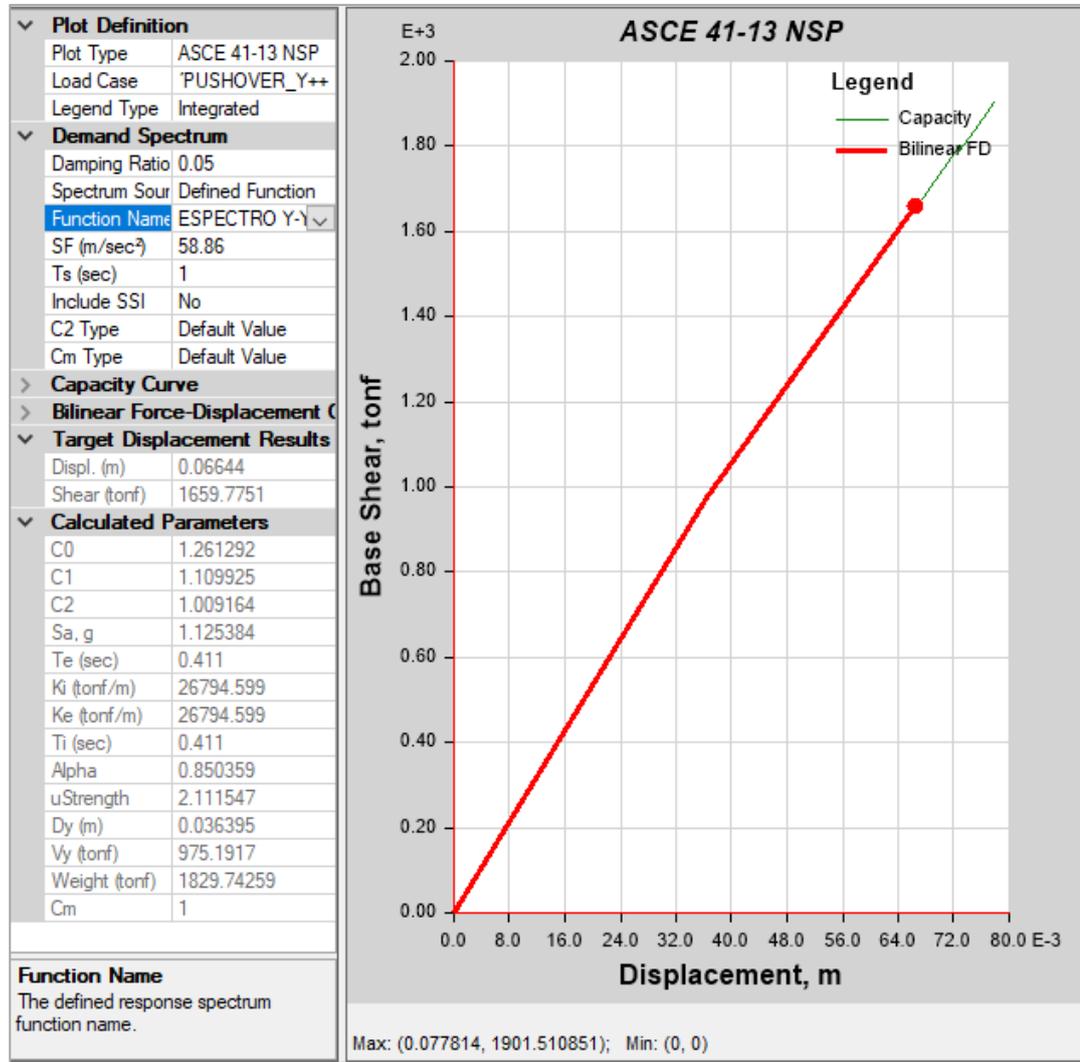
*Punto de desempeño en la dirección X*



Fuente: Etabs V21.1.0

**Figura 21**

*Punto de desempeño en la dirección Y*



Fuente: Etabs V21.1.0

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Determinar las derivas y desplazamientos máximos del pabellón de ingeniería civil de la Universidad Nacional de Jaén

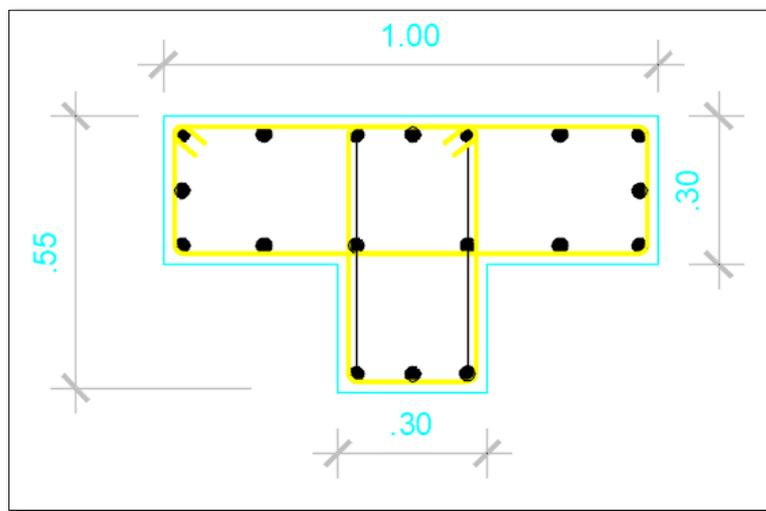
El bloque I del pabellón de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén está conformado por 4 niveles. El sistema estructural en la dirección X-X es dual y en la dirección Y-Y es de muros estructurales, su configuración en planta y en altura es regular; además presenta los siguientes elementos estructurales:

##### 3.1.1. Columnas de tipo "T"

Las dimensiones de la columna en T son: espesor de alma  $b = 0.30$  m, altura  $h = 0.55$  m, ancho de ala  $b_f = 1.00$  m, espesor de ala  $t_f = 0.30$  m.

**Figura 22**

*Dimensiones de la Columna "T"*



Fuente: Planos estructurales del expediente técnico.

##### 3.1.2. Vigas

Se identificaron las vigas principales, vigas secundarias y vigas chatas teniendo las siguientes dimensiones:

**Tabla 06**

*Dimensiones de las Vigas*

VIGAS	DIMENSIONES
VP – 101, 201, 301 y 401	30 cm x 65 cm
VP – 102, 202, 302 y 402	30 cm x 65 cm
VP – 103, 203, 303 y 403	30 cm x 60 cm
V-A	15 cm x 25 cm

Fuente: Planos estructurales del expediente técnico.

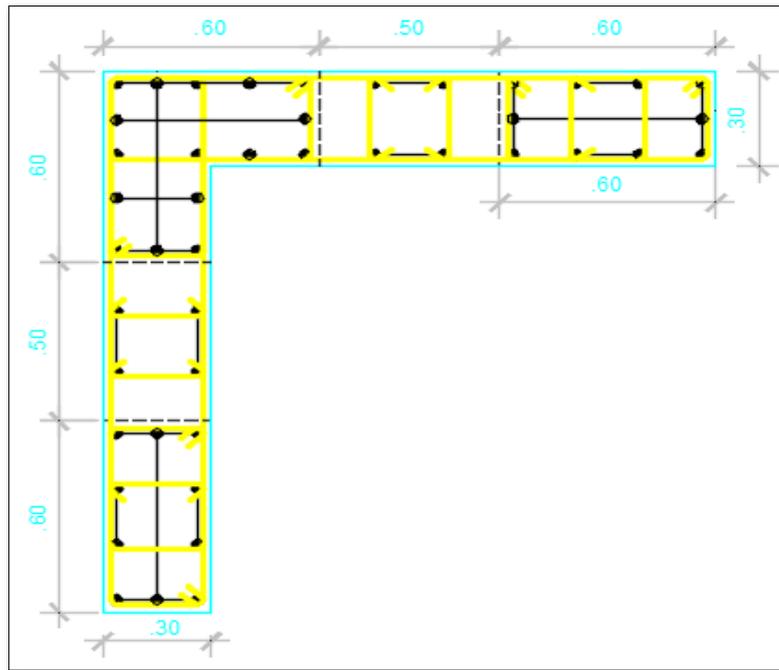
La tabla 6 nos muestra las vigas principales “VP – 101”, “VP - 102”, “VP - 103”, “VP - 201”, “VP - 202”, “VP - 203”, “VP - 301”, “VP - 302”, “VP - 303”, “VP - 401”, “VP - 402” y “VP - 403”; la viga de amarre “V-A - 1”; su ubicación se encuentra especificados en planos estructurales en los anexos.

**3.1.3. Muro de corte**

Los muros de corte tienen un espesor de 30 cm; de concreto armado con una resistencia a la compresión de  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

**Figura 23**

*Detalle del muro de corte:  $e=30 \text{ cm}$*



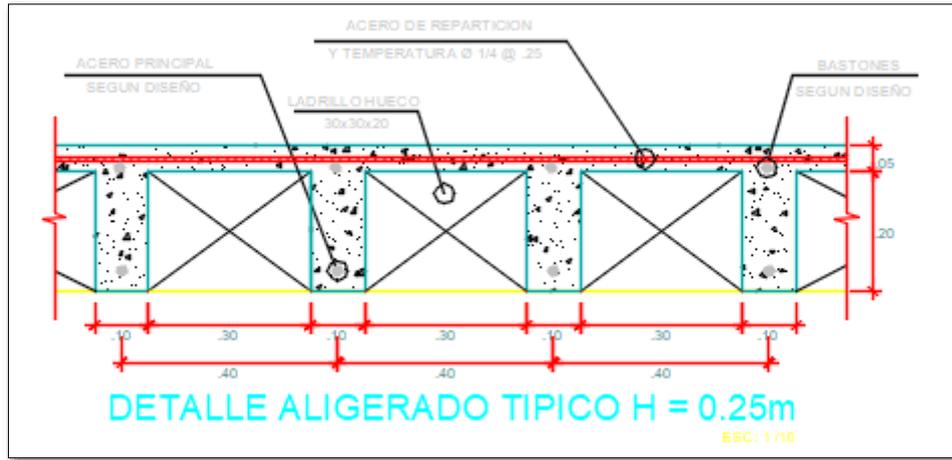
Fuente: Planos estructurales del expediente técnico

### 3.1.4. Losa Aligerada

La losa aligerada tiene un espesor  $h = 25$  cm, las viguetas tienen medidas de 10 cm x 10 cm y los ladrillos empleados miden 30cm x 30cm x 20cm.

**Figura 24**

*Detalle de la losa aligerada*



Fuente: Planos estructurales del expediente técnico.

### 3.1.5. Cálculo de las derivas y desplazamientos

#### 3.1.5.1. Desplazamientos relativos admisibles en la dirección X – X

**Tabla 07**

*Derivas en la dirección X – X del bloque I*

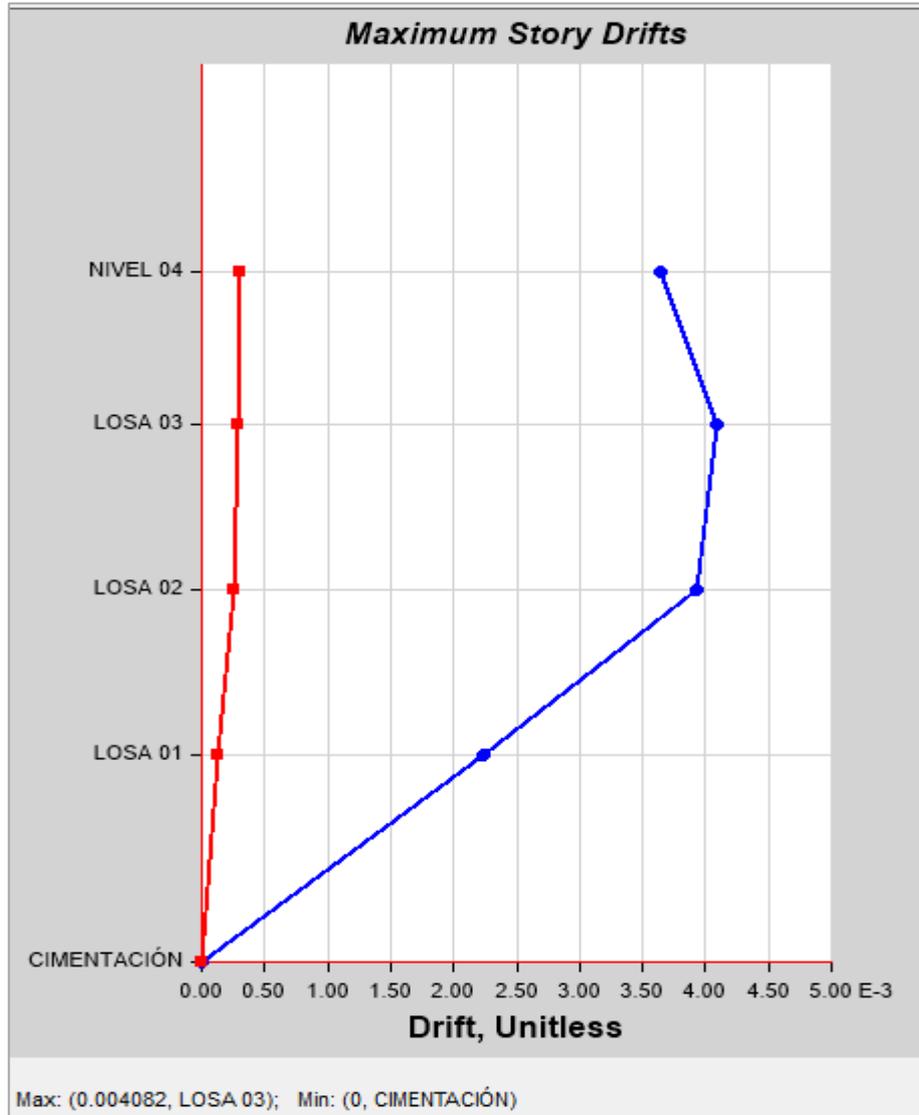
PISOS	CASO	CONCRETO	DIRECCIÓN	DERIVA	SITUACIÓN
Piso 4	Deriva Max	0.007	X	0.003647	SI CUMPLE
Piso 3	Deriva Max	0.007	X	0.004082	SI CUMPLE
Piso 2	Deriva Max	0.007	X	0.003922	SI CUMPLE
Piso 1	Deriva Max	0.007	X	0.002238	SI CUMPLE

Fuente: Etabs V21.1.0.

La Tabla 07 nos muestra la verificación de las derivas de entrepiso para la dirección X – X; el sistema estructural empleado en esta dirección es dual y le corresponde un límite de 0.007; se puede observar que las derivas cumplen con este límite indicado en la norma E.030-2018 “Diseño Sismorresistente”.

**Figura 25**

*Derivas en la dirección X-X*



Fuente: Etabs V21.1.0.

**3.1.5.2.Desplazamientos relativos admisibles en la dirección Y – Y**

**Tabla 08**

*Derivas en la dirección Y – Y del bloque I*

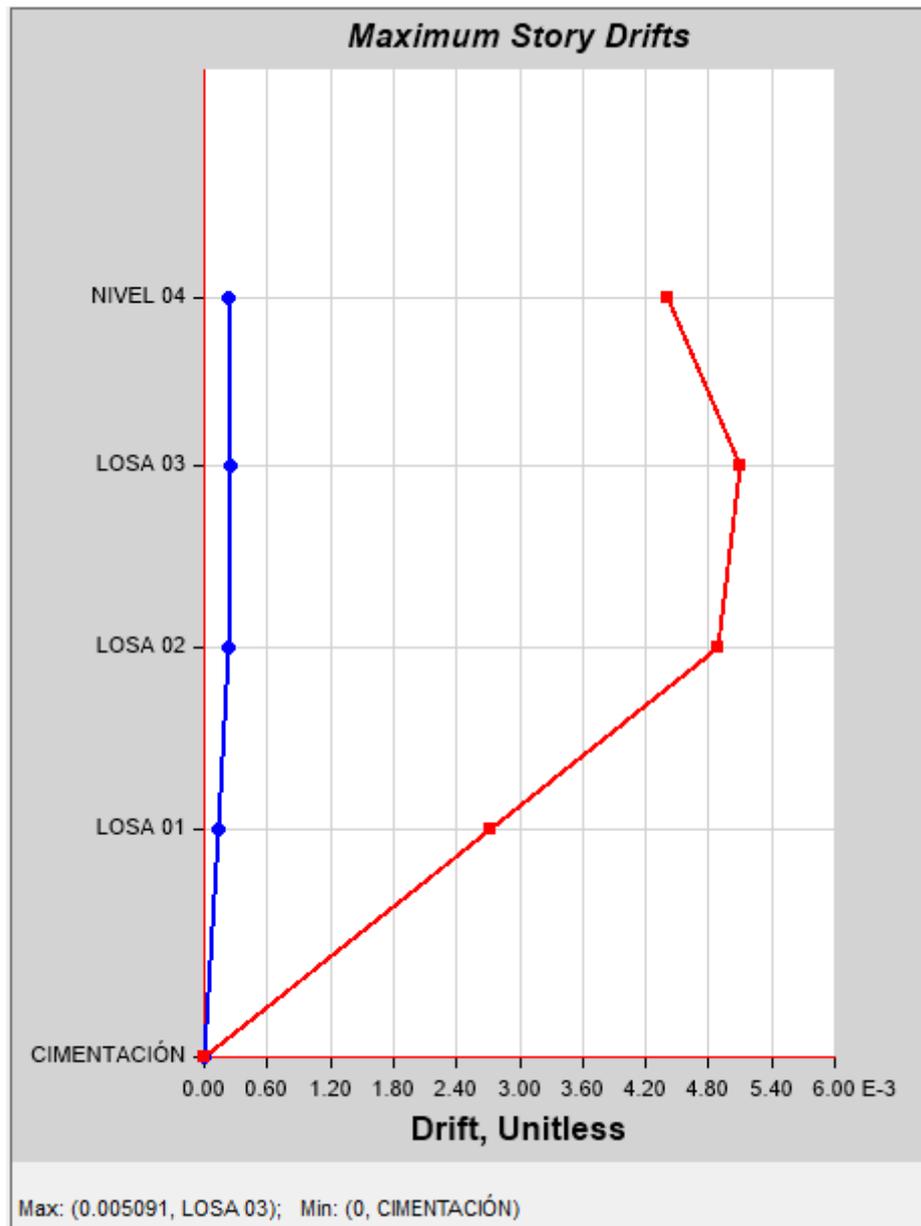
PISO	CASO	CONCRETO	DIRECCIÓN	DERIVA	SITUACIÓN
Piso 4	Deriva Max	0.007	Y	0.004402	SI CUMPLE
Piso 3	Deriva Max	0.007	Y	0.005091	SI CUMPLE
Piso 2	Deriva Max	0.007	Y	0.004890	SI CUMPLE
Piso 1	Deriva Max	0.007	Y	0.002725	SI CUMPLE

Fuente: Etabs V21.1.0.

La Tabla 08 nos muestra la verificación de las derivas de entrepiso para la dirección Y – Y; el sistema estructural empleado en esta dirección es de muros estructurales y le corresponde un límite de 0.007; se puede apreciar que las derivas cumplen con este límite indicado en la norma E.030 “Diseño Sismorresistente”.

**Figura 26**

*Derivas en la dirección Y-Y*



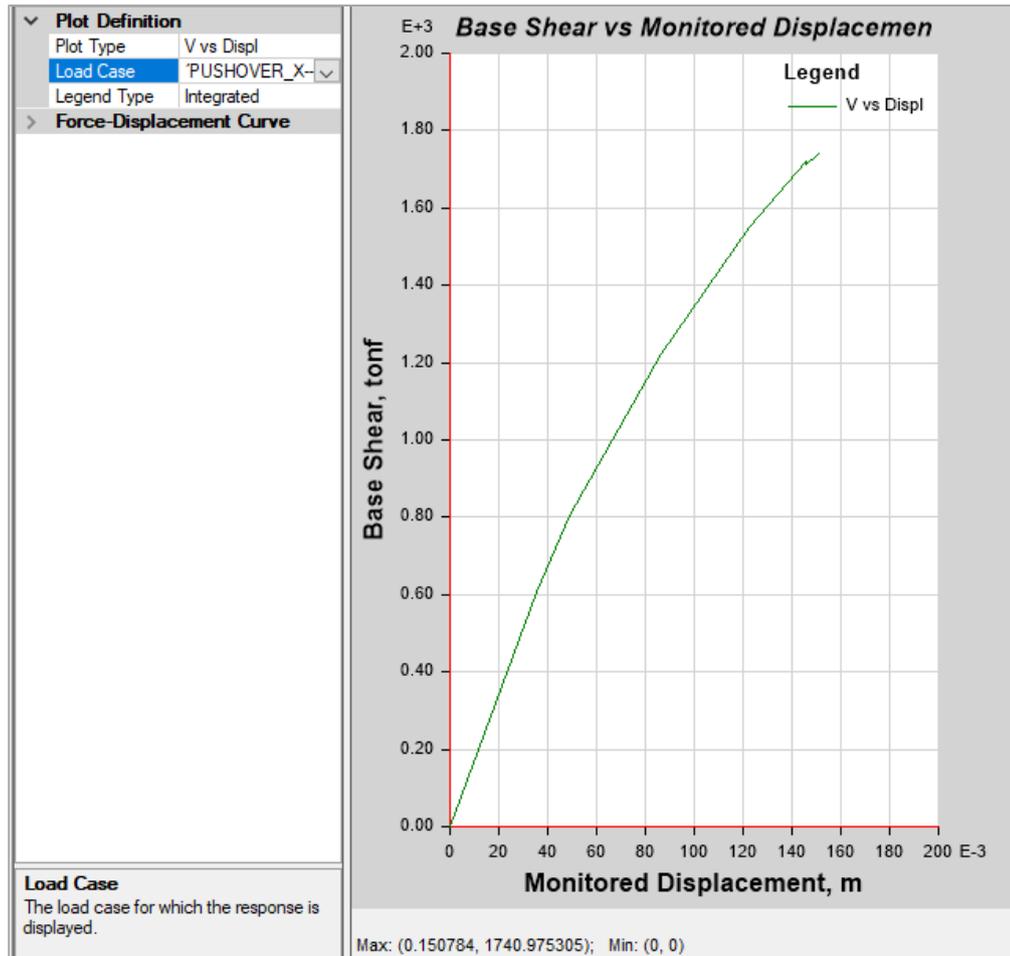
Fuente: Etabs V21.1.0.

### 3.2. Hallar la curva de capacidad de desempeño sismorresistente mediante el análisis estático no lineal Pushover del pabellón de ingeniería civil de la Universidad Nacional de Jaén

Se determino la curva de capacidad de la estructura de la edificación mediante el programa ETABS. La evaluación se realizará mediante el método de análisis sísmico indicado en el capítulo de metodología y se determinará si la estructura es capaz de resistir sismos de baja intensidad sin sufrir daños estructurales significativos, sismos moderados con daños reparables y sismos de mayor intensidad sin que se produzca el colapso.

**Figura 27**

*Curva de capacidad en la dirección X*

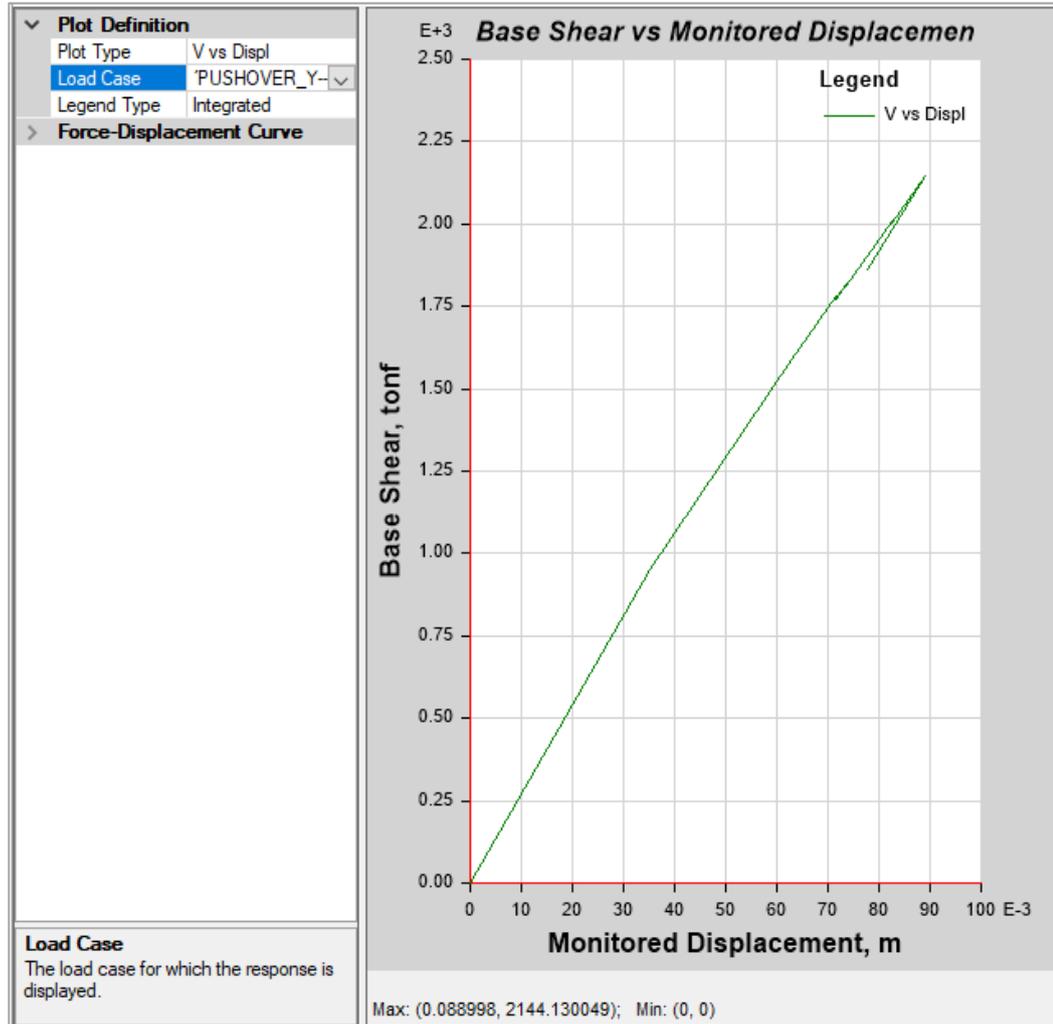


Fuente: Etabs V21.1.0

En la figura 27, se evidencia la curva de capacidad estructural que va a liberar energía sus elementos estructurales del edificio donde la máxima capacidad a resistir es de 1,740.975 tonf y un desplazamiento de 0.15078 m.

**Figura 28**

*Curva de capacidad en la dirección Y*

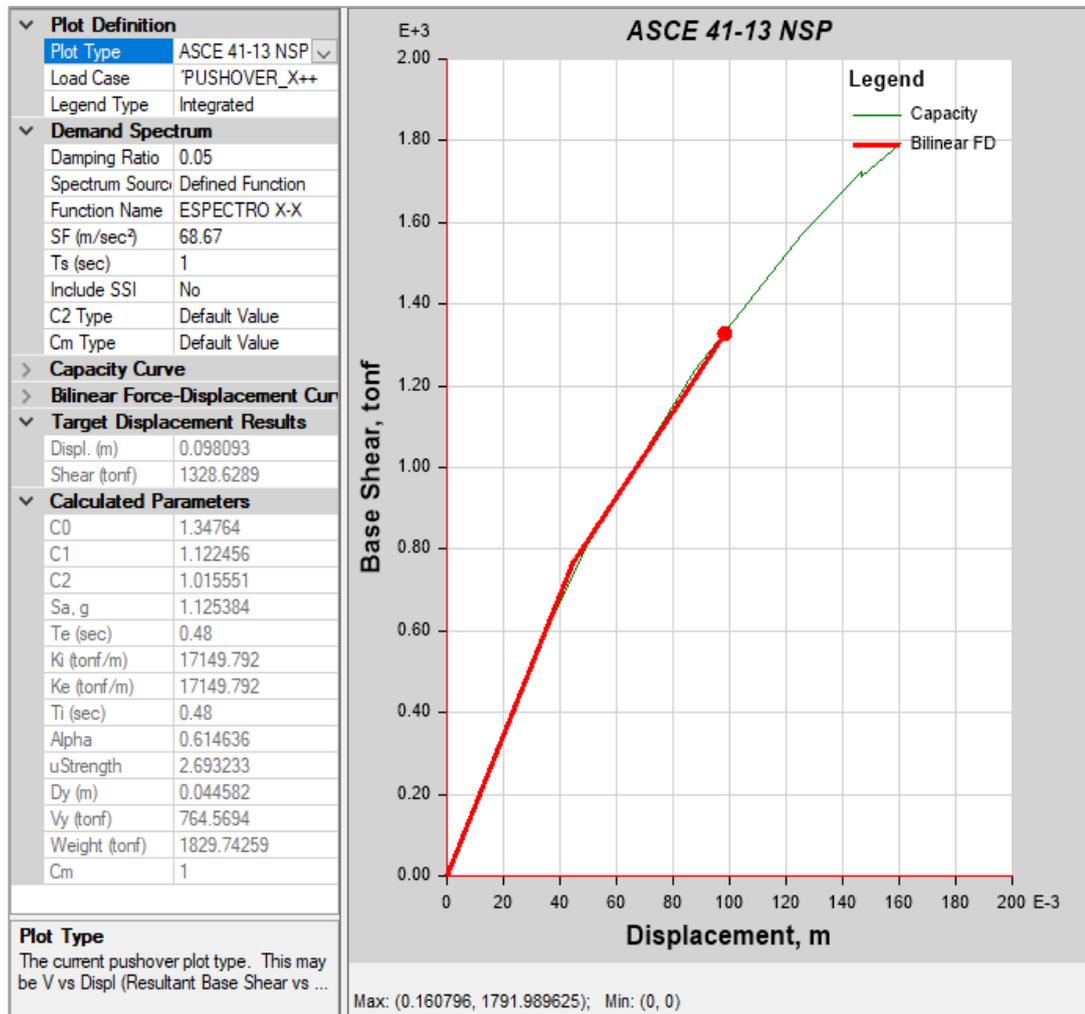


Fuente: Etabs V21.1.0.

En la figura 28, se evidencia la curva de capacidad estructural que va a liberar energía sus elementos estructurales del edificio donde la máxima capacidad a resistir es de 2,144.130 tonf y un desplazamiento de 0.08898 m.

**Figura 29**

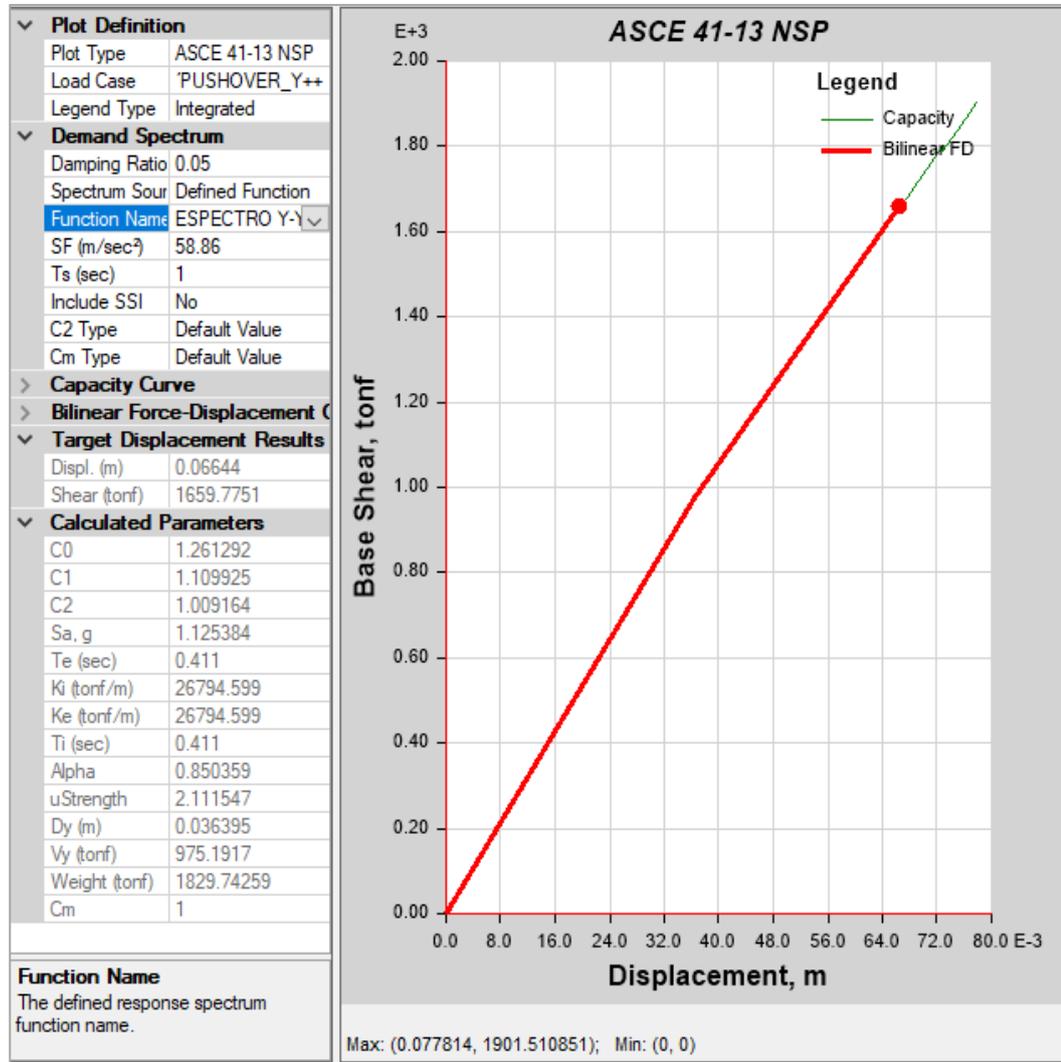
*Punto de desempeño en la dirección X*



Fuente: Etabs V21.1.0

**Figura 30**

*Punto de desempeño en la dirección Y*



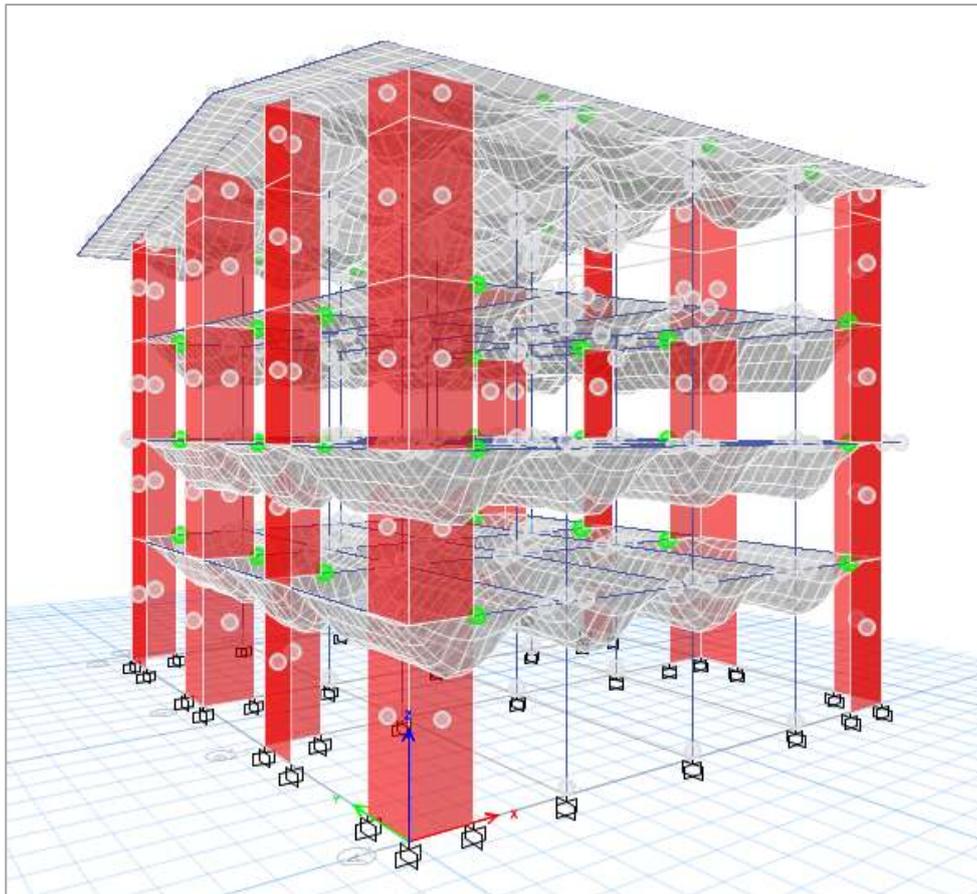
Fuente: Etabs V21.1.0

**3.3. Determinar los elementos estructurales en que se dan las primeras rótulas plásticas o primeros puntos de colapso frente a un evento sísmico mediante el método Pushover del pabellón de ingeniería civil de la Universidad Nacional de Jaén – 2023.**

Se puede observar en la figura 31 que las primeras rotulas plásticas se generan en las vigas, lo cual, es lo más deseable en una estructura. Por consiguiente, podemos afirmar que la estructura está bien diseñada y puede soportar un evento sísmico de moderado a severo.

**Figura 31**

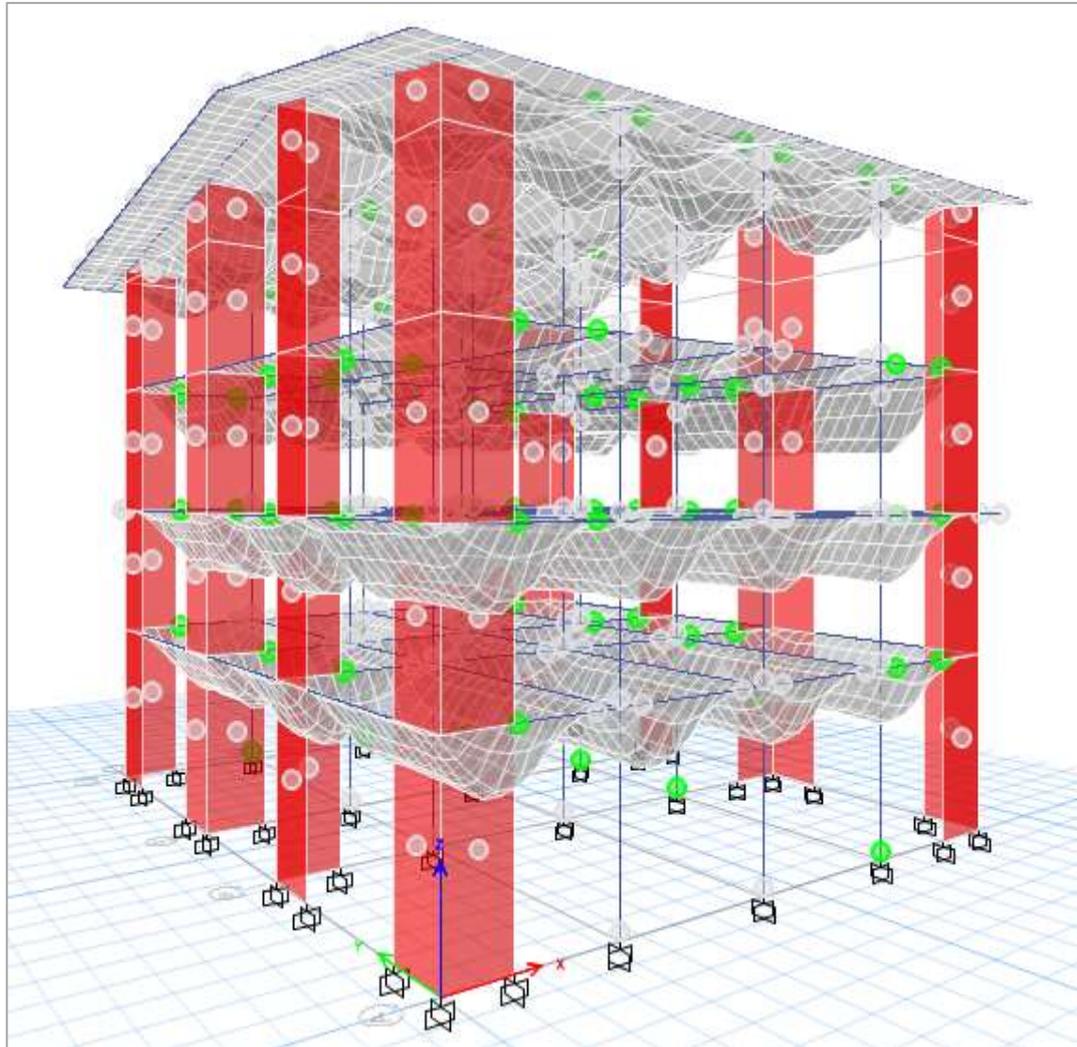
*Primeras rótulas generadas en las vigas*



Fuente: Etabs V21.1.0

**Figura 32**

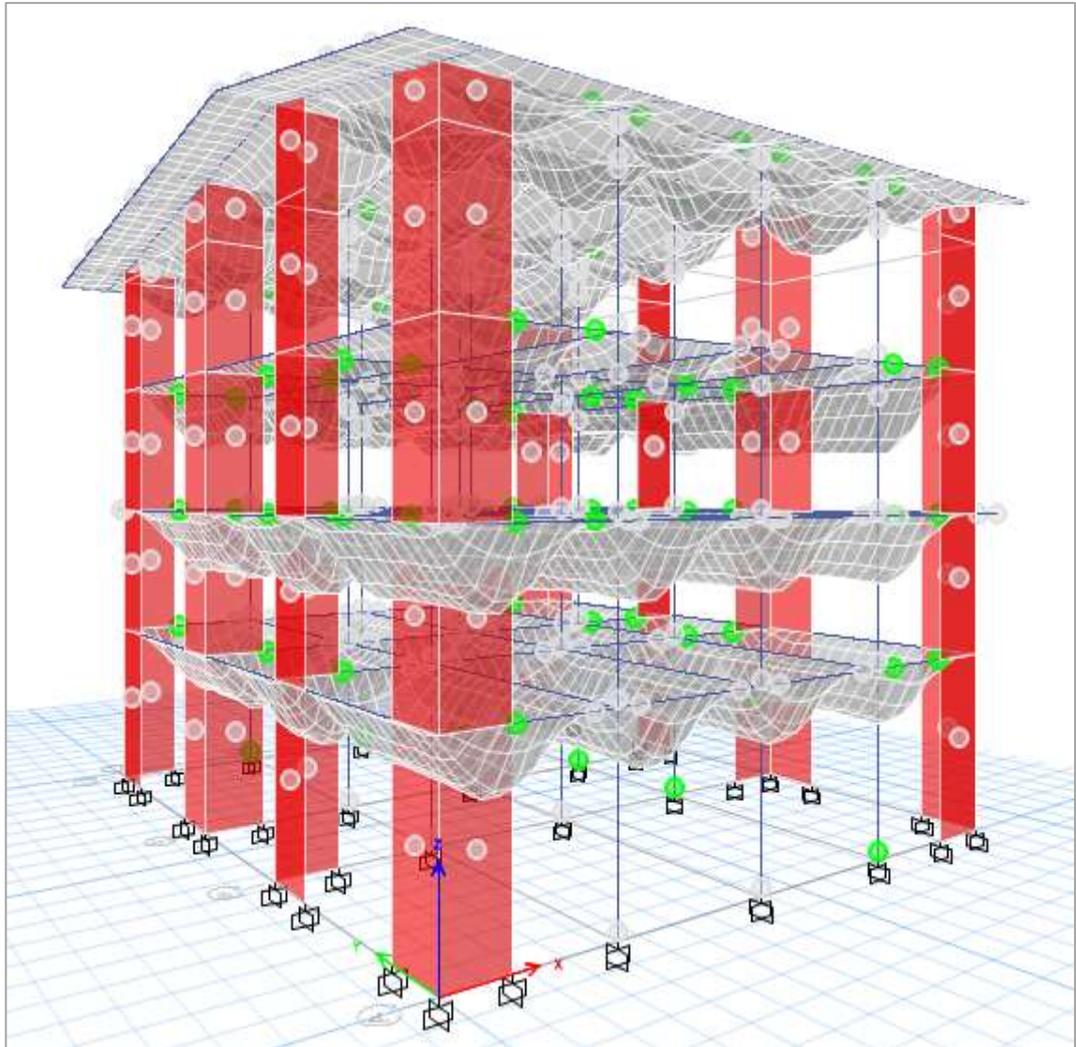
*Generación de rótulas en vigas y columnas*



Fuente: Etabs V21.1.0

**Figura 33**

*Generación de rótulas en todos los elementos estructurales*



Fuente: Etabs V21.1.0

#### IV. DISCUSIÓN

Las derivas de entrepiso en la dirección X – X se obtuvo que en el primer piso es de 0.002238, en el segundo piso es de 0.003922, en el tercer piso de 0.004082 y en el cuarto piso de 0.003647, cumpliendo con el límite de ser menor a 0.007 para estructuras de concreto armado indicados en la norma E.030-2018; y para la dirección Y – Y las derivas del primer piso es de 0.002725, para el segundo piso es de 0.004890, en el tercer piso es de 0.005091, y en el cuarto piso de 0.004402 cumpliendo con el límite de ser menor a 0.007 para estructuras de concreto armado indicado en la norma E.030-2018. En comparación a los resultados de la presente investigación, Correa (2019) en su tesis “Análisis estático no lineal aplicado al diseño sismorresistente del bloque N° 02 de aulas del Colegio Militar Elías Aguirre - Chiclayo”, obtuvo derivas de entrepiso en la dirección X – X en el primer piso de 0.005219, en el segundo piso de 0.006859, y en el tercer piso de 0.00522, cumpliendo con el 0.007 indicado en la norma E.030-2018; y las derivas que obtuvo para la dirección Y – Y en el primer piso es de 0.001199, para el segundo piso de 0.001243 y para el tercer piso de 0.00091, cumpliendo con el límite de 0.007 indicado en la norma E.030-2018; por lo que resultan siendo edificaciones rígidas ante futuros eventos sísmicos.

La curva de capacidad en la dirección X, va a liberar energía sus elementos estructurales del edificio donde la máxima capacidad a resistir es de 1,740.975 tonf y un desplazamiento de 0.15078 m; asimismo la curva de capacidad en la dirección Y va a liberar energía sus elementos estructurales del edificio donde la máxima capacidad a resistir es de 2,144.130 tonf y un desplazamiento de 0.08898 m. En comparación a los resultados de la presente investigación, Cahuana y Ccaso (2021) en su trabajo de investigación “Desempeño sísmico aplicando el análisis estático no lineal (pushover) del módulo III de la comisaría de Ciudad Nueva, Tacna 2021”, se determinó la curva de capacidad para ambas direcciones de

análisis donde para la dirección X el desplazamiento máximo es 0,154 m con una cortante en la base de 488014,84 kgf y para la dirección Y se tiene desplazamiento máximo de 0,082 m y una cortante de 425582,07 kgf. La menor capacidad en la dirección de análisis Y es debido a que los muros de albañilería colapsan por no tener una buena capacidad al corte ya que en el diseño se consideró un coeficiente de reducción sísmica  $R=7$  el cual no corresponde al sistema estructural, otra causa es porque se tiene irregularidad torsional en la dirección Y.

Después del análisis estático no lineal (AENL) en la edificación, se obtuvo como resultado que la estructura tiene un grado óptimo de seguridad dado que las primeras rótulas se generan en las vigas, es decir cumple con el criterio viga débil columna fuerte. En comparación a los resultados de la presente investigación, Correa (2019) en su tesis “Análisis estático no lineal aplicado al diseño sismorresistente del bloque N° 02 de aulas del Colegio Militar Elías Aguirre - Chiclayo”, donde presenta diseños plásticos en las columnas y no en las vigas, por esta razón se optó a rediseñar las columnas con fines que las rótulas plásticas no se den en las columnas sino por el contrario en las vigas.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

Las derivas encontradas después de realizar el análisis estático y dinámico, se realizó con el software el Etabs V21.1.0, se empleó la norma E.020 de cargas para agregar las cargas vivas y cargas muertas teniendo en cuenta el uso de la estructura, además se realizó las combinaciones de cargas establecidas en la norma E.060; asimismo se utilizó la norma E.030-2018 para considerar criterios de peligro sísmico. En la dirección X – X se obtuvo que en el primer piso es de 0.002238, en el segundo piso es de 0.003922, en el tercer piso de 0.004082 y en el cuarto piso de 0.003647, cumpliendo con el límite de ser menor a 0.007 para estructuras de concreto armado indicados en la norma E.030-2018; y para la dirección Y – Y las derivas del primer piso es de 0.002725, para el segundo piso es de 0.004890, en el tercer piso es de 0.005091, y en el cuarto piso de 0.004402 cumpliendo con el límite de ser menor a 0.007 para estructuras de concreto armado indicado en la norma E.030-2018.

La curva de capacidad en la dirección X, va a liberar energía sus elementos estructurales del edificio donde la máxima capacidad a resistir es de 1,740.975 tonf y un desplazamiento de 0.15078 m; asimismo la curva de capacidad en la dirección Y va a liberar energía sus elementos estructurales del edificio donde la máxima capacidad a resistir es de 2,144.130 tonf y un desplazamiento de 0.08898 m.

Después de realizar el análisis estático no lineal - Pushover, se verifico que las primeras rótulas plásticas que se han producido en la estructura, han sido en las vigas, lo cual es muy óptimo para el desempeño estructural, cumpliendo así con uno de los criterios más importantes en la rama estructural, como es viga débil – columna fuerte.

## **5.2. Recomendaciones**

Para calcular correctamente las derivas y desplazamientos máximos en la dirección X-X y en la dirección Y-Y, se debe efectuar el modelamiento de una edificación, respetando los parámetros sísmicos, de acuerdo al reglamento actualizado (RNE-E030-2018).

En las edificaciones importantes de nuestro país, se debe de realizar el análisis estático no lineal Pushover, a fin de conocer la curva de capacidad de la estructura, es decir, podemos ver en esa curva la vida útil que tendrá a lo largo del tiempo y que puede pasar ante un determinado evento sísmico.

Debemos evitar que en las estructuras importantes se hagan los diseños plásticos en las columnas, es decir, hacer cumplir el criterio estructural de viga débil – columna fuerte y no al contrario.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad, D. y Guivar, N. (2019). *Comportamiento estructural sismorresistente mediante el análisis estático aplicando la nueva norma E-030- 2018 en la I. E. Sagrado Corazón, Jaén 2019* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio Digital Institucional Universidad Nacional de Jaén. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/253>
- Andina, (2021, 29 de noviembre). *Sismo en Amazonas dejan 228 damnificados y 700 afectados en la región Cajamarca*. <https://andina.pe/agencia/noticia-sismo-amazonas-dejan-228-damnificados-y-700-afectados-la-region-cajamarca-871482.aspx>
- Atahualpa, A. y Frías, J. (2021). *Plan de gestión de escombros producidos por colapso de edificaciones en caso de sismo* [Tesis de pregrado, Universidad Ricardo Palma]. Repositorio Digital Institucional Universidad Ricardo Palma. [https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/4703/T030\\_73012693\\_T%20ATAHUALPA%20VEGA%2c%20ANDREA%20FABIOLA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/4703/T030_73012693_T%20ATAHUALPA%20VEGA%2c%20ANDREA%20FABIOLA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Cagua, B., Aguiar, R., Pilatasig, J., & Mora, D. (2020). Coupling Opensees With Ceinci-Lab To Perform Non-Linear Static Analysis. First Part: Seismic Reinforcement With Steel Braces. *Rev. Int. Ing. Estructuras*, 25(3), 367-420. [https://www.researchgate.net/profile/Brian-Cagua/publication/341130895\\_COUPLING\\_OPENSEES\\_WITH\\_CEINCI-LAB\\_TO\\_PERFORM\\_NON-LINEAR\\_STATIC\\_ANALYSIS\\_FIRST\\_PART\\_SEISMIC\\_REINFORCEMENT\\_WITH\\_STEEL\\_BRACES/links/5eb02149299bf18b9594b39d/COUPLING-OPENSEES-WITH-CEINCI-LAB-TO-PERFORM-NON-LINEAR-STATIC-ANALYSIS-FIRST-PART-SEISMIC-REINFORCEMENT-WITH-STEEL-BRACES.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Brian-Cagua/publication/341130895_COUPLING_OPENSEES_WITH_CEINCI-LAB_TO_PERFORM_NON-LINEAR_STATIC_ANALYSIS_FIRST_PART_SEISMIC_REINFORCEMENT_WITH_STEEL_BRACES/links/5eb02149299bf18b9594b39d/COUPLING-OPENSEES-WITH-CEINCI-LAB-TO-PERFORM-NON-LINEAR-STATIC-ANALYSIS-FIRST-PART-SEISMIC-REINFORCEMENT-WITH-STEEL-BRACES.pdf)
- Carrasco, E. y Villanueva, J. (2019). *Modelado estructural y diseño sísmico de una edificación de albañilería confinada de 3, 4 y 5 niveles para la ciudad de Jaén* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio Digital Institucional Universidad Nacional de Jaén. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/245>

- Cahuana M. y Ccaso, G. (2021). *Desempeño sísmico aplicando el análisis estático no lineal (Pushover) del módulo III de la comisaría de Ciudad Nueva, Tacna 2021* [Tesis de pregrado, Universidad Privada de Tacna]. Repositorio Universidad Privada de Tacna. <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/2027>
- CSN. (2019, 22 de mayo). *Chile | Terremoto de Valdivia: cómo fue el poderoso sismo de 1960, el mayor registrado de la historia.* <https://www.csn.uchile.cl/efemerides-sismicas-gran-terremoto-de-valdivia-de-1960/>
- Chamaza, M. y Córdoba, E. (2022). *Estudio comparativo del análisis estático no lineal de estructuras regulares de hormigón armado aplicando normativa Ecuatoriana, Colombiana, Peruana y Chilena* [Tesis de grado, Universidad Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/23167>
- Condori, R. y Vilca, A. (2022). *Evaluación del desempeño estructural aplicando un análisis estático no lineal (pushover) en la I. E. N.º 40230 San Antonio del Pedregal Majes - Caylloma – Arequipa* [Tesis de pregrado, Universidad Continental]. Repositorio Institucional Universidad Continental. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/11785>
- Correa-Cervantes, M. (2019). *Análisis estático no lineal aplicado al diseño sismorresistente del bloque N° 02 de aulas del Colegio Militar Elías Aguirre - Chiclayo* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Digital Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/36959>
- Daen, S. T. (2011). Tipos de investigación científica. *Revista de Actualización Clínica Investiga Boliviana*, 12, 621-624. [http://www.revistasbolivianas.ciencia.bo/pdf/raci/v12/v12\\_a11.pdf](http://www.revistasbolivianas.ciencia.bo/pdf/raci/v12/v12_a11.pdf)
- Díaz, N. (2006). Técnicas de muestreo. Sesgos más frecuentes. *Revistas Sedén*, 9, 21-132. <https://www.revistaseden.org/files/9-CAP%209.pdf>
- Fernández-Irigoín, R. (2022). *Evaluación del desempeño sismorresistente mediante el método no lineal estático pushover del edificio de ingeniería civil de la Universidad Nacional Autónoma Chota, 2018* [Tesis de pregrado, Universidad

Nacional Autónoma de Chota]. Repositorio UNACH.  
<http://185.209.223.160/handle/20.500.14142/239>

Fustamante-Huamán, D. (2022). *Nivel de desempeño sísmico de una edificación de 11 pisos en la provincia de Chota usando el método del espectro capacidad-demanda* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional Universidad Nacional de Cajamarca.  
<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/4612>

García, J. y Martínez, M. (1996). El debate investigación cualitativa frente a investigación cuantitativa. *Enfermería clínica*, 6(5), 213.  
[https://www.academia.edu/download/44729860/AD\\_Cabrero\\_Garcia-Martinez\\_Unidad\\_2.pdf](https://www.academia.edu/download/44729860/AD_Cabrero_Garcia-Martinez_Unidad_2.pdf)

Giron, C. y Carrasco, M. (2019). *Vulnerabilidad Sísmica Mediante el Método de Índice de Vulnerabilidad del Instituto Pedagógico Víctor Andrés Belaunde, Jaén, Cajamarca-2019* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio Digital Institucional Universidad Nacional de Jaén.  
<http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/255>

Jiménez, E. y Mazacón, J. (2022). *Análisis comparativo de un edificio aporticado de hormigón armado aplicando la norma ecuatoriana NEC-SE-DS-2015 y la norma peruana RNE E.030-2020 – RNE E-060-2020* [Tesis Doctoral, Universidad de Guayaquil]. Repositorio Institucional Universidad de Guayaquil.  
<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/60504>

Julca-Alcántara, S. (2020). *Desempeño Sismorresistente de la Institución Educativa N° 101136, Nuevo San Juan Alto - Hualgayoc, Región Cajamarca usando CSI Sap 2000* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Digital Universidad César Vallejo.  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/54675>

Linares-Zelada, J. (2022). *Evaluación del desempeño sísmico con el método estático no lineal pushover de un edificio de 3 niveles en la ciudad de Cajamarca* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Digital Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/107851>

- Luque, E. y Choque, J. (2019). *Análisis estático no lineal y evaluación del desempeño sísmico de un edificio de 8 niveles diseñado con la norma E.030* [Tesis Doctoral, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. Repositorio RENATI. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3137144>
- Navarro-Cieza, E. (2014). *Evaluación del desempeño sísmico del edificio Hospital Privado Jaén de la ciudad de Jaén Cajamarca* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Digital Universidad Nacional de Cajamarca. <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/87/T%20551.22%20N322%202014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ortega-Toala, 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* [Tesis de pregrado, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. Repositorio digital Universidad Estatal del Sur de Manabí. <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/3617/1/ORTEGA%20TOALA%20AXEL%20ALEJANDRO.pdf>
- Pérez, E. y Tequén, Y. (2021). *Comparativo estructural del sistema aporticado y albañilería confinada de un edificio multifamiliar, Jaén – Cajamarca* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio Institucional Digital Universidad Nacional de Jaén. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/285>
- Ramírez-Julcamoro, S. (2020). *Vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti y Petrini en una institución educativa, en Jaén, año.2019* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio Institucional Digital Universidad Nacional de Jaén. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/266>
- Reliefweb. (2019, 23 de febrero). *Sismo de magnitud 7.7 en Loreto causó daños en Cajamarca y Amazonas*. <https://reliefweb.int/report/peru/sismo-de-magnitud-77-en-loreto-caus-da-os-en-cajamarca-y-amazonas>
- SensorGo. (2017, 19 de septiembre). *Sismo 19 De Septiembre De 2017 ¿Qué Aprendimos?*. <https://sensorgo.mx/sismo-19-de-septiembre-2017/>

- Sousa, V., Driessnack, M., y Mendes, I. (2007). Revisión de diseños de investigación resaltantes para enfermería. Parte 1: diseños de investigación cuantitativa. *Revista latino-americana de enfermagem*, 15, 502-507. <https://www.scielo.br/j/rlae/a/7zMf8XypC67vGPrXVrVFGdx/?lang=es&for>
- Valdivia-Chilón, J. (2019). *Análisis comparativo del diseño estructural de una edificación de tres niveles de estructura irregular según las normas de sismorresistencia E.030-2006 y la E.030-2016, en la ciudad de Cajamarca* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional Universidad Nacional de Cajamarca. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/3351>
- Vega-Fernández, G. (2020). *Evaluación del desempeño sísmico mediante el análisis estático no lineal, vivienda-comercio Miura Grill, Chiclayo* [Tesis de pregrado, Universidad Señor de Sipán]. Repositorio Universidad Señor de Sipán. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/7547>
- Viera-Arroba, L., Quizanga-Martínez, D. y Andino-Carranco, J. (2020). Análisis estático no lineal de edificios aporricados de hormigón armado aplicando normativa ecuatoriana, colombiana y peruana. *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo*, 9(1), 72-78. [http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?pid=S2602-84842020000100072&script=sci\\_arttext](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?pid=S2602-84842020000100072&script=sci_arttext)

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer a dios, por protegerme y darme fuerzas y vida para conseguir con este proyecto de vida tan anhelado.

A mis padres, por el apoyo incondicional y ánimos en cada momento de este proceso educativo para lograr a ser un ingeniero civil.

A mis hermanos y amigos, por su apoyo incondicional, en cada momento de este trance de formación.

Bach. Marilú Flores Guerrero

Bach. Cédíar Carrasco Becerra

## **DEDICATORIA**

Este estudio está dedicado a Dios quien siempre ha sido mi guía en todo momento, mi protector y quien doy gracias por otorgarme salud en todo este tiempo.

A mis padres y familiares quien con todo amor y apoyo incondicional en cada momento han permitido llegar a cumplir este anhelado objetivo.

Bach. Marilú Flores Guerrero

Bach. Cédíar Carrasco Becerra

## **ANEXOS**

## Operacionalización Variables

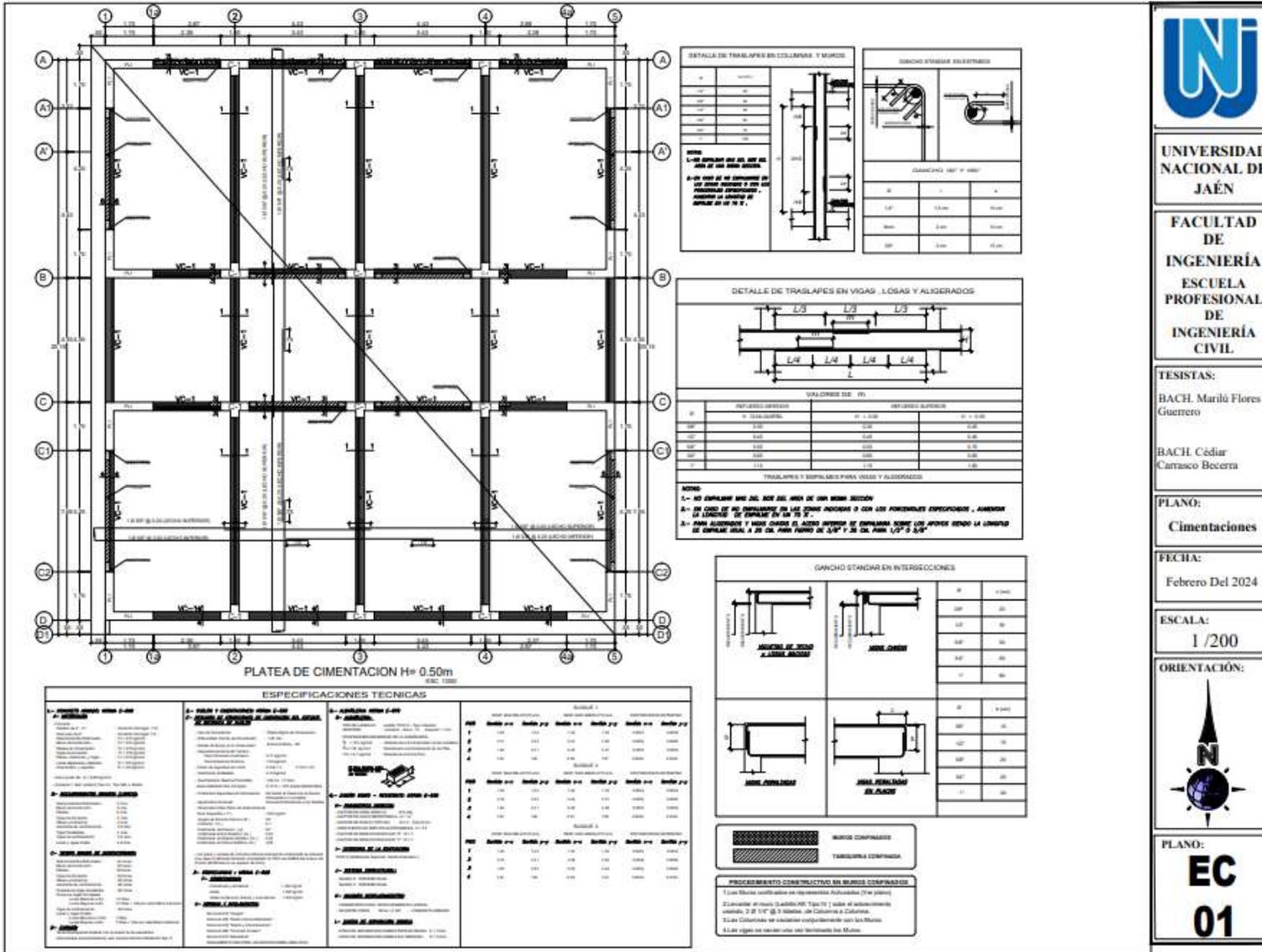
### Anexo 1

#### Operacionalización de variables

	Variables	Dimensión	Indicador	unidad	Técnica de recolección de datos	Instrumento de recolección de información
Variable Independiente	Método Pushover	Análisis sísmico Pushover	Capacidad estructural	cm2	Observación	
			demanda sísmica	niveles		
			desempeño sísmico	niveles		
			Carga viva	Kg/cm2		
Variable dependiente	Diseño sismorresistente	Propiedades de los materiales	Carga muestra	Kg/cm2	Observación	Ficha de recolección de datos
			Cargas del diseño			
			Cargas debido al viento	Kg/cm2		
			Concreto	Kg/cm2		
			Acero	cm2		
Variable dependiente	Diseño sismorresistente	Análisis sísmico según norma E.030	Albañilería	Kg/cm2	Observación	
			Derivas	mm		
			Desplazamientos	mm		
			Cortante basal	adimensional		

*Nota.* Realización Propia





UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESISTAS: BACH. Mariño Flores Guerrero BACH. Cédar Carrasco Becerra

PLANO: Cimentaciones

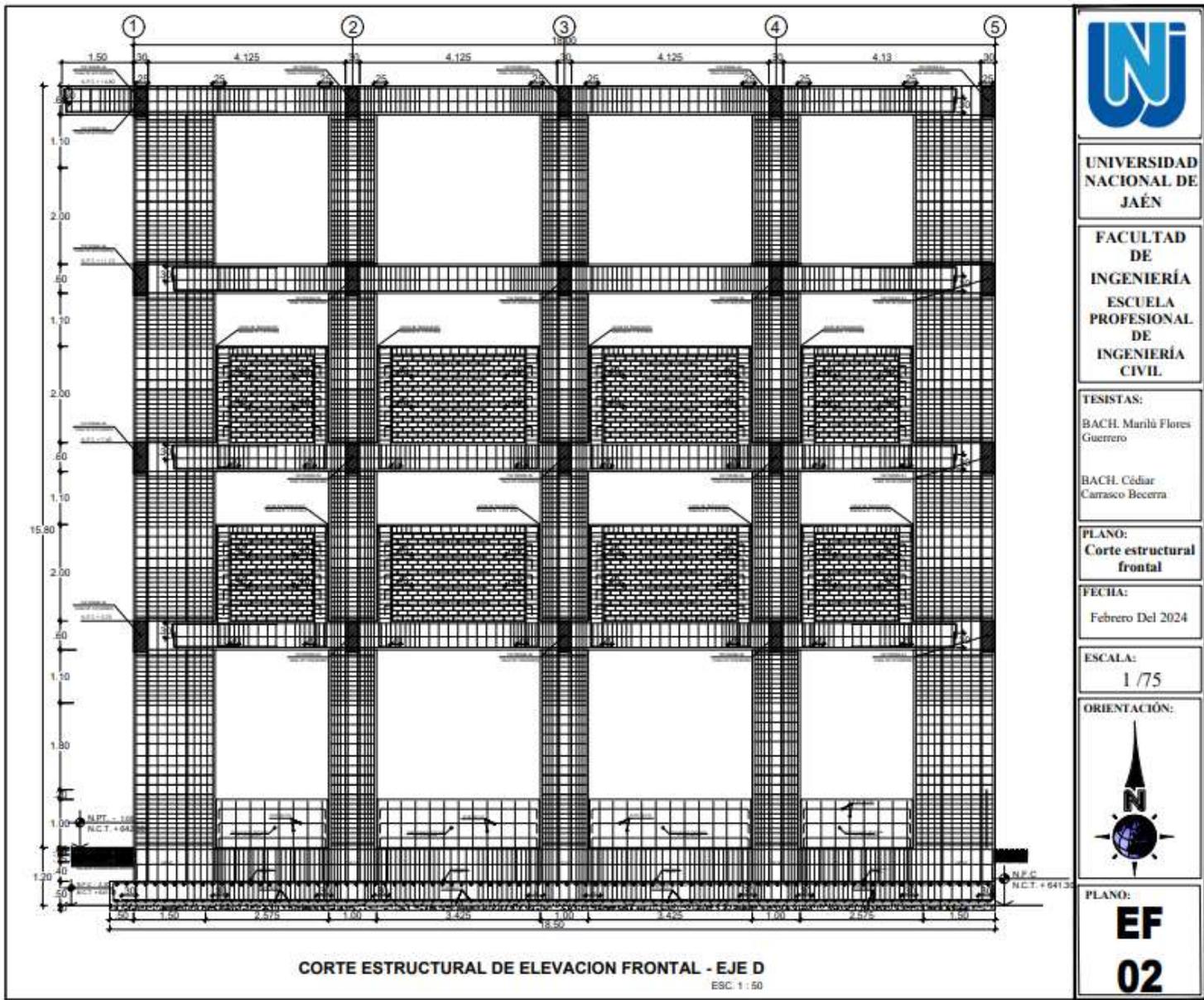
FECHA: Febrero Del 2024

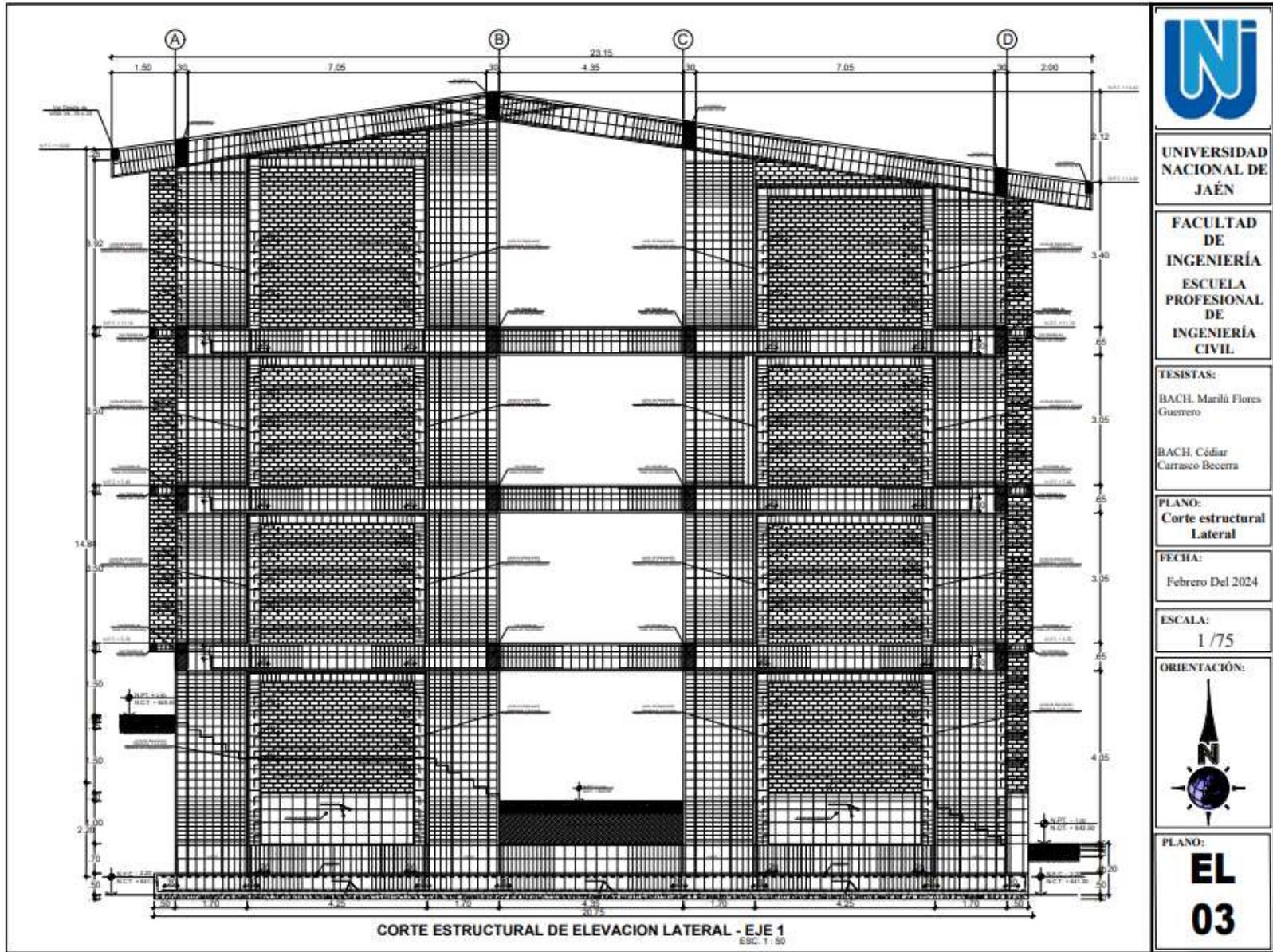
ESCALA: 1/200

ORIENTACIÓN:



PLANO: EC 01





UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
JAÉN

FACULTAD  
DE  
INGENIERÍA  
ESCUELA  
PROFESIONAL  
DE  
INGENIERÍA  
CIVIL

TESISTAS:  
BACH. Marilú Flores  
Guerrero  
BACH. Cédjar  
Carrasco Becerra

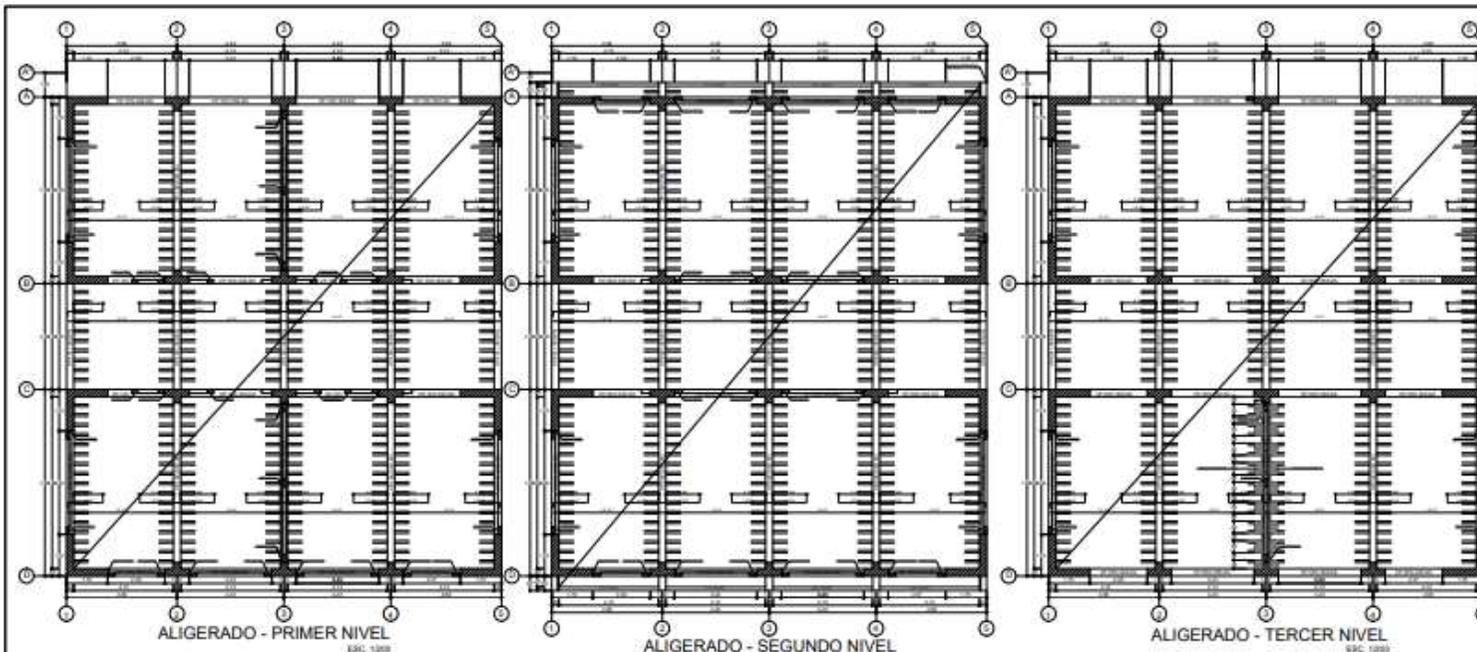
PLANO:  
Corte estructural  
Lateral

FECHA:  
Febrero Del 2024

ESCALA:  
1/75

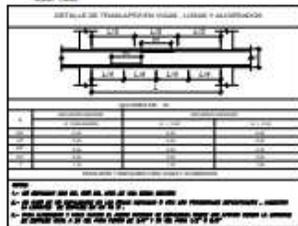
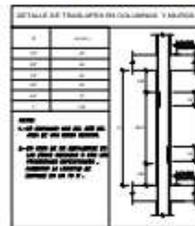


PLANO:  
**EL  
03**



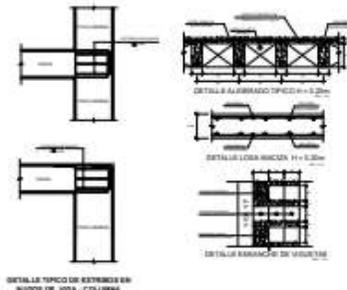
**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR
1	ACERO	kg	1000	1000
2	CONCRETO	m <sup>3</sup>	500	500
3	ALUMINIO	kg	50	50
4	VIDRIO	m <sup>2</sup>	100	100
5	PUERTAS	unidades	10	10
6	VENTANAS	unidades	20	20
7	BAÑOS	unidades	5	5
8	COCINAS	unidades	5	5
9	DEPORTE	unidades	5	5
10	ALMACEN	unidades	5	5
11	ESTACIONAMIENTO	unidades	10	10
12	OTROS	unidades	10	10



**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR
1	ACERO	kg	1000	1000
2	CONCRETO	m <sup>3</sup>	500	500
3	ALUMINIO	kg	50	50
4	VIDRIO	m <sup>2</sup>	100	100
5	PUERTAS	unidades	10	10
6	VENTANAS	unidades	20	20
7	BAÑOS	unidades	5	5
8	COCINAS	unidades	5	5
9	DEPORTE	unidades	5	5
10	ALMACEN	unidades	5	5
11	ESTACIONAMIENTO	unidades	10	10
12	OTROS	unidades	10	10



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESISTAS:  
BACH. Marilú Flores Guerrero  
BACH. Cédar Carrasco Becerra

PLANO: Aligerado

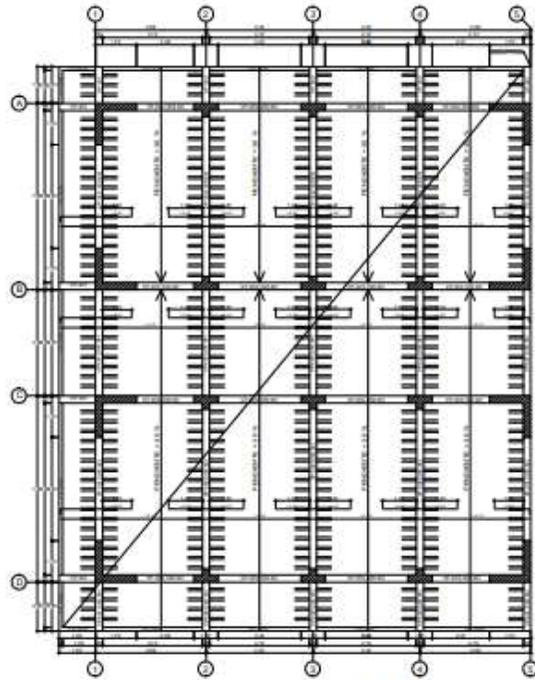
FECHA: Febrero Del 2024

ESCALA: 1 / 200

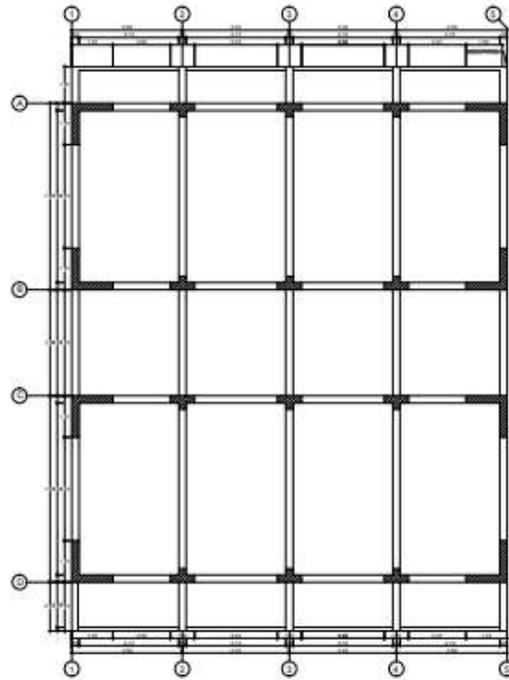
ORIENTACIÓN:



PLANO: EA 04



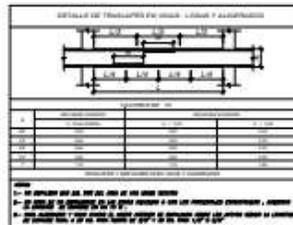
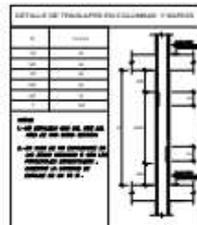
ALIGERADO - CUARTO NIVEL  
ESC. 1/50



ALIGERADO - AZOTEA  
ESC. 1/50

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR
1	ACERO PARA ARMADO	TONELADAS	120	120
2	CONCRETO	M <sup>3</sup>	1500	1500
3	FORMA	M <sup>2</sup>	2000	2000
4	ALICATA	M <sup>2</sup>	1000	1000
5	BARRO	M <sup>2</sup>	500	500
6	CEMENTO	TONELADAS	50	50
7	AGUILLAS	TONELADAS	10	10
8	ALAMBRE	TONELADAS	5	5
9	ALICATA	M <sup>2</sup>	1000	1000
10	BARRO	M <sup>2</sup>	500	500
11	CEMENTO	TONELADAS	50	50
12	AGUILLAS	TONELADAS	10	10
13	ALAMBRE	TONELADAS	5	5

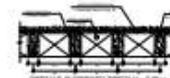


**DETALLE TÍPICO DE ALIGERACIONES**

TIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR
1	ALIGERADO	M <sup>2</sup>	1000	1000
2	ALIGERADO	M <sup>2</sup>	500	500
3	ALIGERADO	M <sup>2</sup>	200	200
4	ALIGERADO	M <sup>2</sup>	100	100
5	ALIGERADO	M <sup>2</sup>	50	50
6	ALIGERADO	M <sup>2</sup>	20	20
7	ALIGERADO	M <sup>2</sup>	10	10
8	ALIGERADO	M <sup>2</sup>	5	5
9	ALIGERADO	M <sup>2</sup>	2	2
10	ALIGERADO	M <sup>2</sup>	1	1



DETALLE TÍPICO DE ENTRENQUE EN  
MURDO DE VIGA - COLUMNA



DETALLE ALIGERADO TÍPICO H=0.20m



DETALLE LOSA MACISA H=0.20m



DETALLE ENTRENQUE DE VIGUETA



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
JAÉN

FACULTAD  
DE  
INGENIERÍA  
ESCUELA  
PROFESIONAL  
DE  
INGENIERÍA  
CIVIL

TESISTAS:  
BACH. Marilú Flores  
Guerrero

BACH. Códjar  
Carrasco Becerra

PLANO:  
Aligerado

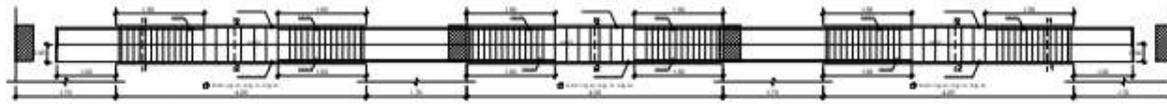
FECHA:  
Febrero Del 2024

ESCALA:  
1 / 200

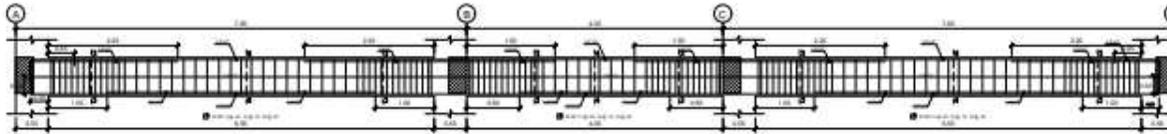
ORIENTACIÓN:



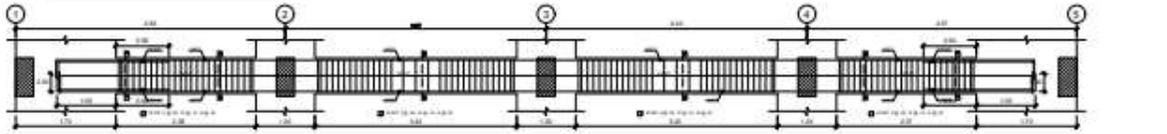
PLANO:  
**EA  
05**



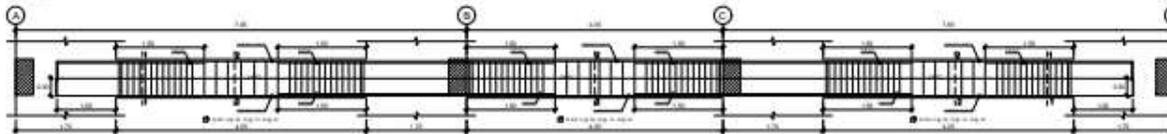
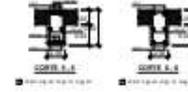
DETALLE DE VIGA VP-101 (20 X 40) S.1, S.2 Y S.3 / TRAMO A-2



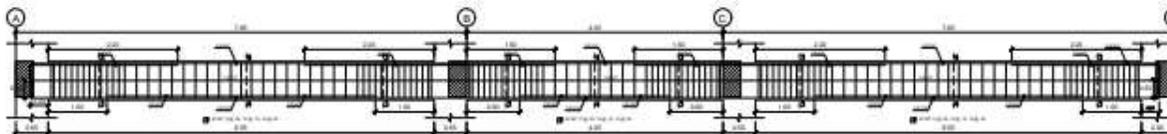
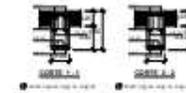
DETALLE DE VIGA VP-102 (20 X 40) S.1, S.2 Y S.3 / TRAMO A-2



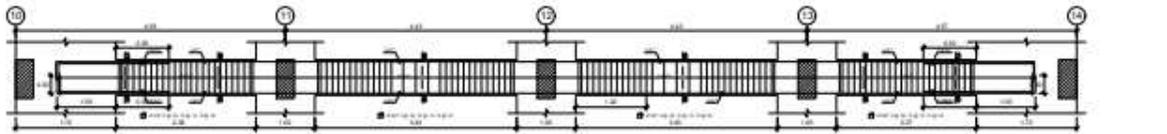
DETALLE DE VIGA VP-103 (20 X 40) S.1, S.2 Y S.3 / TRAMO A-2



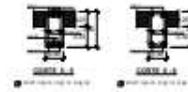
DETALLE DE VIGA VP-104 (20 X 40) S.1, S.2 Y S.3 / TRAMO A-2



DETALLE DE VIGA VP-105 (20 X 40) S.1, S.2 Y S.3 / TRAMO A-2



DETALLE DE VIGA VP-106 (20 X 40) S.1, S.2 Y S.3 / TRAMO A-2



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
JAÉN

FACULTAD  
DE  
INGENIERÍA  
ESCUELA  
PROFESIONAL  
DE  
INGENIERÍA  
CIVIL

TESISTAS:  
BACH. Marilú Flores  
Guerrero  
BACH. Cédar  
Carrasco Becerra

PLANO:  
Vigas

FECHA:  
Febrero Del 2024

ESCALA:  
1 / 200

ORIENTACIÓN:



PLANO:  
**EV  
06**





UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
JAÉN

FACULTAD  
DE  
INGENIERÍA  
ESCUELA  
PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA  
CIVIL

TESISTAS:  
BACH. Marilú Flores  
Guerrero

BACH. Cédar  
Carrasco Becerra

PLANO:  
Vigas

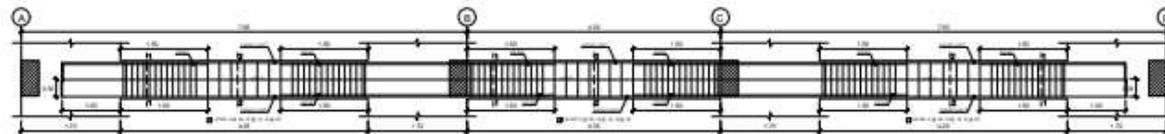
FECHA:  
Febrero Del 2024

ESCALA:  
1 / 200

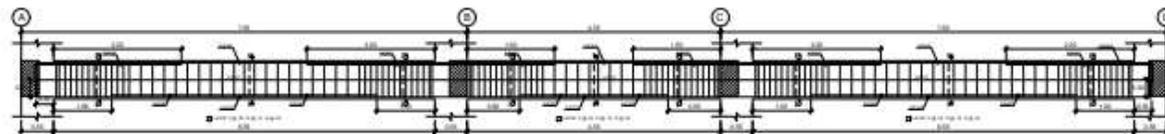
ORIENTACIÓN:



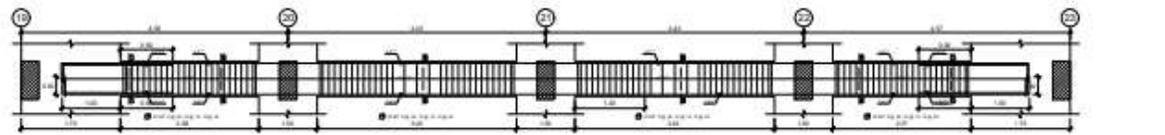
PLANO:  
**EV**  
**07**



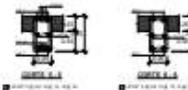
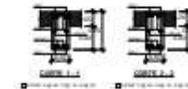
DETALLE DE VIGA VP-107 (L.R.E. BE) E 10 Y 21 / TRAMO A-B



DETALLE DE VIGA VP-107 (L.R.E. BE) E 10 Y 21 / TRAMO B-C



DETALLE DE VIGA VP-107 (L.R.E. BE) E 10 Y 21 / TRAMO C-D





UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
JAÉN

FACULTAD  
DE  
INGENIERÍA  
ESCUELA  
PROFESIONAL  
DE  
INGENIERÍA  
CIVIL

TESISTAS:

BACH. Marilú Flores  
Guerrero

BACH. Cédar  
Carrasco Becerra

PLANO:

Vigas

FECHA:

Febrero Del 2024

ESCALA:

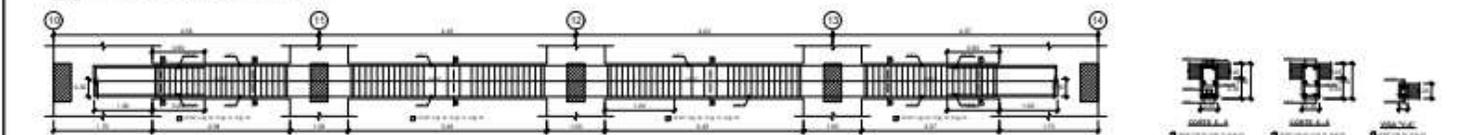
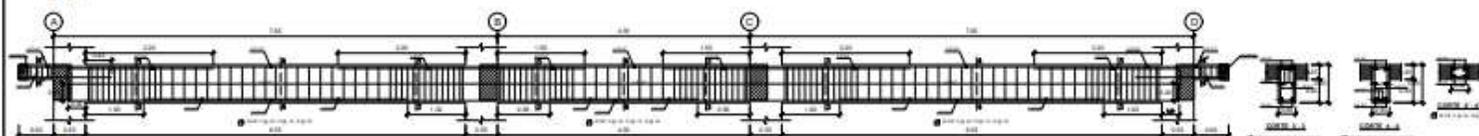
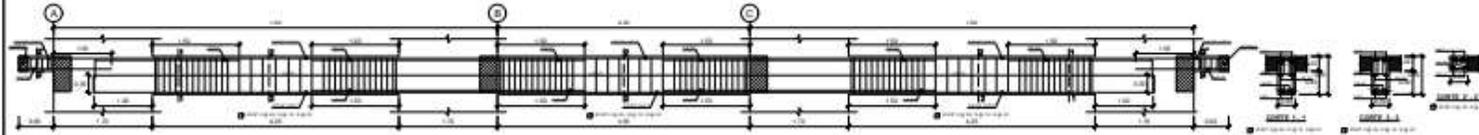
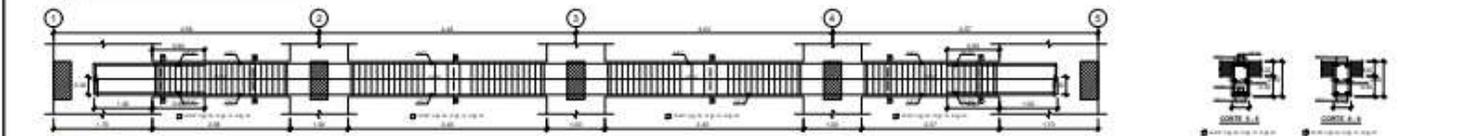
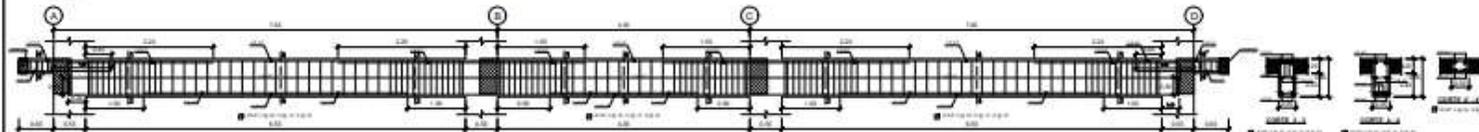
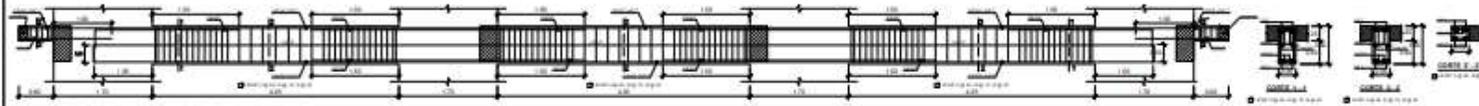
1/200

ORIENTACIÓN:



PLANO:

**EV  
08**





UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
JAÉN

FACULTAD  
DE  
INGENIERÍA  
ESCUELA  
PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA  
CIVIL

TESISTAS:  
BACH. Marilú Flores  
Guerrero

BACH. Códar  
Carrasco Becerra

PLANO:  
Vigas

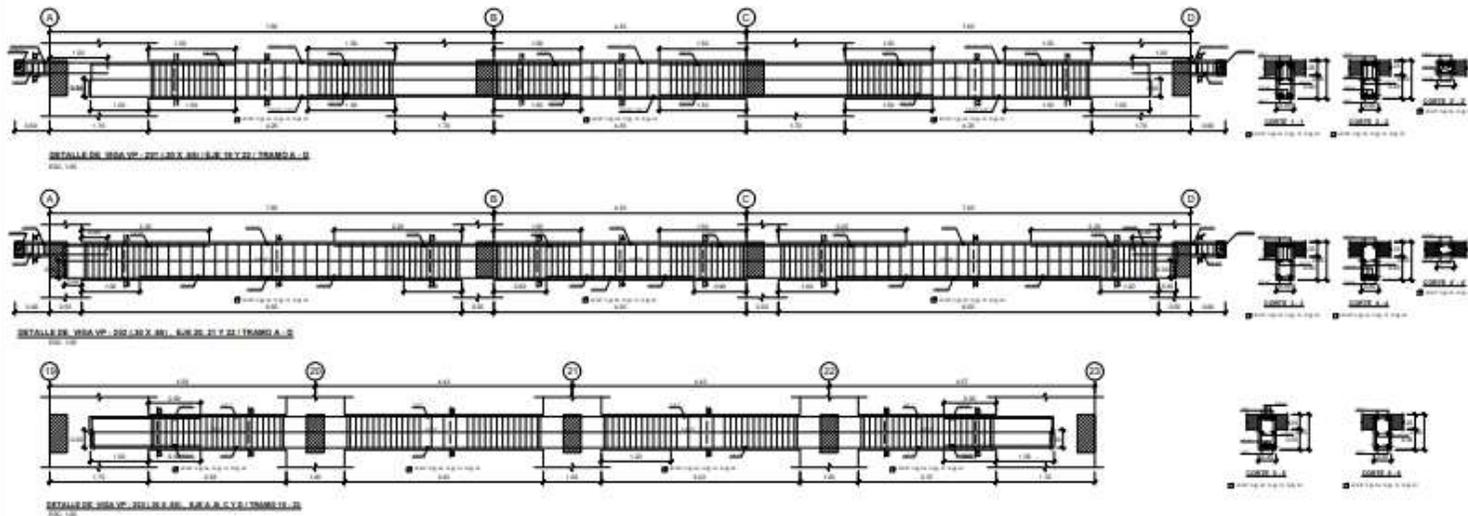
FECHA:  
Febrero Del 2024

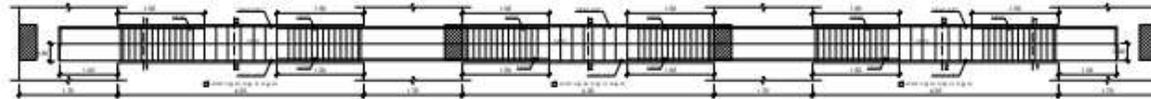
ESCALA:  
1/200

ORIENTACIÓN:

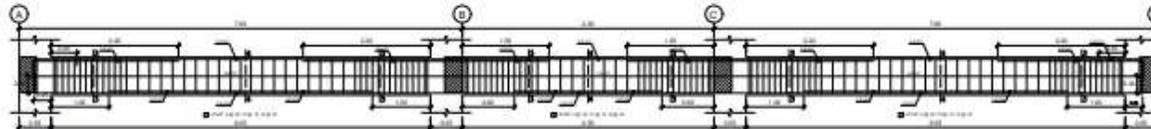
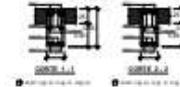


PLANO:  
**EV**  
**09**

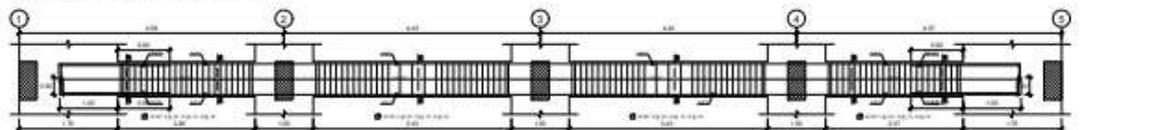
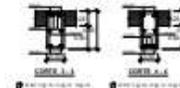




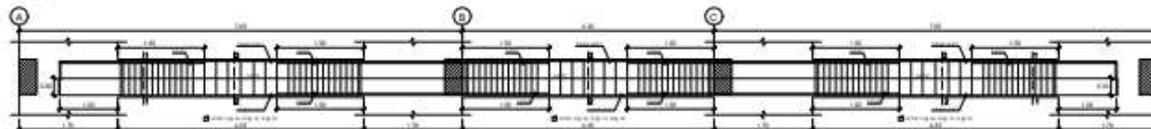
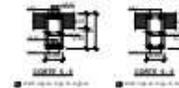
DETALLE DE VIGA VP-20 (20.0.001) EJE 1 Y 2 (TRAMO A-B)



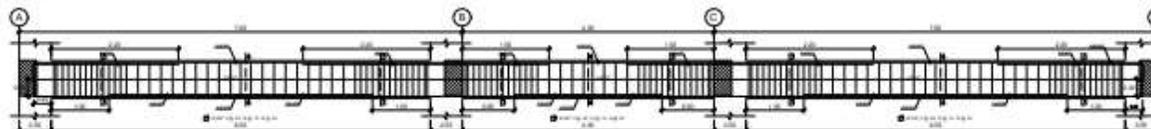
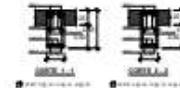
DETALLE DE VIGA VP-20 (20.0.001) EJE 1 Y 2 (TRAMO B-C)



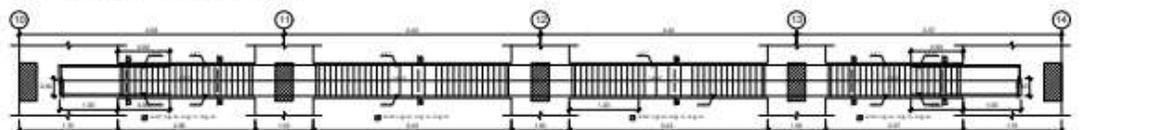
DETALLE DE VIGA VP-20 (20.0.001) EJE 1 Y 2 (TRAMO C-D)



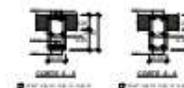
DETALLE DE VIGA VP-20 (20.0.001) EJE 1 Y 2 (TRAMO D-E)



DETALLE DE VIGA VP-20 (20.0.001) EJE 1 Y 2 (TRAMO E-F)



DETALLE DE VIGA VP-20 (20.0.001) EJE 1 Y 2 (TRAMO F-G)



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
JAÉN

FACULTAD  
DE  
INGENIERÍA  
ESCUELA  
PROFESIONAL  
DE  
INGENIERÍA  
CIVIL

TESISTAS:  
BACH. Marilú Flores  
Guerrero

BACH. Cédmar  
Carrasco Becerra

PLANO:  
Vigas

FECHA:  
Febrero Del 2024

ESCALA:  
1 / 200

ORIENTACIÓN:



PLANO:  
**EV**  
**10**



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
JAÉN

FACULTAD  
DE  
INGENIERÍA  
ESCUELA  
PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA  
CIVIL

TESISTAS:

BACH. Mariñu Flores  
Guerrero

BACH. Códar  
Carruso Becerra

PLANO:

Vigas

FECHA:

Febrero Del 2024

ESCALA:

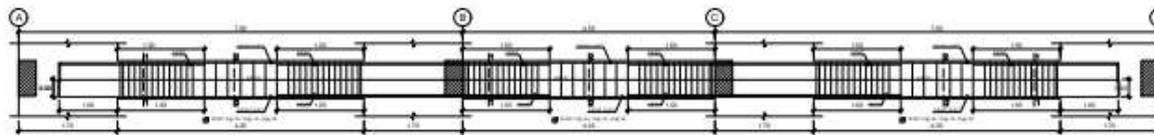
1 / 200

ORIENTACIÓN:

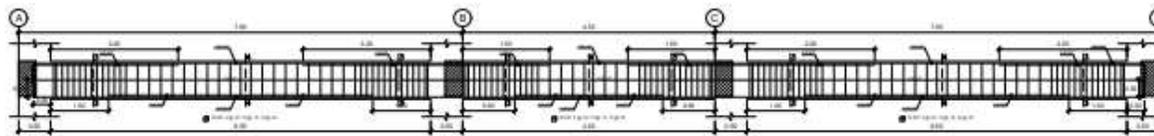
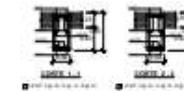


PLANO:

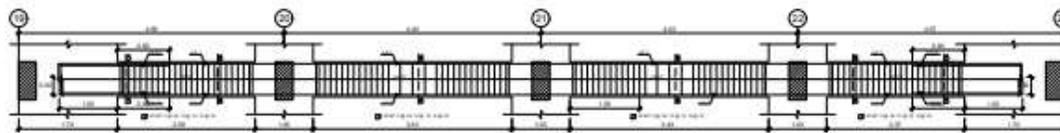
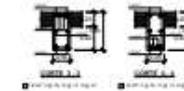
**EV**  
**11**



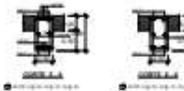
DETALLE DE VIGAS DE BARRAS DE ACERO EN TRAMO A-D  
Escala: 1/200

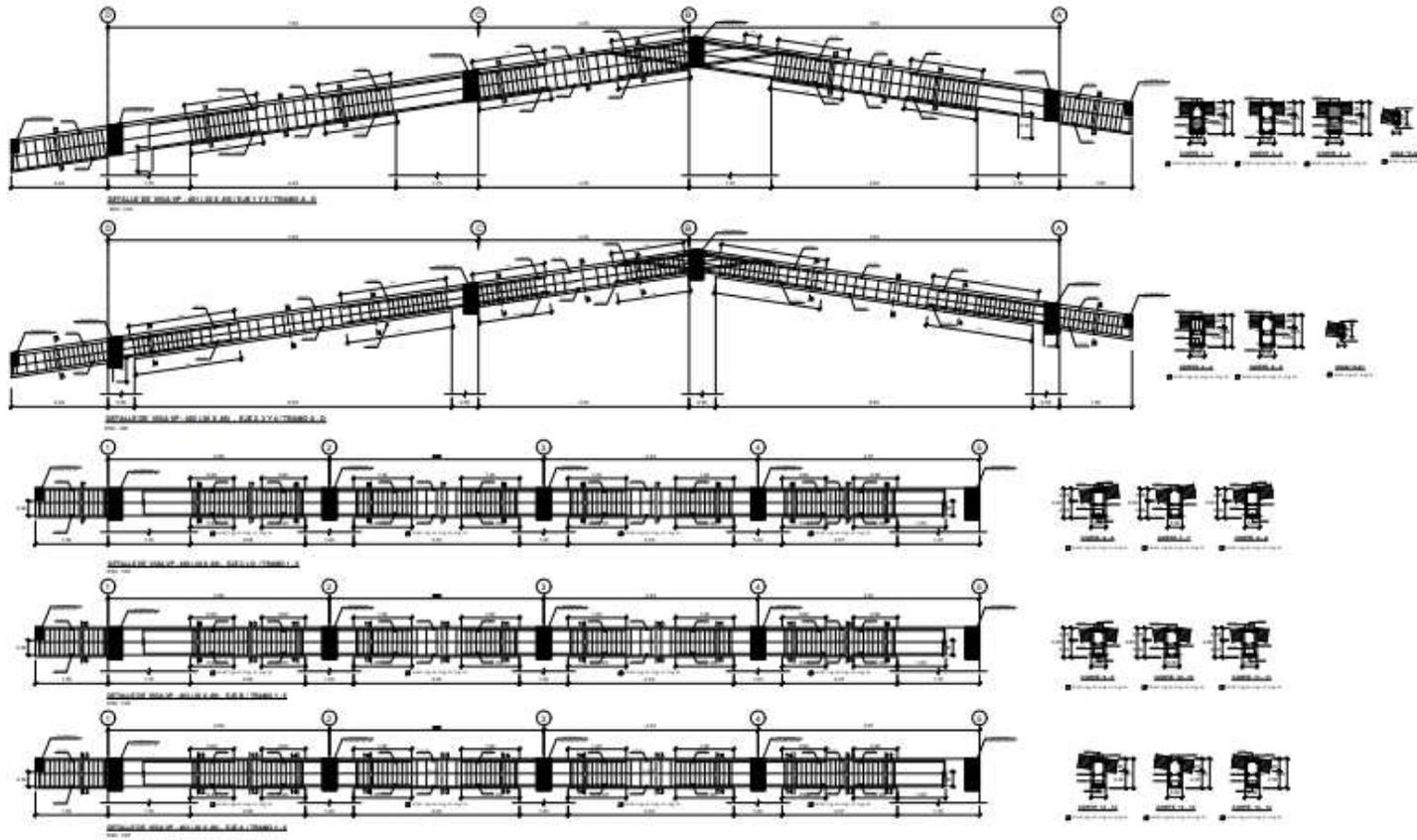


DETALLE DE VIGAS DE BARRAS DE ACERO EN TRAMO B-D  
Escala: 1/200



DETALLE DE VIGAS DE BARRAS DE ACERO EN TRAMO C-F  
Escala: 1/200





UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
JAÉN

FACULTAD  
DE  
INGENIERÍA  
ESCUELA  
PROFESIONAL  
DE  
INGENIERÍA  
CIVIL

TESISTAS:  
BACH. Marilú Flores  
Guerrero  
  
BACH. Códar  
Carrasco Becerra

PLANO:  
Vigas

FECHA:  
Febrero Del 2024

ESCALA:  
1 / 200



PLANO:  
**EV**  
**12**



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
JAÉN

FACULTAD  
DE  
INGENIERÍA  
ESCUELA  
PROFESIONAL  
DE  
INGENIERÍA  
CIVIL

TESISTAS:  
BACH. Mariú Flores  
Guerrero

BACH. Cédar  
Camacho Becerra

PLANO:  
Vigas

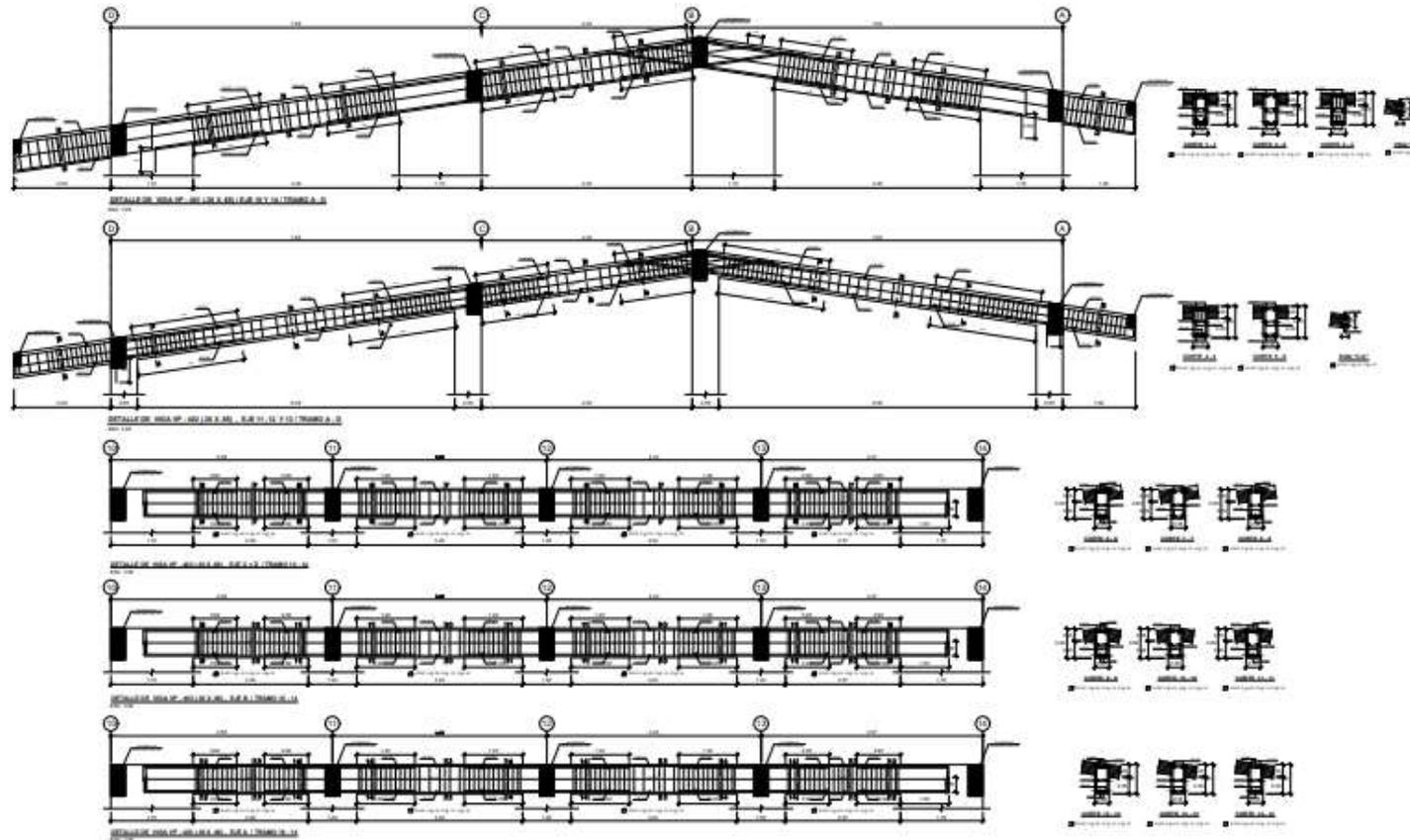
FECHA:  
Febrero Del 2024

ESCALA:  
1 / 200

ORIENTACIÓN:



PLANO:  
**EV**  
**13**





UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
JAÉN

FACULTAD  
DE  
INGENIERÍA  
ESCUELA  
PROFESIONAL  
DE  
INGENIERÍA  
CIVIL

TESISTAS:

BACH. Marilú Flores  
Guerrero

BACH. Cédar  
Carrasco Becerra

PLANO:

Vigas

FECHA:

Febrero Del 2024

ESCALA:

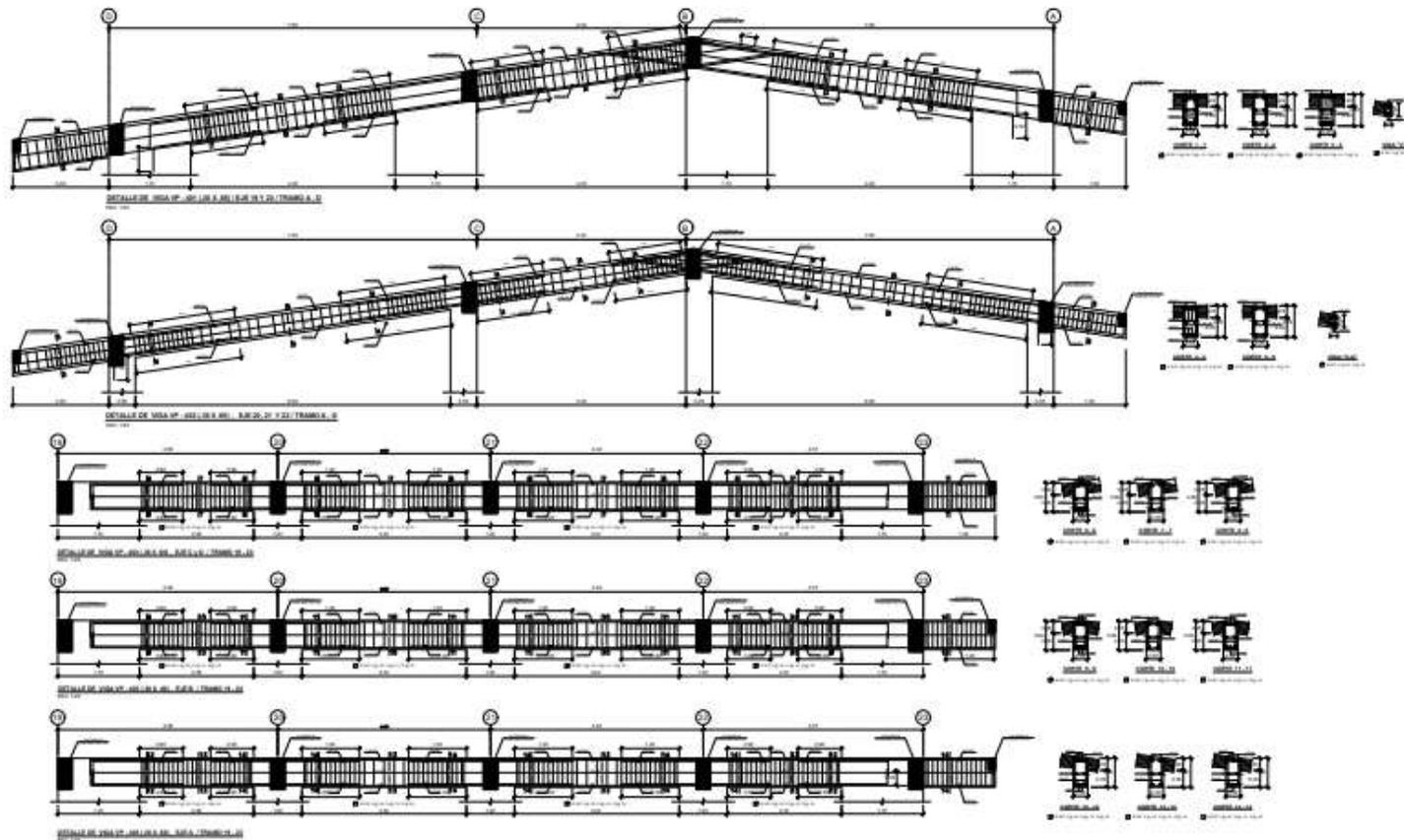
1 / 200

ORIENTACIÓN:

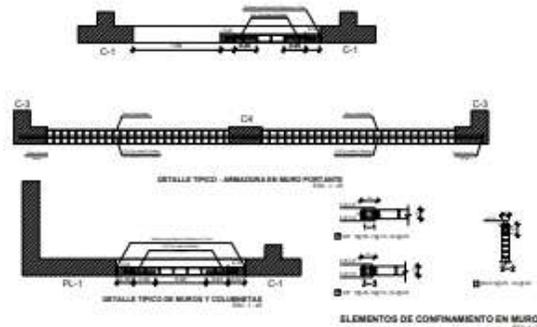
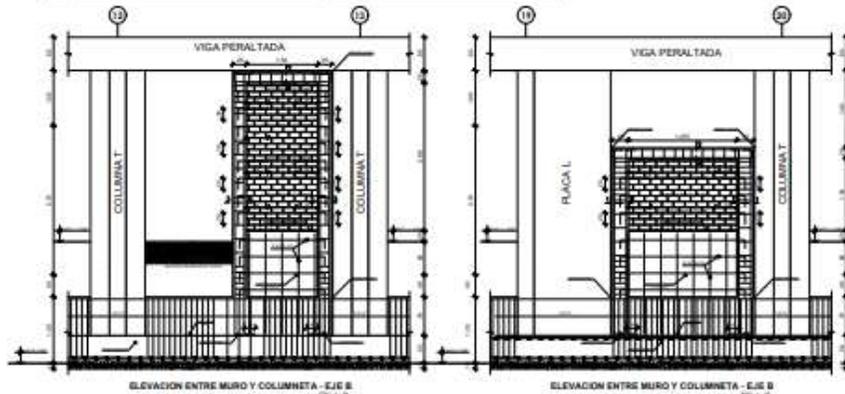
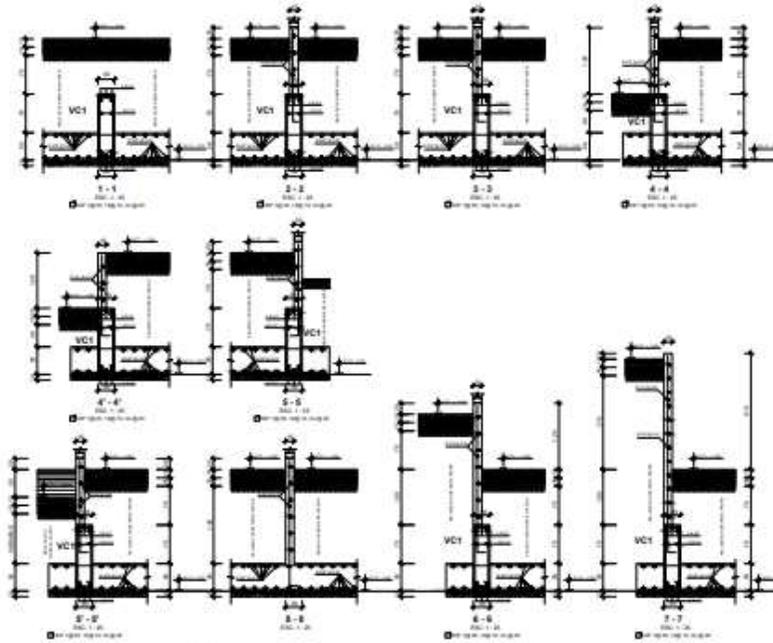


PLANO:

**EV  
14**



CUADRO DE COLUMNAS			
PLANTA	Sección A-A	Sección B-B	Sección C-C
PL1			
PL2			
C1			
C2			
C3			
C4			
C5			
C6			



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESISTAS:  
BACH. Mariñu Flores Guerrero  
BACH. Cédar Carrasco Becerra

PLANO: Columnas, placas y muros

FECHA: Febrero Del 2024

ESCALA: Indicada

ORIENTACIÓN:



PLANO: **EC 15**

