

NOMBRE DEL TRABAJO

DESEMPEÑO ESTRUCTURAL DEL MÓDULO I DEL COLEGIO COLOSO Y EMBLEMÁTICO JAÉN DE BRACAMOROS, UTILIZANDO E

AUTOR

Maykol Jairo Oliva Alejandría Kevin Jhordi Solis Tapia

RECUENTO DE PALABRAS

12642 Words

RECUENTO DE CARACTERES

69601 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

94 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

5.8MB

FECHA DE ENTREGA

Aug 20, 2024 12:17 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Aug 20, 2024 12:18 PM GMT-5

● **16% de similitud general**

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

- 15% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 8% Base de datos de trabajos entregados
- 1% 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)

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

2

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**UNIVERSIDAD
NACIONAL DE JAÉN**

**DESEMPEÑO ESTRUCTURAL DEL MÓDULO I DEL
COLEGIO COLOSO Y EMBLEMÁTICO JAÉN DE
BRACAMOROS, UTILIZANDO EL ANÁLISIS
ESTÁTICO NO LINEAL**

13

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

Autores: Bach. Maykol Jairo Oliva Alejandría
Bach. Kevin Jhordi Solis Tapia

Asesor: M. Sc. Marcos Antonio Gonzales Santisteban

1
Línea de Investigación: LI_IC_01 Estructuras

JAÉN – PERÚ

Agosto, 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**UNIVERSIDAD
NACIONAL DE JAÉN**

**DESEMPEÑO ESTRUCTURAL DEL MÓDULO I DEL
COLEGIO COLOSO Y EMBLEMÁTICO JAÉN DE
BRACAMOROS, UTILIZANDO EL ANÁLISIS
ESTÁTICO NO LINEAL**

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

Autores: Bach. Maykol Jairo Oliva Alejandría
Bach. Kevin Jhordi Solis Tapia

Asesor: M. Sc. Marcos Antonio Gonzales Santisteban

¹ Línea de Investigación: LI_IC_01 Estructuras

JAÉN – PERÚ

Agosto, 2024

ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN.....	VII
ABSTRACT	VIII
I. INTRODUCCIÓN.....	9
1.1. Descripción de la realidad Problemática	9
1.2. Justificación	10
1.3. Hipótesis	11
1.4. Objetivos.....	11
1.4.1. Objetivos generales.....	11
1.4.2. Objetivos específicos	11
1.5. Antecedentes de la investigación.....	12
1.5.1. Internacionales	12
1.5.2. Nacionales.....	13
1.5.3. Regional y/o Local.....	15
II. MATERIAL Y MÉTODOS	18
2.1. Descripción del módulo 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. Tipos de investigación	19
2.6. Técnica.....	20
2.7. Análisis de datos	20
2.8. Procedimiento del modelado del módulo I.....	20
2.8.1. Procedimiento para determinar los desplazamientos máximos.....	22
2.8.1.1. Diseño preliminar	22
2.8.1.2. Análisis estático.....	30
2.8.1.3. Análisis dinámico	32
2.8.2. Procedimiento para identificar las rótulas plásticas.....	36
2.8.2.1. Análisis estático no lineal - PUSHOVER	36

2.8.2.2. Modelos de comportamiento no lineal del material	36
2.8.2.3. Vigas de concreto armado	38
2.8.2.4. Columnas de concreto armado	39
2.8.2.5. Muros de corte.....	40
2.8.2.6. Patrón de carga gravitacional	41
2.8.3. Procedimiento establecer el punto de desempeño	45
2.8.3.1. Curva de capacidad	45
2.8.4. Punto de desempeño	47
III. RESULTADOS	50
3.1. Hallar los desplazamientos máximos del módulo I del colegio Coloso y Emblemático Jaén de Bracamoros.....	50
3.1.1. Cálculo de las derivas y desplazamientos.....	50
3.2. Identificar las rótulas plásticas de la estructura en la edificación del módulo I del colegio Coloso y Emblemático Jaén de Bracamoros.	53
3.3. Establecer el punto de desempeño del módulo I del colegio Coloso y Emblemático Jaén de Bracamoros.	55
IV. DISCUSIÓN	59
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	61
5.1. Conclusiones.....	61
5.2. Recomendaciones	62
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
AGRADECIMIENTO.....	67
DEDICATORIA.....	68
ANEXOS	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Dimensiones de las columnas y muros estructurales del módulo I	23
Tabla 2. Dimensiones de las vigas estructurales del módulo I	26
Tabla 3. Parámetros sísmicos de la edificación	30
Tabla 4. Modos de vibración	32
Tabla 5. Cortante en la base vs Desplazamiento en la dirección X	45
Tabla 6. Cortante en la Base Vs Desplazamiento en la dirección Y	46
Tabla 7. Parámetros calculados para encontrar el punto de desempeño en X	48
Tabla 8. Parámetros calculados para encontrar el punto de desempeño en Y	48
Tabla 9. Derivas en la dirección X-X del módulo I	50
Tabla 10. Derivas en la dirección Y-Y del módulo I	51
Tabla 11. Resumen de columnas donde se generan las rótulas plásticas	53
Tabla 12. Resumen de vigas donde se generan las rótulas plásticas	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista 3D del módulo I del Coloso y Emblemático Jaén de Bracamoros	18
Figura 2. Definición de propiedades del concreto	22
Figura 3. Definición de propiedades del acero	23
Figura 4. Características de la columna C17-I rectangular (100x25).....	24
Figura 5. Características de la columna C19-I en T (100x75x25).....	24
Figura 6. Características de la columna C20-I en L (60x75x25).....	25
Figura 7. Características de la columna C21-I rectangular (60x25).....	26
Figura 8. Acero en la V-101 25x60 (1 y 2 nivel).....	27
Figura 9. Acero en la V-102 25x60 (1 y 2 nivel).....	27
Figura 10. Acero en la V-103 25x60 (1 y 2 nivel).....	28
Figura 11. Detalle de losa aligerada.....	28
30 Figura 12. Vista en planta del nivel 1 de la estructura	29
Figura 13. Vista en elevación de la estructura	29
Figura 14. Definición de los patrones de carga	30
Figura 15. Peso sísmico en la edificación.....	31
Figura 16. Definición de los desplazamientos en X e Y.....	31
Figura 17. Espectro de diseño X-X.....	33
Figura 18. Espectro de diseño Y-Y.....	34
Figura 19. Definición de los casos de carga de sismos dinámicos	35
Figura 20. Definición del sismo dinámico en X	35
Figura 21. Definición del sismo dinámico en Y	36
Figura 22. Parámetros no lineales para concreto	37
Figura 23. Modelo de esfuerzo – deformación según Park	38
12 Figura 24. Asignación de rótulas plásticas en vigas	39
Figura 25. Asignación de rótulas plásticas en columnas	40
Figura 26. Asignación del refuerzo en los muros de corte	41
Figura 27. Definición de la carga gravitacional no lineal.....	42
Figura 28. Definición del Pushover X	43
Figura 29. Definición del Pushover Y	44
Figura 30. Curva de capacidad en la dirección X.....	46
5 Figura 31. Curva de capacidad en la dirección Y	47

Figura 32. Derivas en la dirección X-X.....	51
Figura 33. Derivas en la dirección Y-Y.....	52
Figura 34. Primeras rótulas generadas en las columnas	53
Figura 35. Generación de rótulas en vigas y columnas	54
Figura 36. Curva de capacidad en la dirección X.....	55
Figura 37. Curva de capacidad en la dirección Y.....	56
Figura 38. Punto de desempeño en la dirección X	57
Figura 39. Punto de desempeño en la dirección Y	58

RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo evaluar el desempeño estructural del módulo I del colegio coloso y emblemático Jaén de Bracamoros, utilizando el análisis estático no lineal. La metodología descriptiva cuantitativa utilizada fue la del Pushover, donde se empleó la normativa internacional ASCE-41 (Sociedad Americana de Ingenieros Civiles). Entre los resultados se tuvo que, las derivas en la dirección X – X y Y-Y en el primer piso fueron de 0,001948 y 0,000387 y en el segundo piso de 0,001613 y 0,000123 respectivamente, cumpliendo para ambos casos con el límite de ser menor a 0,007 según la norma E.030-2018, así mismo se observó que las primeras rótulas plásticas que se dieron en las columnas, han sido en las columnas C19-I entre los ejes: Eje A – Eje 2, Eje A – Eje 3, Eje A – Eje 4, Eje A – Eje 5; y la columna C17 entre los ejes: Eje B – Eje 2, Eje B – Eje 3, Eje B – Eje 4, Eje B – Eje 5 del primer nivel de la edificación; de otro lado el punto de desempeño de la estructura, fueron las cortantes en el eje X y eje Y de 274,36 tonf y 199,26 tonf. y desplazamientos de 0,06947 m y 0,044 m respectivamente. Se concluyó que la estructura resistiría entre un sismo severo, lo cual está en el rango operacional, cumpliendo con los requisitos de desempeño sísmico establecidos.

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

ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate the structural performance of module I of the colossal and emblematic Jaén de Bracamoros school, using nonlinear static analysis. The quantitative descriptive methodology used was that of Pushover, where the international standard ASCE-41 (American Society of Civil Engineers) was used. Among the results, the drifts in the X - X and Y-Y direction in the second floor were 0,001948 and 0,000387 and in the second floor 0,001613 and 0,000123 respectively, complying for both cases with the limit of being less than 0,007 according to the E.030-2018 standard, likewise it was observed that the first plastic hinges that occurred in the columns have been in columns C19-I between axes: Axis A - Axis 2, Axis A - Axis 3, Axis A - Axis 4, Axis A - Axis 5; and column C17 between axes: Axis B - Axis 2, Axis B - Axis 3, Axis B - Axis 4, Axis B - Axis 5 of the first level of the building; on the other hand the performance point of the structure, were the shear in the X-axis and Y-axis of 274, 36 tonf and 199,26 tonf. and displacements of 0,06947 m and 0,044 m respectively. It was concluded that the structure would resist a severe earthquake, which is in the operational range, complying with the established seismic performance requirements.

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

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción de la realidad Problemática

El diseñar una estructura es elegir el adecuado diseño en la cual haga una ficción realista de esta para la consigna de mejores resultados. En el mundo existen una diversidad de zonas altamente sísmicas, que hacen que las diversas estructuras presenten alta vulnerabilidad sísmica, en ese sentido la principal motivación de cualquier ingeniero estructural es diseñar una edificación que pueda hacer frente con éxito a cualquier presión sísmica que se genere, es por esto que el análisis estático no lineal se ha convertido en una herramienta destacada para el diseño adecuado de una estructura y evitar y/o reducir las consecuencias de pérdidas de vidas humanas, como se ha demostrado durante la historia (Sandeep et al. 2019).

Hablar del Perú es mencionar que el país presenta 4 zonas sísmicas, siendo la 4 que se encuentra en una zona de alta de peligrosidad sísmica, debido a la geodinámica y geomorfología del territorio, ubicado en el borde oriental de Sudamérica, en el cual la placa oceánica de Nazca está subducida abajo la Placa Continental, y que ante la liberación de energía generaría que las construcciones colapsen o se dañen, si es que estas no presentan un adecuado diseño para soportar las fuerzas externas que se generan (Instituto Geofísico del Perú, 2020). A lo largo de la historia del Perú son diversos los sismos que han dejado como saldo muchas edificaciones destruidas y pérdidas de vidas humanas recayendo a la responsabilidad al mal comportamiento sísmico de las edificaciones, asimismo se presenta énfasis en la evaluación de edificaciones para verificar su comportamiento. (Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigaciones de Desastres–CISMID, 2013)

En el ámbito local la problemática no es ajena, puesto que la ciudad de Jaén se encuentra ubicado en la Zona sísmica 2, el cual le corresponde un factor de zona $Z=0,25$, por la cual se espera aceleraciones en el suelo de 245,17 cm/seg, y esta susceptibilidad de que en algún momento se presente liberación de energía considerables (Reglamento nacional de edificaciones, 2018). Y de darse serian innumerables las destrucciones de diversas estructuras que en mayoría han sido construidas informalmente, careciendo de

esfuerzos necesarios para responder óptimamente, y por consiguiente dejando un sin número de pérdidas de vidas humanas (López, 2013).

Es así que, debido a causa de la deficiencia de las diversas edificaciones de diferentes categorías, ya sea por agentes externos e informalidad entre otros, se presenta la tendencia evaluar el nivel de desempeño estructural de las edificaciones y como es específicamente el módulo I del Colegio Coloso y Emblemático Jaén de Bracamoros, utilizando el análisis estático no lineal y determinar cómo se comportara ante diversos sismos.

Finalmente nos planteamos la siguiente interrogante: ¿Cuál es el nivel de desempeño estructural del módulo I del colegio coloso y emblemático Jaén de Bracamoros, utilizando el análisis estático no lineal?

1.2. Justificación

El estudio se justifica socialmente porque se tendrá un aporte mediante la evaluación del desempeño sísmico de una edificación esencial, ofreciendo solución a las demandas de la sociedad presente y futuras del comportamiento de una estructura frente a diversos de sismos futuros, sirviendo como fuente referencial para la toma de acciones preventivas.

Se justifica teóricamente porque debido al análisis estático no lineal se permitirá evaluar los diferentes comportamientos de los elementos estructurales y no estructurales que presenta la edificación para así poder determinar el estado en la que pueda quedar después de eventos sísmicos, y de este modo reducir la brecha preventiva ante el nivel de vulnerabilidad sísmica que pueda significar la edificación para los ocupantes.

Y su justificación práctica, porque mediante los resultados obtenidos del estudio poder tomar acciones preventivas en materia de seguridad de la edificación y de los estudiantes, mediante medidas de reforzamiento del edificio evaluado y un plan de acción para la evacuación a zonas seguras, con el único fin general de salvaguardar la vida de los ocupantes.

1.3. Hipótesis

El nivel de desempeño estructural del módulo I del colegio coloso y emblemático Jaén de Bracamoros, utilizando el análisis estático no lineal, será operacional.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivos generales

- Evaluar el desempeño estructural del módulo I del colegio coloso y emblemático Jaén de Bracamoros, utilizando el análisis estático no lineal.

1.4.2. Objetivos específicos

- Hallar los desplazamientos máximos del módulo I del colegio Coloso y Emblemático Jaén de Bracamoros.
- Identificar las rótulas plásticas de la estructura en la edificación del módulo I del colegio Coloso y Emblemático Jaén de Bracamoros.
- Establecer el punto de desempeño del módulo I del colegio Coloso y Emblemático Jaén de Bracamoros.

1.5. Antecedentes de la investigación

1.5.1. Internacionales

Afirma Segura (2021) en su investigación “Comparación del desempeño sísmico mediante Análisis Estático No Lineal (Pushover) de dos edificaciones en concreto reforzado situadas en zona de amenaza sísmica alta con grado de disipación de energía DES, diseñadas bajo los criterios del AIS 114-17 y la norma NSR-10”. El fin fue comparar el nivel de desempeño sísmico de dos edificaciones dispuestas en zonas de alto grado de amenaza sísmica. La metodología consistió en usar métodos convencionales de diseños sísmicos aplicando el método de los desplazamientos modificados presentados en ASCE/SEI. Tuvo como resultados, que la resistencia de la edificación N°1 no sufren daños estructurales llegando a un desplazamiento máximo de 6cm, y la edificación N°2 de 24 cm. Concluyó que es factible realizar el nivel de desempeño requerido y una redistribución óptima de la demanda del esfuerzo de sus componentes.

De acuerdo con Mejía y Rivera (2020) en su estudio “Análisis estático no lineal de una estructura mediante el método de control de desplazamientos”. Su fin fue realizar el Análisis estático no lineal de una estructura de múltiples niveles mediante la metodología, control de desplazamientos. Tuvo como metodología utilizar el control de desplazamientos, mediante el software Opensees que se ha empleado para simular el desempeño de los sistemas estructurales. Tuvo como resultados que usar resortes rotacionales en lugares de fluencia de los elementos no fija la estructuración de rótulas plásticas únicamente en vigas, sino también en la intersección con las columnas. Concluyó que el análisis estático no lineal es un programa que permite obtener la curva de capacidad de una edificación, con excepciones sugeridas en el FEMA 440.

Refiere Ramírez et al. (2019) en su investigación “Diagnosis and Seismic Behavior Evaluation of the Church of São Miguel de Refojos (Portugal)”. La finalidad fue evaluar el estado de conservación de la iglesia, así como la evaluación de su comportamiento estructural y comportamiento sísmico. La metodología consistió en realizar la inspección y diagnóstico, modelado numérico, análisis estructurales y la evaluación de la seguridad que se han aplicado a la iglesia. Tuvo como resultado que el análisis sísmico en la dirección positiva XX indicó una capacidad máxima igual a 0,28,

en la dirección positiva YY mostro una respuesta más rígida con una capacidad máxima igual a 0,29 mientras que en la dirección negativa YY presenta un factor de corte máximo igual a 0,24. Concluyó que la dirección longitudinal negativa YY es el más vulnerable y está asociado con el mecanismo de vuelco de la fachada principal y torres con rotación en la base.

Andrade (2018) en su investigación ¹² "Análisis estático no lineal del edificio de ingeniería civil de la Universidad Estatal del Sur de Manabí". La finalidad fue realizar el análisis estático no lineal de una estructura. Tuvo como metodología utilizar los mecanismos de fallas para que la estructura disipe energía mediante rótulas plásticas, y que por las normas del FEMA 356 y el ATC-40 se puedan analizar el nivel de desempeño de los elementos. Como resultado tuvo que el desplazamiento de la edificación en el eje X es 0,60 cm mientras que en la dirección Y es 0,69 cm y las derivas se encuentran por debajo de lo permisible. Concluyo que el modelo lineal de la edificación realizado, cumplen con el 2 % de la deriva inelástica que determina la norma ecuatoriana de la construcción.

1.5.2. Nacionales

De acuerdo con ¹⁴ Chuquicahua (2020) en su estudio "Análisis no lineal estático y dinámico de un edificio de concreto armado con disipadores de energía SLB en la ciudad de Chiclayo". El objeto fue estudiar una estructura haciendo uso de disipadores de energía SLB. En la metodología usaron la normativa peruana E.030 y el uso del software estructural SAP200. Como resultado tuvo que la resistencia de la edificación en el eje X fue de 4,08, es decir que la edificación es 4 veces fuerte y para el eje Y fue de 3,32. Concluyó que la edificación su nivel de desempeño es óptimo, con Life Safety en ambas direcciones, con esto se determina que la estructura cuenta con ductilidad global para salvar más vidas en caso de un sismo.

Afirma ² Choque y Luque (2019) en su estudio "Análisis estático no lineal y evaluación del desempeño sísmico de un edificio de 8 niveles diseñado con la norma E.030". Su objeto fue evaluar el desempeño sísmico ante distintas alternativas de estructuración y así poder evaluar y realizar una comparación de los resultados. Tuvo como metodología al análisis de pushover, el método del espectro de capacidad y el

método de coeficientes. Tuvo como resultados que el desempeño de los muros estructurales en la dirección xx con sismo frecuente fue de 554,3503 tnf, con sismo de servicio de 608,4366 tnf, con sismo de diseño de 692,5802 tnf y para un sismo máximo de 710,4073 tnf y en la dirección yy el sismo frecuente fue de 520,8400 tnf, con sismo de servicio fue de 584,2405 tnf, con sismo de diseño de 685,3624 tnf y el sismo máximo de 705,9056 tnf. Concluyo que la estructura no cumple con el objetivo planteado, ya que la estructura aporticada en el sismo frecuente está dentro del rango no lineal.

Afirma ³Correa (2019) en su tesis “Análisis estático no lineal aplicado al diseño sismorresistente del bloque N° 02 de aulas del Colegio Militar Elías Aguirre – Chiclayo”. El objeto fue aplicar el método pushover a un bloque de un IE. Tuvo como metodología la aplicación del método pushover en el software Etabs v16 v.a. para luego interpretar datos en hojas de cálculo Excel. Como resultado tuvo que el desplazamiento de la edificación fue de 0,006 cm en la dirección X. Concluyó que el nivel de desempeño sísmico de la estructura fue operacional a totalmente operacional.

Afirma ²Chavesta (2019) en su investigación “Análisis estático no lineal para estimar el desempeño sísmico de una estructura aporticada de 5 pisos en la ciudad de Lima”. El objetivo fue analizar una edificación aporticada de 5 niveles mediante la metodología pushover. La metodología consistió en utilizar la norma peruana E.030 y el análisis estático no lineal bajo el punto de vista aplicativo y descriptivo. Entre los resultados tuvo una fuerza cortante de 541,23 ton y un desplazamiento máximo de 2,8 cm, asimismo la curva de capacidad desciende al obtener una fuerza cortante de colapso de 698,87 ton. Concluyó que el edificio tiene un nivel de desempeño de Seguridad de Vida.

Y finalmente afirma Gresia (2019) en su ²⁷tesis “Evaluación y comparación del desempeño sísmico de 3 edificaciones duales de concreto armado de diferentes alturas”. El objeto fue analizar y verificar el desempeño sísmico de tres edificaciones duales de concreto de 6, 10 y 15 pisos las cuales mantenían características similares. La metodología fue aplicar método del diseño por resistencia. Tuvo como resultado que en las direcciones “x” e “Y” los edificios cumplen con el objetivo de desempeño según

VISIÓN 2000 (SEAOC, 1995). Concluyó que la estructura presenta un resguardo de vida para sismos de diseño y desempeño con lo decretado en la NTP.

1.5.3. Regional y/o Local

Según Julca (2023), En su investigación “Nivel de Desempeño Sísmico del Bloque" B1" de la IE Fe y Alegría N° 22 San Luis Gonzaga de la Ciudad de Jaén, 2022”. Su objeto fue buscar obtener el nivel de desempeño sísmico de esta estructura. Como metodología empleó la técnica de los coeficientes propuestos y avalado por el ASCE 41-17. Entre los resultados tuvo que la estructura ingresa en la región inelástica. Concluyó que el nivel de desempeño ante un sismo raro fue de control de daños.

De acuerdo con Barboza y Cardozo (2022) en su estudio “Evaluación Estructural Sismorresistente del Bloque C de la Institución Educativa Emblemática Jaén de Bracamoros Empleando la Norma Técnica E. 030, Jaén–2021”. La finalidad fue realizar la evaluación estructural sismorresistente de un bloque de una IE. Tuvo como metodología en realizar el modelamiento estructural en el programa Etabs. Entre los resultados tuvo que la edificación tuvo un sistema estructural de sistema aporticado en el eje X y un sistema dual en el eje Y, siendo no presenta irregularidad en ningún eje, presentando un buen rango de periodo de 0,436 segundos, con derivas inferiores a lo establecido en la norma en ambos ejes y la fuerza cortante mínima solamente cumple en la dirección X. Concluyó que la estructura es capaz de resistir un evento sísmico moderado.

Afirma Guerrero (2021) en su estudio “Evaluación estructural del bloque" B1" de la IE Jaén de Bracamoros de la ciudad de Jaén, 2019”. Tuvo como objetivo realizar el análisis estructural del bloque B1 de una IE. Tuvo como metodología el modelamiento estructural mediante el programa Etabs. Entre los resultados tuvo que las derivas de entrepiso son menores al 50% del límite permisible de la norma, asimismo que el muro de concreto armado M-2 tuvo baja resistencia al cortante actuante ($\emptyset V_n < V_u$) y que las fisuras dadas por sismos no afectan la resistencia ni rigidez de elementos estructurales. Concluyó la estructura cumple con los requisitos de la norma E.030-2018, sin embargo, no los mínimos parámetros de resistencia de la norma E.060-2009, siendo así que el edificio presenta un inadecuado comportamiento estructural.

De acuerdo con ² Saldaña (2020) en su investigación “Nivel de desempeño sísmico de las viviendas proyectadas para el año 2017-2018 en la ciudad de Cajamarca”. El fin fue hallar los espectros de aceleraciones para los distintos grados de sismos establecidos por el comité VISIÓN 2000. Tuvo como metodología el análisis estático no lineal, normativa del comité VISIÓN 2000 y el uso del software ETABS v.17. Entre los resultados tuvo que las edificaciones analizadas no logran satisfacer el desempeño ante sollicitaciones sísmicas altas, perdiendo su estabilidad completamente, esto para sismos del tipo raro y muy raro. Concluyó que la demanda sísmica atendida hace variar los niveles de desempeño sísmicos de cada edificación, determinándose también que para los sismos raros y muy raros su nivel de desempeño es deficiente debido a que no se cumple con lo propuesto por el comité VISIÓN 2000.

Afirma ¹⁵ Urteaga (2019) en su investigación “Nivel de desempeño sísmico del edificio N° 01 de la institución educativa San Ramón (anexo Chontapaccha) considerando la interacción suelo estructura”. El objeto fue hallar el nivel de desempeño de un edificio, la cual ha sido rehabilitada en base a la norma FEMA 420. Tuvo como metodología el uso de la normativa FEMA 420 y la ATC – 40 para determinar el nivel en que se encuentra la estructura. Tuvo resultado que la edificación cuenta con una ductilidad dentro del rango de la FEMA 420, desde 5,47 a 6,78, deduciendo que la estructura ha presentado deformaciones que superan límite elástico sin disminuir su rigidez. Concluyó que la edificación estudiada, según el FEMA – 420 se encuentra en el nivel de desempeño de seguridad vida y que basándose en el ATC-40 presenta un nivel de desempeño de seguridad limitada SP-4.

Refiere Cerquín (2019) en su investigación ³ “Nivel de desempeño sísmico de la edificación del Instituto Superior de Educación Pública "Hno. Victorino Elorz Goicoechea" Cajamarca 2018”. Su fin fue evaluar la capacidad estructural de cada estructura de un Instituto mediante la metodología Pushover. Tuvo como metodología el uso de la normativa del SEAOC Visión 2000, el método pushover y el método de espectro de capacidad. Entre sus resultados tuvo que la capacidad estructural más baja se presenta en los pabellones A y B con 64,691 ton en el eje X y 38,332 ton en la dirección Y respectivamente. Concluyo que el nivel de desempeño sísmico del pabellón A, es Funcional y Seguridad de Vida; para el pabellón B, en las direcciones X e Y, el nivel de

desempeño es Seguridad de Vida y Colapso, en el pabellón C, en la dirección X, el desempeño es Operacional y Funcional y para el pabellón D, en ambas direcciones, el nivel de desempeño es Funcional, por debajo del nivel de desempeño esperado Operacional.

Barboza (2019)¹⁰ en su investigación “Desempeño sísmico del edificio Ángel Divino ubicado en la ciudad de Chota, provincia de chota, región Cajamarca”. El objetivo fue aplicar el método ATC-40, FEMA y otros, referente al análisis de pushover para evaluar una edificación. Tuvo como metodología utilizar la normativa del ATC – 40 y la utilización del software ETABS. Entre los resultados tuvo que la estructura alcanza su punto de fluencia en la dirección X con un cortante de 360,91 tonf y un desplazamiento de 10,89 cm, mientras que para el eje Y llega a la fluencia con un cortante de 141,68 tonf y un desplazamiento de 2,27 cm. Concluyo que la edificación estudiada no cumple con el objetivo principal de la norma ATC-40 ya que cuenta con un nivel de desempeño sísmico de prevención al colapso.

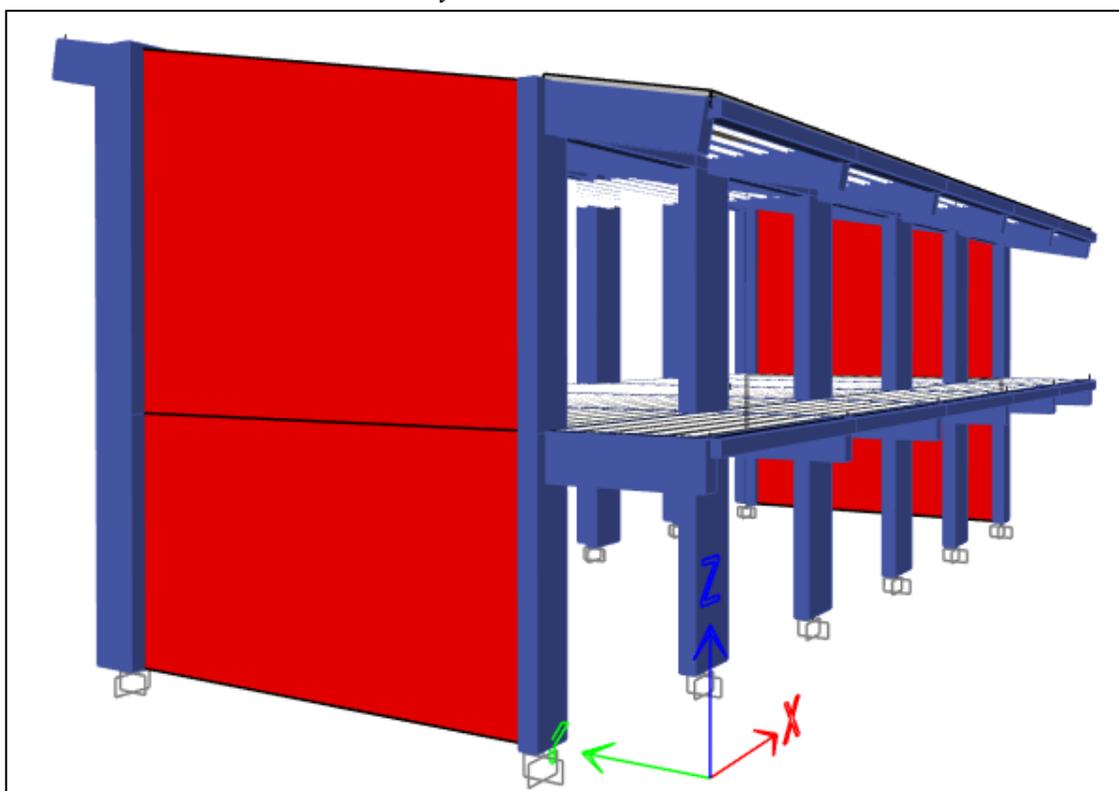
II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Descripción del módulo I

El módulo I del Coloso y Emblemático Jaén de Bracamoros presenta 2 pisos, con altura de edificación de 3,75 m por piso, área de construcción de 156,42 m² por cada piso; la edificación ha sido diseñada el año 2011 y posteriormente en el 2019 fue construida, cuenta con un sistema estructural de pórticos en la dirección X, y un sistema de muros estructurales en el Y, según los planos proporcionados por la institución educativa.

Figura 1

Vista 3D del módulo I del Coloso y Emblemático Jaén de Bracamoros



Fuente: Etabs V21.1.0

2.2. ³² Ubicación geográfica

La investigación se ha realizado en la ciudad de Jaén, provincia de Jaén, departamento de Cajamarca.

2.3. Población, muestra y muestreo

2.3.1. Población

Estuvo conformada por la infraestructura del colegio Coloso y Emblemático Jaén de Bracamoros, sabiendo que se encuentra ubicada en una zona sísmica media.

2.3.2. Muestra

La muestra lo conformará el módulo I del colegio Coloso y Emblemático Jaén de Bracamoros.

2.3.3. Muestreo

El muestreo no probabilístico es donde la elección de la muestra no depende de la probabilidad, sino de la subjetividad del investigador o lo más conveniente para el estudio (Scharager y Reyes, 2001). Es así que nuestra investigación es de tipo no probabilístico

2.4. Método

El método inductivo comienza con la observación detallada de casos particulares y, a partir de ellos, se extraen conclusiones generales que se proponen como leyes, principios o bases de una teoría. (Rodríguez, 2007). Del cual deducimos que nuestro estudio será inductivo esto debido a que partiremos de aplicar procedimientos sistemáticos de la normativa para el modelamiento de la estructura el cual nos conllevará a tener conclusiones generales de su comportamiento.

2.5. Tipos de investigación

La investigación básica, también llamada pura o teórica, se distingue por comenzar y mantenerse dentro de un marco teórico, con el objetivo de ampliar el conocimiento científico sin aplicarlo a situaciones prácticas. (Relat, 2010). Al pretender realizar un estudio evaluativo de una edificación existente mediante la aplicación de pasos sistemáticos basados en un marco teórico es que afirmamos que nuestra investigación será básica.

La investigación cuantitativa es aquel estudio donde los datos que han sido recabados y analizados son numéricos, sobre las variables de estudio (Pita y Pértegas, 2002). Al realizar el análisis estructural se recabarán datos numéricos es por ello que aludimos que nuestro estudio es de carácter cuantitativo.

En la investigación de enfoque ³⁴ no experimental el estudiador se limita a observar los acontecimientos sin intervenir en los mismos, es decir no manipula ninguna de las variables de estudio (Grajales, 2000). Es así que solo al realizar una evaluación de una estructura deducimos que nuestro estudio es de carácter no experimental.

2.6. Técnica

Se emplearon las siguientes técnicas:

- **Observación:** Consistió en realizar una visita in situ al módulo I de Coloso y Emblemático Jaén de Bracamoros y anotar toda ¹ la información necesaria para el análisis del desempeño de una edificación.
- **Modelamiento Estructural:** Se realizó una representación tridimensional del módulo I con el propósito de evaluar el comportamiento sismorresistente de la estructura y llevar a cabo un análisis estático no lineal. Para el modelado, se utilizó el software Etabs V21.1.0.

2.7. ² Análisis de datos

Se desarrolló un modelo estructural de la edificación utilizando el software ETABS (Versión 21.1.0). Inicialmente, se llevó a cabo un análisis sísmico estático y dinámico de acuerdo con lo establecido en la Norma Técnica E.030-2018. Posteriormente, se realizó un análisis estático no lineal (Pushover), en el cual el modelo estructural fue sometido a un patrón de carga lateral creciente de manera monótona hasta que la edificación alcanzó su colapso.

2.8. Procedimiento del modelado del módulo I

A continuación, se describe el procedimiento de cómo se hallaron los desplazamientos, rótulas plásticas y punto de desempeño de la edificación, para ello se

realizará el modelamiento estructural con el software Etabs V21.1.0, donde se necesitó acceso a la siguiente información:

A. Planos

Para el desarrollo del estudio se realizó una revisión de la información existente, para el cual se tuvo acceso a los planos estructurales y de arquitectura, también se contó con la especificación técnica de cada material que han sido utilizados, la cual dichos planos se encuentran en los anexos.

B. Normas

Se emplearon ²⁶ normas del Reglamento Nacional Edificaciones:

- Norma técnica E.020 – Cargas
- Norma técnica E.030 – Diseño Sismorresistente
- Norma técnica E.060 – Concreto Armado
- ASCE 41

C. Especificaciones del concreto

- ⁸ Resistencia a la Compresión ($f'c$): 210 Kg/cm²
- Módulo de Elasticidad (E): 217370,66 Kg/cm²
- Módulo de Poisson (ν): 0,15
- Peso Específico (γ_c): 2400 Kg/m³

D. Especificaciones del acero corrugado - ASTM A615 Gr60.

- fluencia (f_y): 4 200 Kg/cm²
- Módulo de Elasticidad, E: 2 000 000 Kg/cm²

E. Metrado De Cargas

Se estimó las cargas actuantes sobre los distintos elementos estructurales que conforman la edificación, para lo cual las cargas muertas, cargas vivas y cargas de sismos en X e Y estuvieron presentes en la estructura.

Para el cálculo de la CM utilizaremos lo siguiente:

- Concreto Armado 2 400 kg/m³
- Concreto Simple 2 300 kg/m³
- Albañilería de arcilla tubulares 1 350 kg/m³

- Losa Aligerada (h=0.20) 300 kg/m²
- Acabados (Piso Terminado) 100 kg/m²
- Tabiquería 1 350 kg/m³

Según la norma E.020, la CV tiene el siguiente valor:

- Aulas 250 kg/m²

2.8.1. Procedimiento para determinar los desplazamientos máximos

2.8.1.1. Diseño preliminar

Como primer paso se abrió el programa Etabs V21.1.0, donde se creó un nuevo modelamiento, donde seleccionamos el sistema internacional de unidades, seguido se asignó medidas según los planos en los diferente ejes X-X y eje Y-Y, y el número de pisos, asimismo se definió los materiales de la estructura según las especificaciones del proyecto, donde a continuación se verifica la definición de las propiedades del concreto.

Figura 2

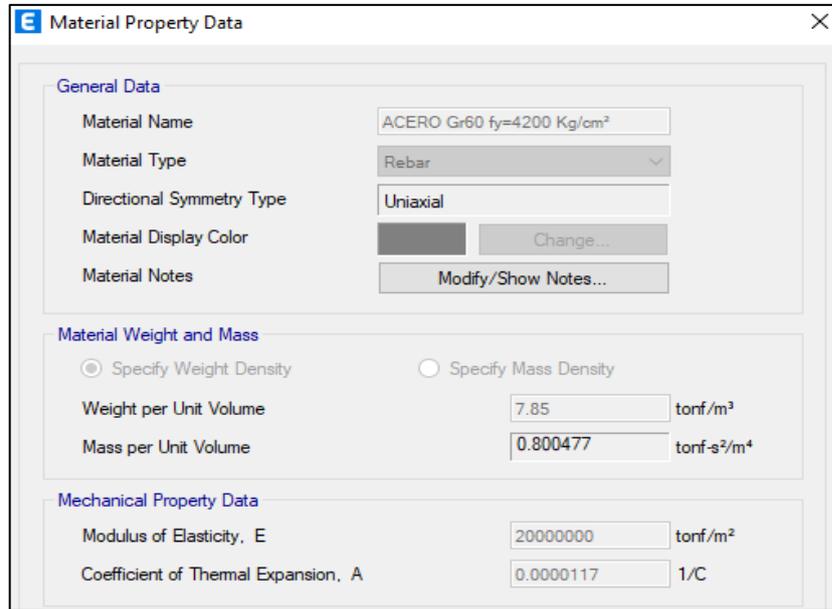
Definición de propiedades del concreto

Fuente: Etabs V21.1.0

En la figura 2, se visualiza definición de los materiales del concreto, donde presenta una resistencia $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

Figura 3

Definición de propiedades del acero



Fuente: Etabs V21.1.1.

En la figura 3, se visualiza definición de los materiales del acero, donde presenta un módulo de elasticidad de E: 2 000 0000 ton/m².

A continuación, se definió las secciones de los elementos estructurales según los planos estructurales donde se tuvo que las siguientes dimensiones de columnas:

Tabla 1

Dimensiones de las columnas y muros estructurales del módulo I

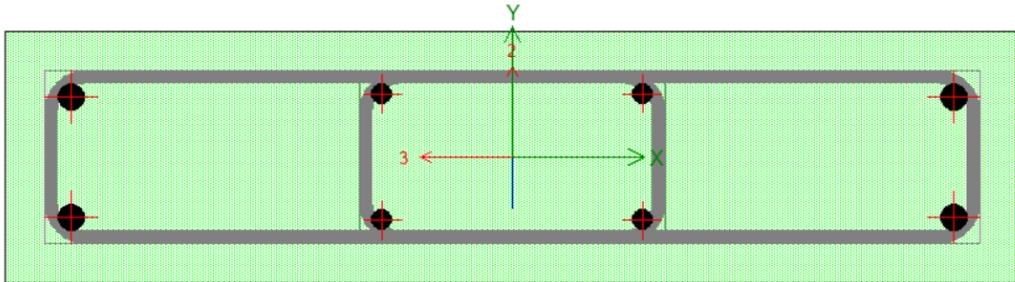
Columnas y Muros			
Tipo	Secciones	Largo (m)	Ancho (m)
Rectangular	C17	1,00m	0,25
Tee	C19-I y C19-II	Espesor = 0,25m, peralte efectivo=0,75m, ancho efectivo=1,00m, ancho del alma= 0,25m	
Ele	C20-I y C20-II	Largo = 0,6, ancho= 0,75 y ancho de alma=0,25m	
Rectangular	C21-I y C21-II	0,6	0,25
Muros estructurales	M-1 y MC-12	7,2	0,15

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 1, se visualiza las dimensiones de todas las columnas y muros estructurales que conforman la estructura del módulo I.

Figura 4

Características de la columna C17 rectangular (100X25)

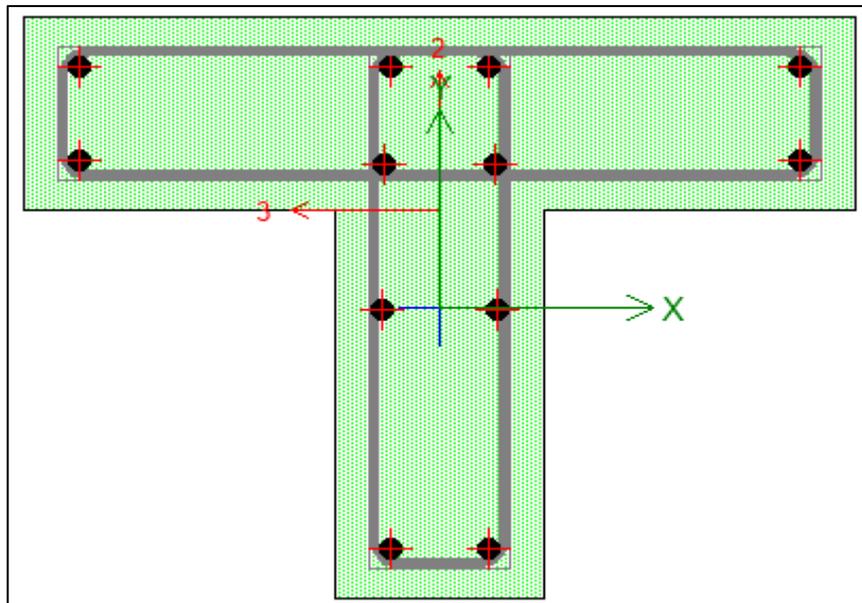


Fuente: Etabs V21.1.0.

En la figura 4, se visualiza se la sección de la columna C17 (ver anexo 11) de acuerdo a las dimensiones, asimismo se tiene la definición de los aceros según lo planos.

Figura 5

Características de la columna C19-I en T (100x75x25)

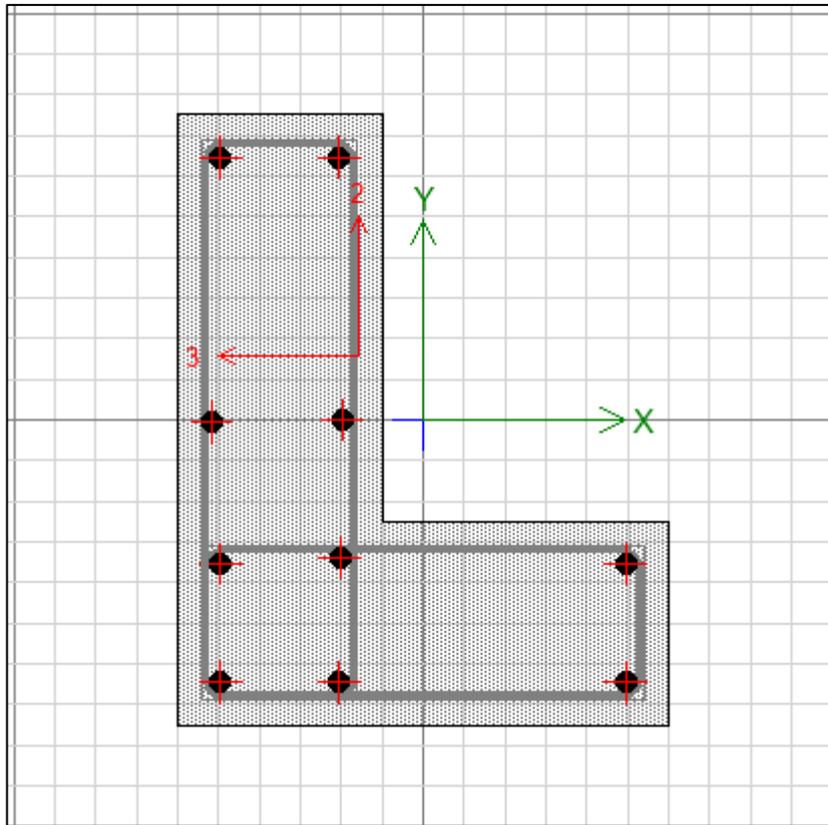


Fuente: Etabs V21.1.0.

En la figura 5, se visualiza se la sección de la columna C19-I (ver anexo 11) de acuerdo a las dimensiones, asimismo se tiene la definición de los aceros según lo planos.

Figura 6

Características de la columna C20-I en T (60x75x25)

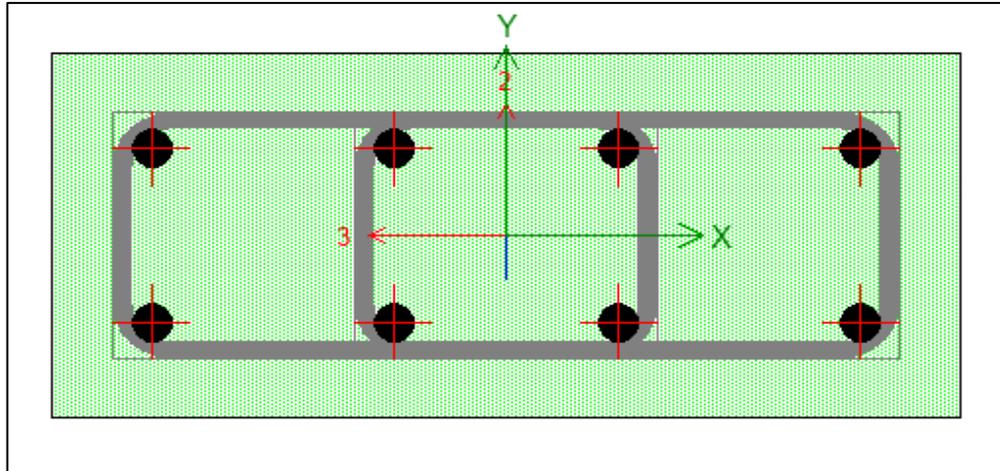


Fuente: Etabs V21.1.0

En la figura 6, se visualiza se la sección de la columna C20-I (ver anexo 11) de acuerdo a las dimensiones, asimismo se tiene la definición de los aceros según lo planos.

Figura 7

Características de la columna C21-I rectangular (60X25)



Fuente: Etabs V21.1.0.

En la figura 7, se visualiza se la sección de la columna C21-I (ver anexo 11) de acuerdo a las dimensiones, asimismo se tiene la definición de los aceros según lo planos.

Para los elementos estructurales vigas, se tuvo las siguientes dimensiones que se muestran a continuación:

Tabla 2

Dimensiones de las vigas estructurales del módulo I

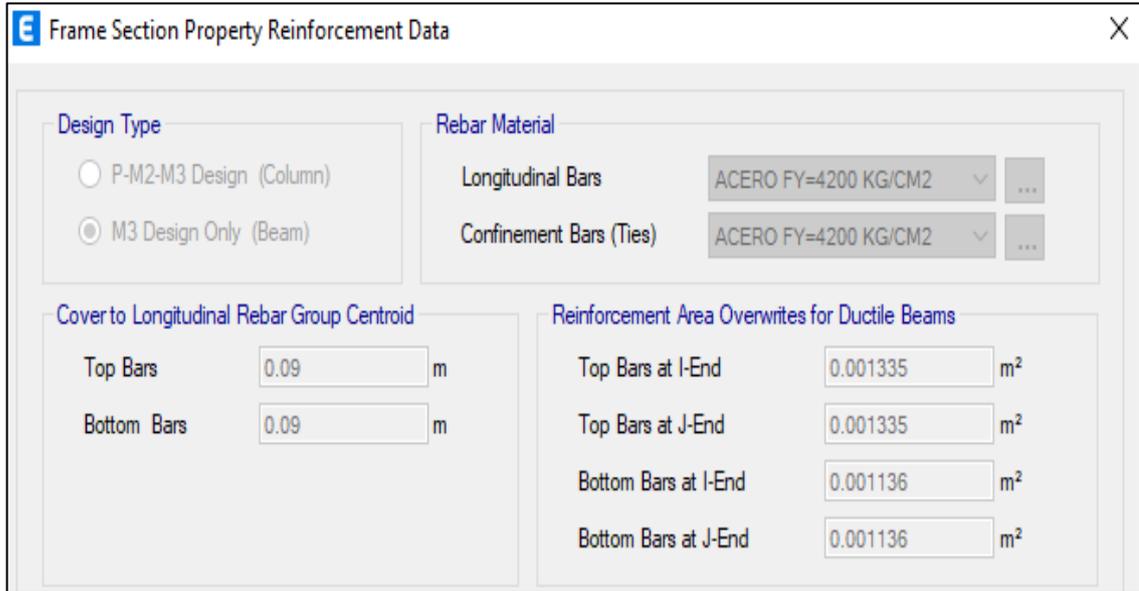
Tipo	Vigas		
	Secciones	Ancho (m)	Altura (m)
Rectangular	V-101	0,25	0,60
Rectangular	V-102	0,25	0,60
Rectangular	V-103	0,25	0,60
Rectangular	VH - 105	0,25	0,60
Rectangular	VS - 02	0,25	0,20

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 2, se visualiza las dimensiones de todas las vigas que conforman la estructura del módulo I.

Figura 8

Acero en la V-101 25x60 (1 y 2 nivel)



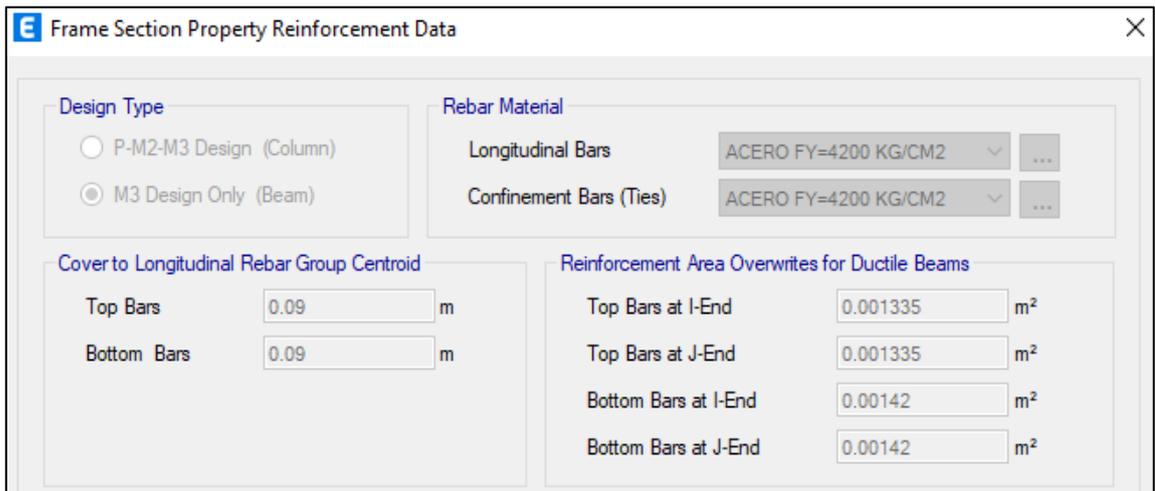
Design Type	Rebar Material	Cover to Longitudinal Rebar Group Centroid	Reinforcement Area Overwrites for Ductile Beams
<input type="radio"/> P-M2-M3 Design (Column)	Longitudinal Bars: ACERO FY=4200 KG/CM2	Top Bars: 0.09 m	Top Bars at I-End: 0.001335 m ²
<input checked="" type="radio"/> M3 Design Only (Beam)	Confinement Bars (Ties): ACERO FY=4200 KG/CM2	Bottom Bars: 0.09 m	Top Bars at J-End: 0.001335 m ²
			Bottom Bars at I-End: 0.001136 m ²
			Bottom Bars at J-End: 0.001136 m ²

Fuente: Etabs V21.1.0.

En la figura 8, se visualiza que en la sección de la viga V-101 (ver anexo 18), tanto para el nivel 1 y 2, se han definido los aceros correspondientes según lo planos.

Figura 9

Acero en la V-102 25x60 (1 y 2 nivel)



Design Type	Rebar Material	Cover to Longitudinal Rebar Group Centroid	Reinforcement Area Overwrites for Ductile Beams
<input type="radio"/> P-M2-M3 Design (Column)	Longitudinal Bars: ACERO FY=4200 KG/CM2	Top Bars: 0.09 m	Top Bars at I-End: 0.001335 m ²
<input checked="" type="radio"/> M3 Design Only (Beam)	Confinement Bars (Ties): ACERO FY=4200 KG/CM2	Bottom Bars: 0.09 m	Top Bars at J-End: 0.001335 m ²
			Bottom Bars at I-End: 0.00142 m ²
			Bottom Bars at J-End: 0.00142 m ²

Fuente: Etabs V21.1.0.

En la figura 9, se visualiza que en la sección de la viga V-102 (ver anexo 18), tanto para el nivel 1 y 2, se han definido los aceros correspondientes según lo planos.

Figura 10

Acero en la V-103 25x60 (1 y 2 nivel)

Section	Parameter	Value	Unit
Design Type	P-M2-M3 Design (Column)	<input type="radio"/>	
	M3 Design Only (Beam)	<input checked="" type="radio"/>	
Rebar Material	Longitudinal Bars	ACERO FY=4200 KG/CM2	
	Confinement Bars (Ties)	ACERO FY=4200 KG/CM2	
Cover to Longitudinal Rebar Group Centroid	Top Bars	0.06	m
	Bottom Bars	0.06	m
Reinforcement Area Overwrites for Ductile Beams	Top Bars at I-End	0.001872	m ²
	Top Bars at J-End	0.00102	m ²
	Bottom Bars at I-End	0.00102	m ²
	Bottom Bars at J-End	0.00102	m ²

Fuente: Etabs V21.1.0.

En la figura 10, se visualiza que en la sección de la viga V-103 (ver anexo 18), tanto para el nivel 1 y 2, se han definido los aceros correspondientes según lo planos.

Figura 11

Detalle de la losa aligerada

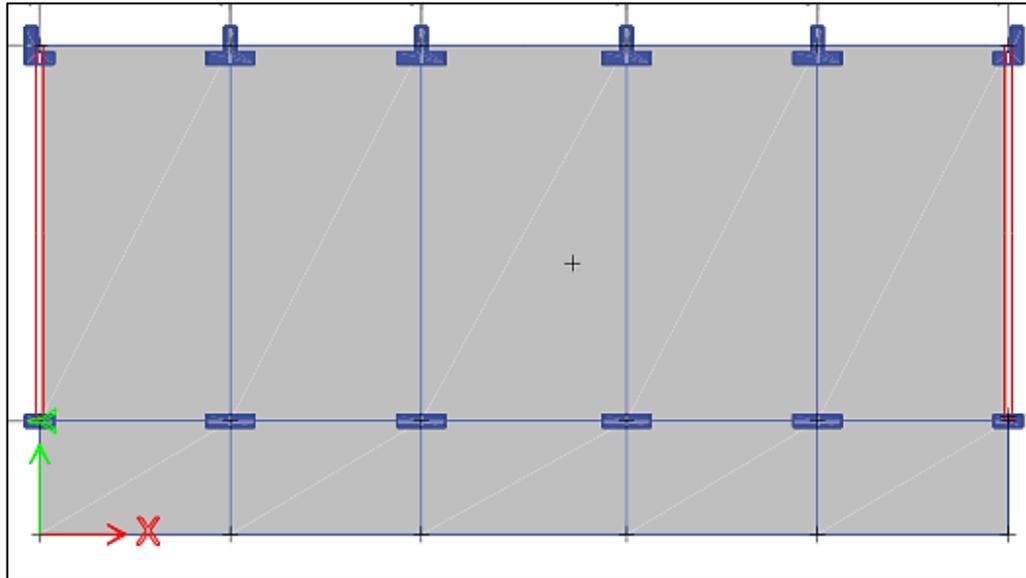
Section	Parameter	Value	Unit
General Data	Property Name	ALIG. E=20 CM	
	Slab Material	CONCRETO F'c=210 KG/CM2	
	Modeling Type	Membrane	
	Display Color	Yellow	
	Property Notes		
	Use Special One-Way Load Distribution	<input type="checkbox"/>	
	Property Data	Type	Ribbed
Overall Depth		0.2	m
Slab Thickness		0.05	m
Stem Width at Top		0.1	m
Stem Width at Bottom		0.1	m
Rib Spacing (Perpendicular to Rib Direction)		0.4	m
Rib Direction is Parallel to		Local 1 Axis	

Fuente: Etabs V21.1.0.

En la figura 11, se visualiza los datos de la losa aligerada, el cual tiene un espesor h de 20 cm (ver anexo 18).

Figura 12

Vista en planta del nivel 1 de la estructura

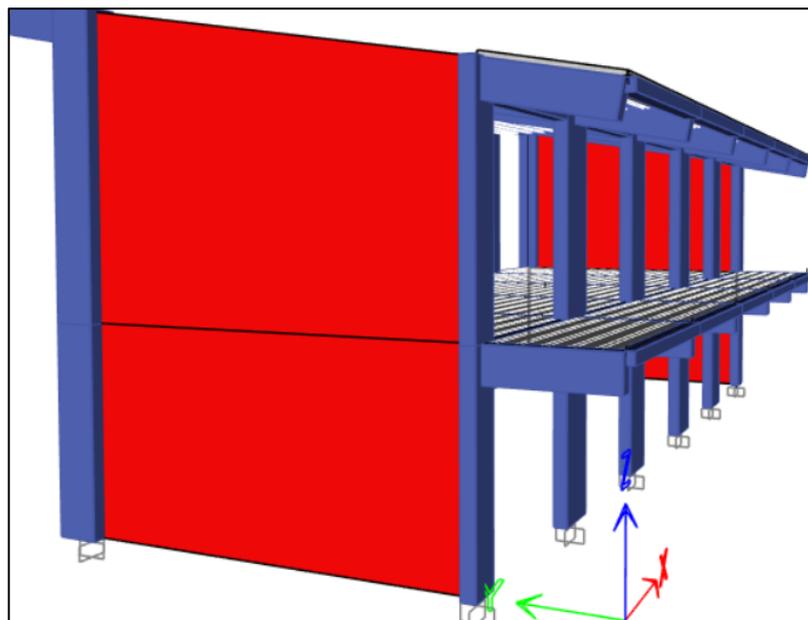


Fuente: Etabs V21.1.0

En la figura 12 y 13, se aprecia la estructura de la institución educativa, con las definiciones de columna, vigas, losas y muros estructurales.

Figura 13

Vista en elevación de la estructura



Fuente: Etabs V21.1.0

2.8.1.2. Análisis estático

El análisis sísmico estático se realizó mediante la Norma Técnica Peruana E.030-2018, donde se definió los tipos de cargas que se someterán a la estructura mediante patrones de cargas; es decir la carga muerta, carga viva de entepiso, carga viva de techo y carga sísmica estática X y Y; asimismo, se tiene una reducción sísmica $R=8$ en el eje x y $R=6$ en el eje Y por ser un sistema de muros estructurales. El coeficiente de reducción se multiplica por 0,75 por ser una estructura regular.

Tabla 3

Parámetros sísmicos de la edificación

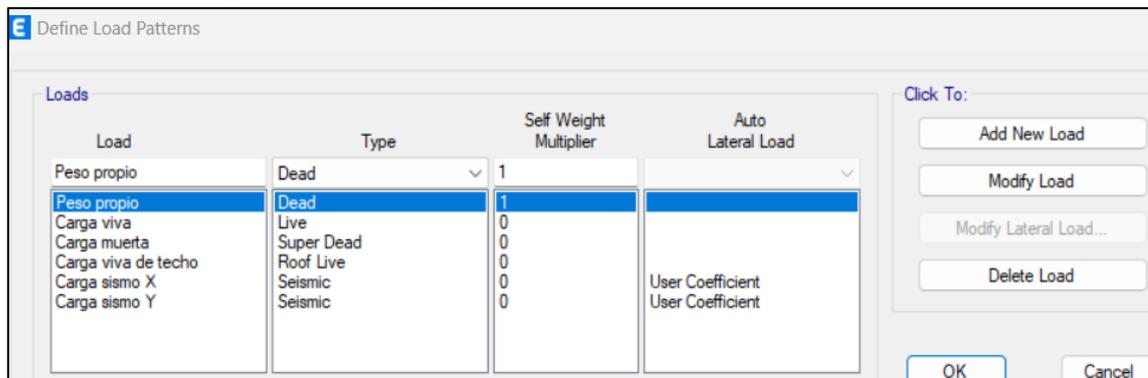
Parámetro	Valor Numérico
Zona “Z ₂ ”	0,25
Uso “U”	1,50
Coeficiente de amplificación sísmica	2,50
Suelo	1,20
R en “X”	8
R en “Y”	6

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

En la tabla 3, se tienen los parámetros sísmicos de la estructura que servirán para determinar la fuerza cortante tanto en X-X y Y-Y

Figura 14

Definición de los patrones de carga

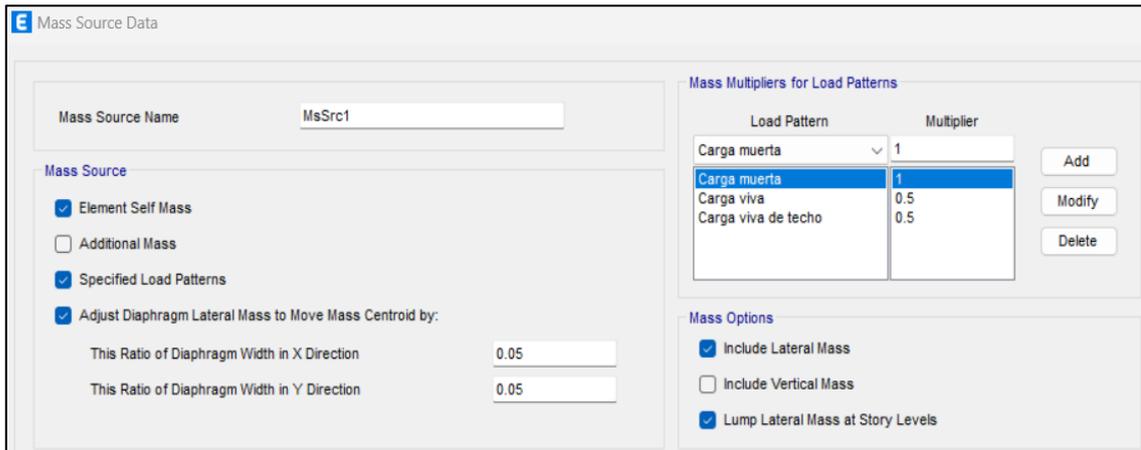


Fuente: Etabs V21.1.0.

En la figura 14, se visualiza los patrones de carga, el peso propio y la carga viva ya están creados por defecto, se crea el patrón de: carga muerta, carga viva de techo, carga de sismo x e y.

Figura 15

Peso sísmico en la edificación

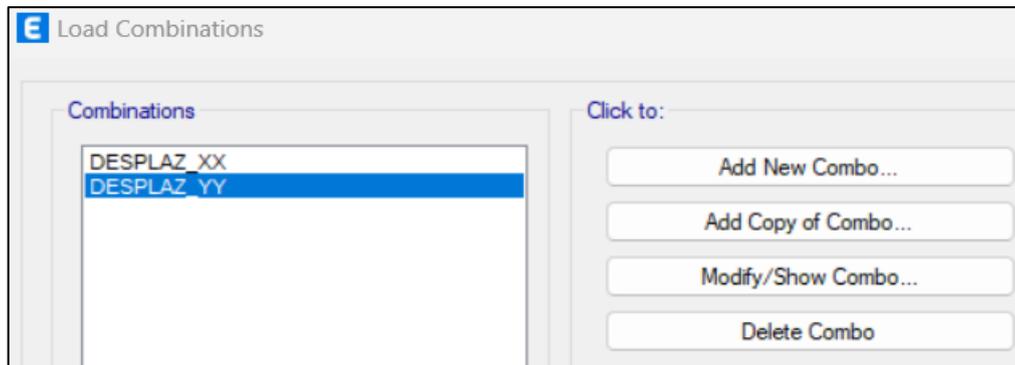


Fuente: Etabs V21.1.0.

En la figura 15, se visualiza los datos del peso sísmico en la estructura, por ser una edificación de categoría A, la Norma Técnica E.030 manifiesta que el peso sísmico se considera el 100% de la carga muerta más el 50% de la carga viva.

Figura 16

Definición de los desplazamientos en X e Y



Fuente: Etabs V21.1.0.

En la figura 16, se visualiza la creación de las combinaciones de los desplazamientos en la dirección X y la dirección Y, por ser una edificación regular, la Norma Técnica E.030 manifiesta que se debe de multiplicar 0,75R.

2.8.1.3. Análisis dinámico

El análisis sísmico dinámico se realizó mediante la Norma Técnica Peruana E.030-2018, se consideró diafragmas rígidos y 3 modos por cada nivel, la estructura es de 2 niveles, por lo tanto, cuenta con 6 modos de vibración.

Tabla 4

Modos de Vibración

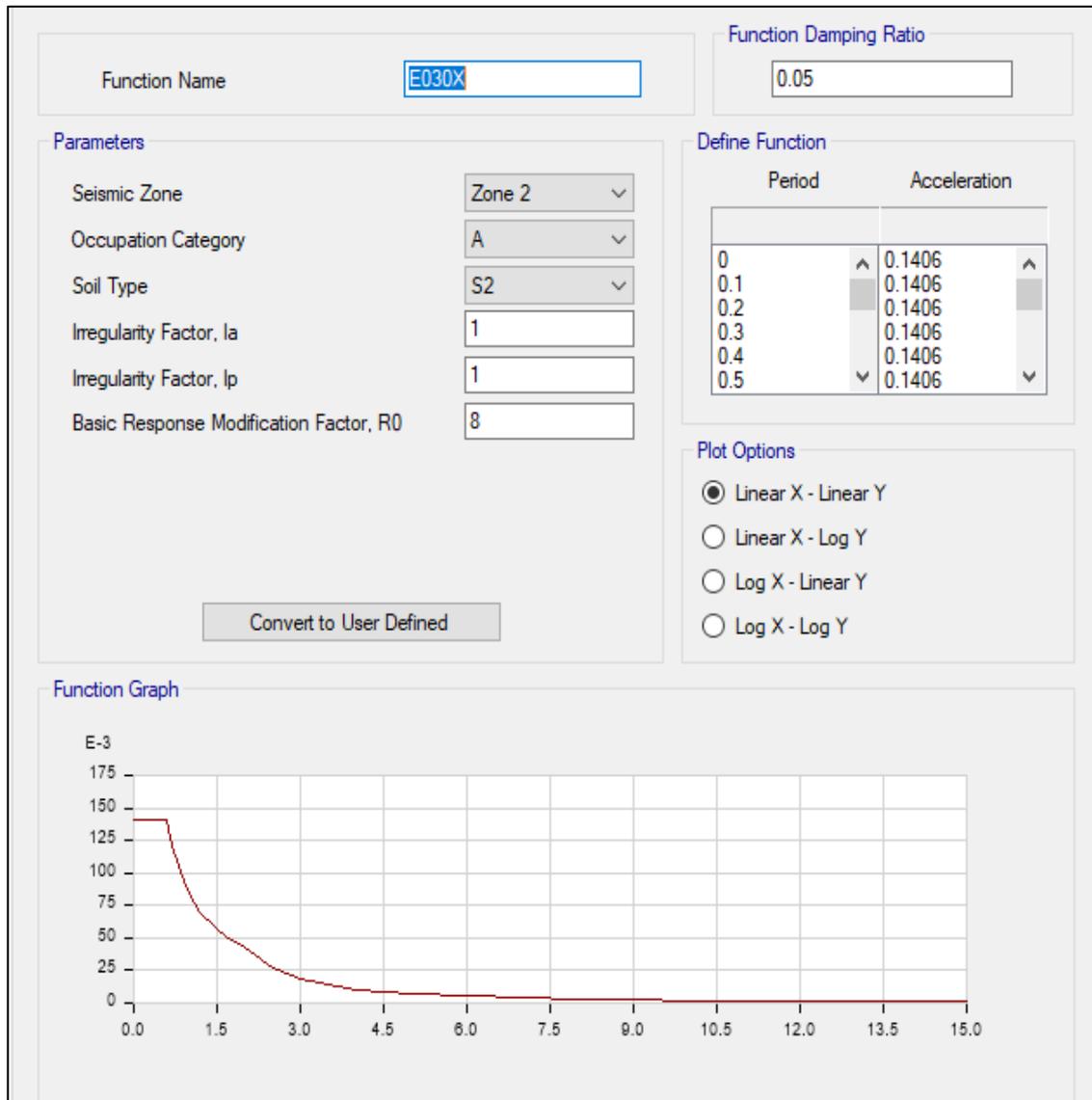
Casos	Modo	Periodo (s)	UX	UY	Σ UX	Σ UY
Modal	1	0,241	0,7869	8,022E-07	0,7869	8,022E-07
Modal	2	0,088	0,0025	0,5718	0,7895	0,5718
Modal	3	0,087	0,2092	0,0061	0,9987	0,5779
Modal	4	0,05	0,0013	0,0064	1	0,5843
Modal	5	0,044	5,025E-06	0,2456	1	0,8298
Modal	6	0,032	0	0,1212	1	0,951

Fuente: Etabs V21.1.0

En la Tabla 4 se presentan los modos junto con sus correspondientes periodos. El primer modo de la edificación ocurre en la dirección X, con un periodo de 0,241 segundos y un 78,69% de participación de masa efectiva, lo que indica una menor rigidez en esa dirección. El segundo modo se manifiesta en la dirección Y, con un periodo de 0,088 segundos y un 57,18% de participación de masa efectiva.

Figura 17

Espectro de diseño X-X

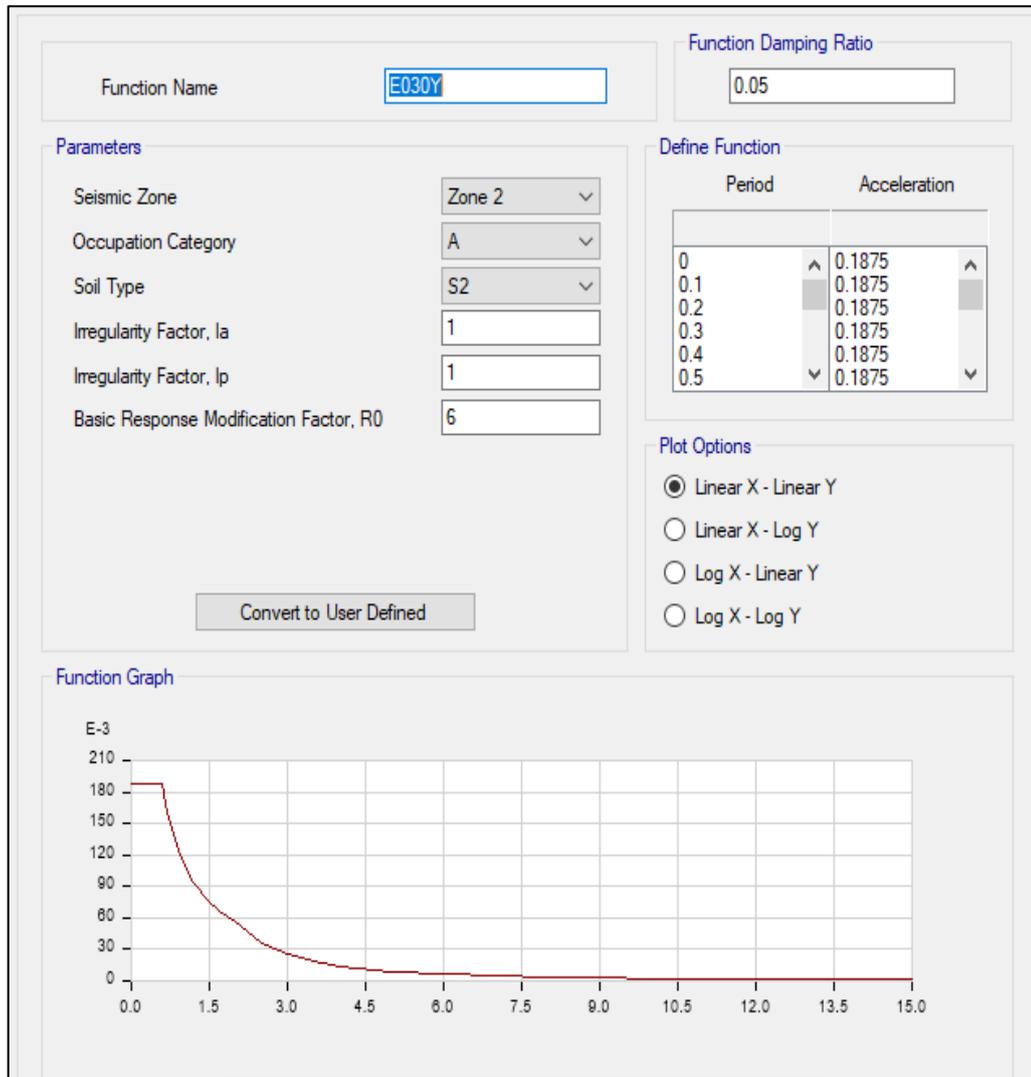


Fuente: Etabs V21.1.0.

En la figura 17, se visualiza el cálculo de espectro de Pseudo - aceleraciones en el eje X-X.

Figura 18

Espectro de diseño Y-Y

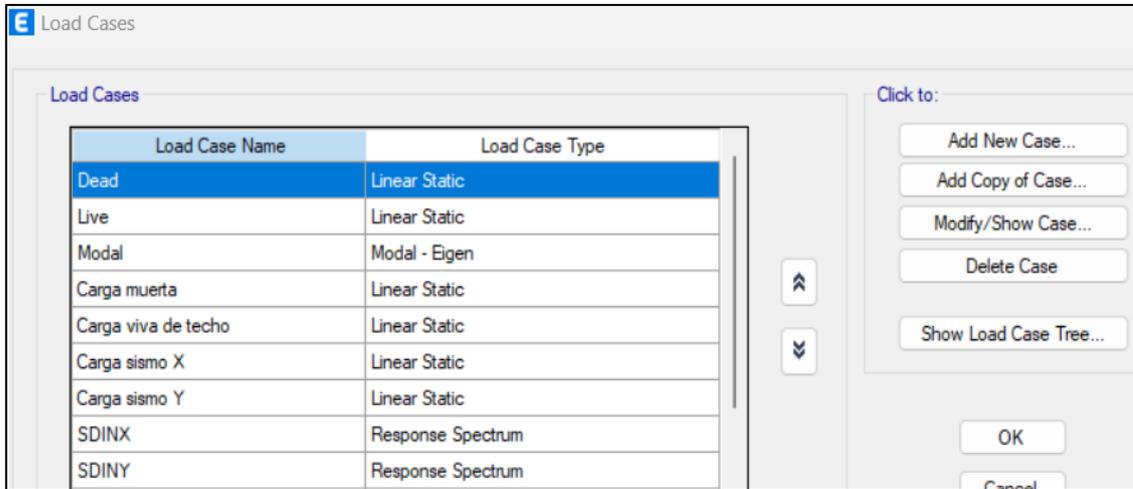


Fuente: Etabs V21.1.0

En la figura 18, se visualiza el cálculo de espectro de Pseudo - aceleraciones en el eje Y-Y.

Figura 19

Definición de los casos de carga de sismos dinámicos

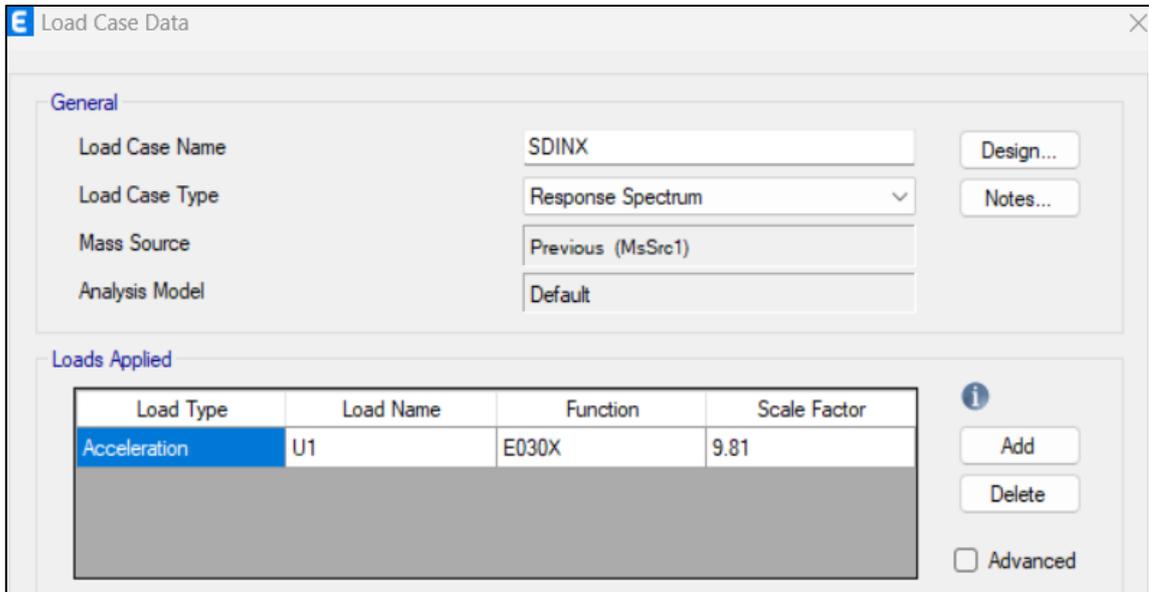


Fuente: Etabs V21.1.0.

En la figura 19, se visualiza la creación de los casos de carga de los sismos dinámicos.

Figura 20

Definición del sismo dinámico en X

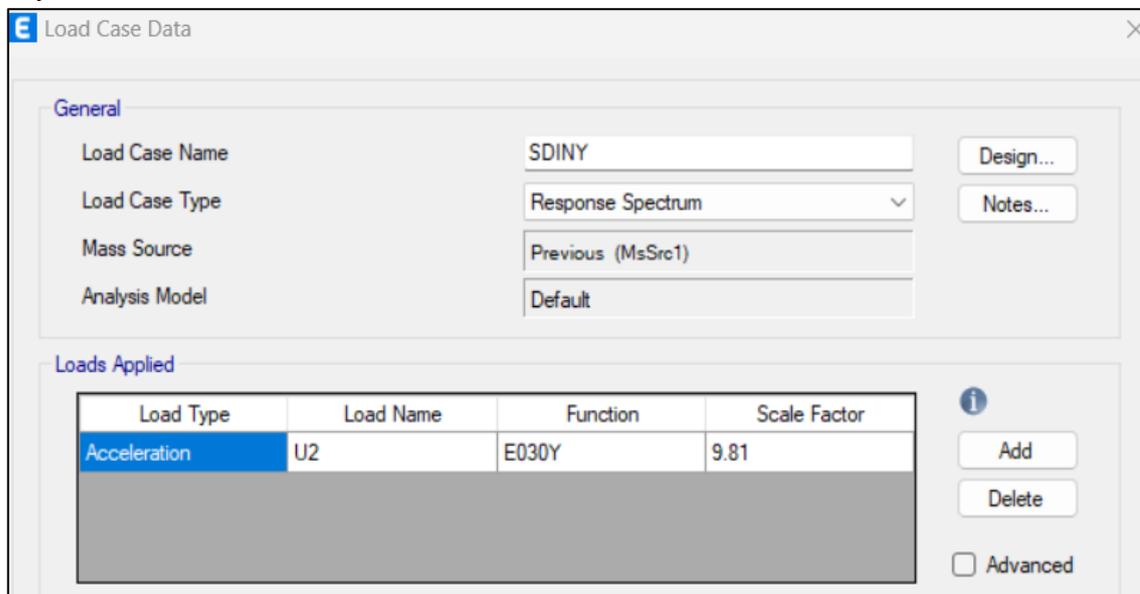


Fuente: Etabs V21.1.0.

En la figura 20, se visualiza la creación del sismo dinámico en la dirección X

Figura 21

Definición del sismo dinámico en Y



Fuente: Etabs V21.1.0.

En la figura 21, se visualiza la creación del sismo dinámico en la dirección Y.

2.8.2. Procedimiento para identificar las rótulas plásticas

2.8.2.1. Análisis estático no lineal - PUSHOVER

Se llevó a cabo el análisis estático no lineal en las cuatro direcciones (X++, X--, Y++, Y--) del módulo I, sin incluir los efectos P-Delta debido a que la edificación es de baja altura. La no linealidad de los componentes principales, como vigas y columnas, se representó mediante rótulas plásticas concentradas, mientras que en los muros de corte se utilizó rótulas tipo fibra.

2.8.2.2. Modelos de comportamiento no lineal del material

Se empleó el modelo de Mander para describir el comportamiento no lineal del concreto confinado y no confinado en los componentes estructurales. En la figura 22 se presenta la definición de los parámetros no lineales en el programa Etabs.

Figura 22

Parámetros no lineales para concreto

Point Number	Strain	Stress (tonf/m2)	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	

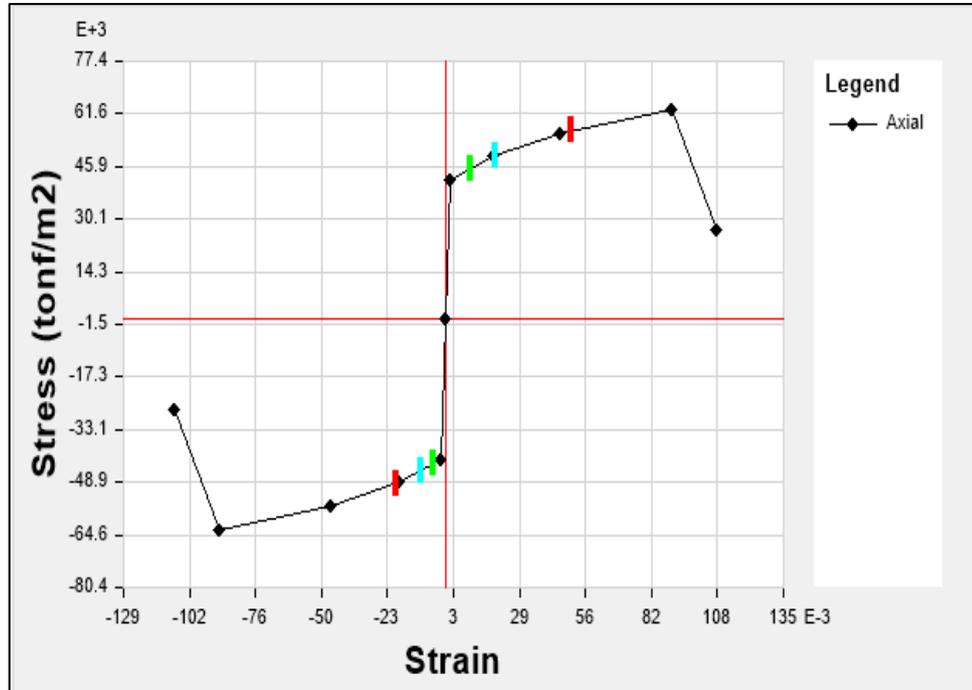
Fuente: Etabs V21.1.0.

En la figura 22, se consideró 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, se utilizó un límite de fluencia de $f_y = 4\,200 \text{ kgf/cm}^2$ tanto para el acero longitudinal como para el transversal. El modelo de Park fue empleado para definir el comportamiento no lineal del acero de refuerzo en los componentes estructurales, dado que este modelo toma en cuenta el endurecimiento por deformación después de la fluencia.

Figura 23

Modelo de esfuerzo – deformación según Park



Fuente: Etabs V21.1.0.

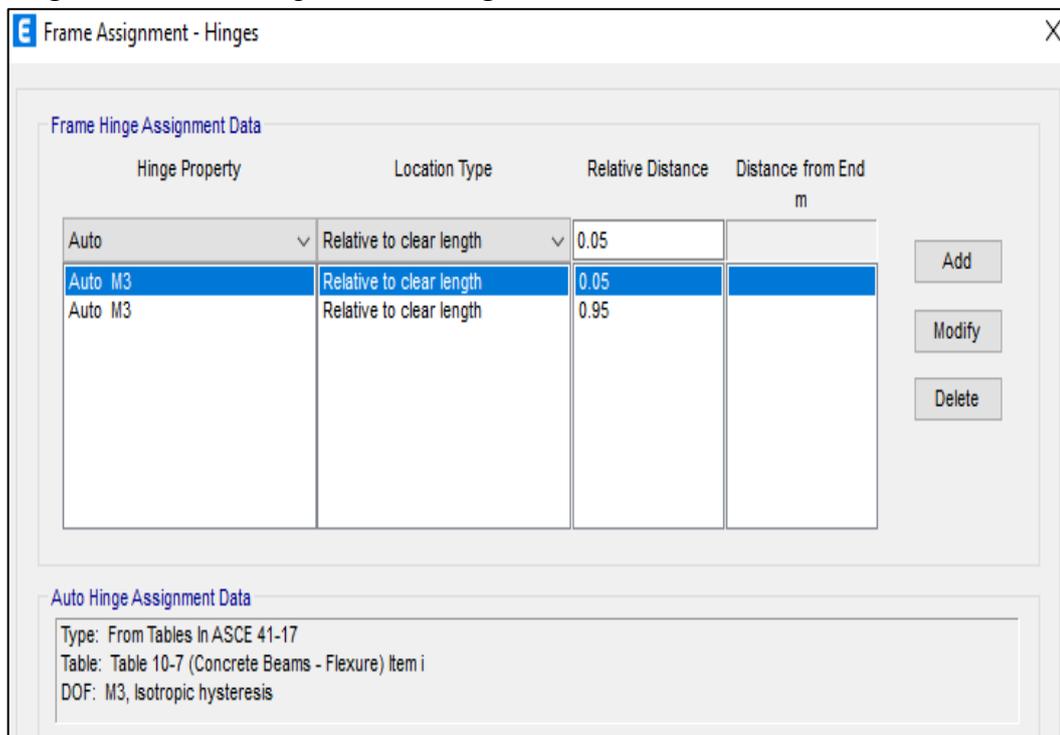
En la figura 23, se tiene que el valor de la deformación unitaria en el inicio de fluencia es 0,0021.

2.8.2.3. 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”.

Figura 24

Asignación de rótulas plásticas en vigas



Fuente: Etabs V21.1.0.

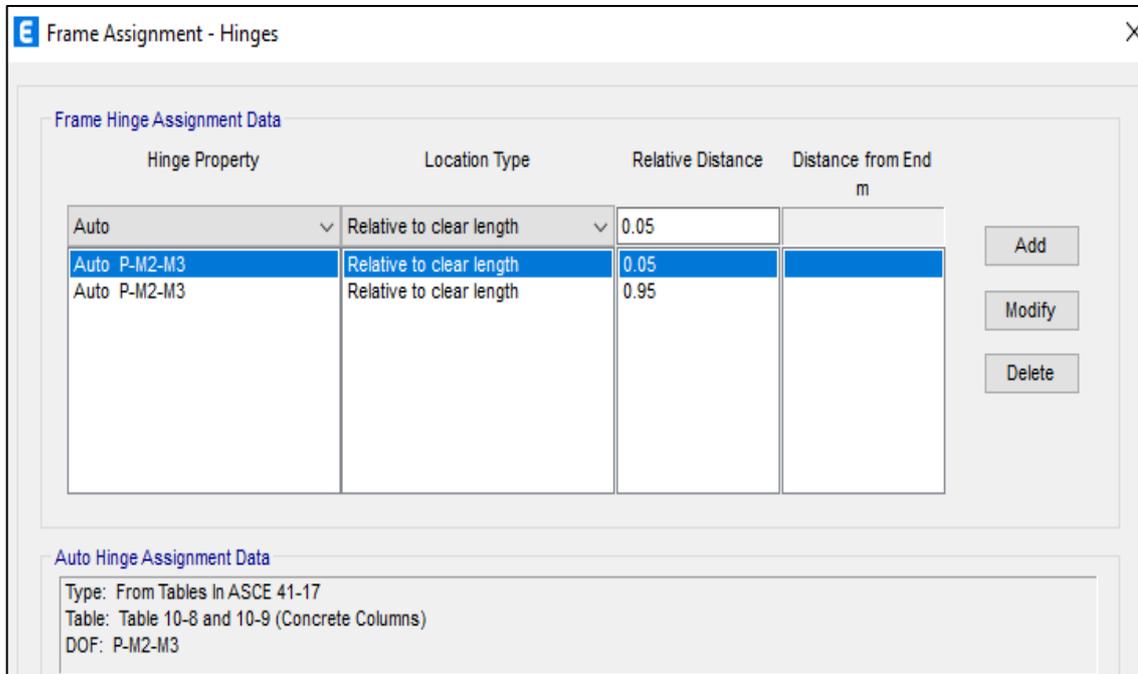
En la figura 24, se tiene la asignación de rotulas plásticas en vigas al 5% y 95%, de acuerdo a la norma internacional.

2.8.2.4. 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”.

Figura 25

Asignación de rótulas plásticas en columnas



Fuente: Etabs V21.1.0.

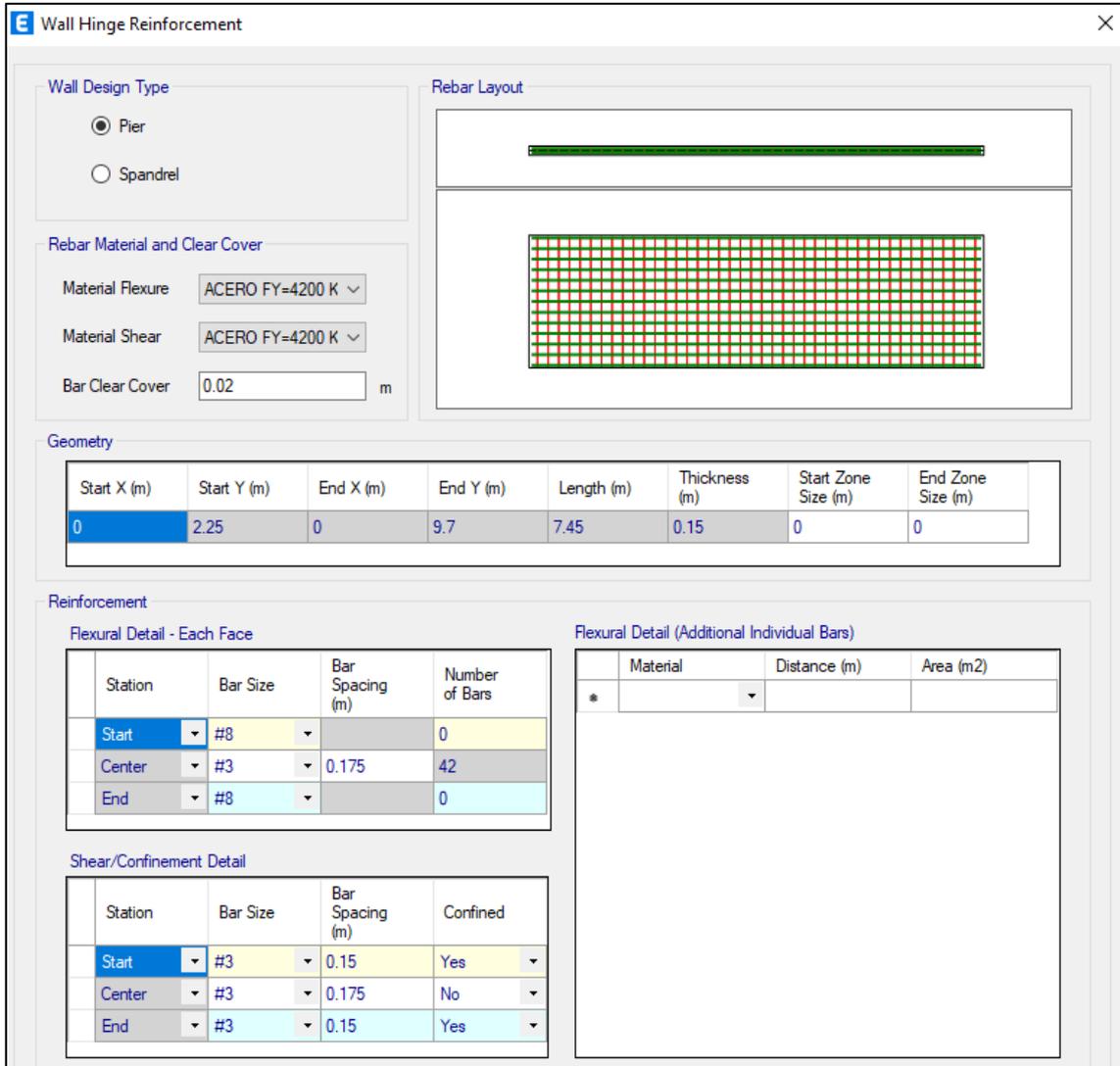
En la figura 25 se tiene la asignación de rotulas plásticas en columnas al 5% y 95%, de acuerdo a la norma internacional

2.8.2.5. Muros de corte

Se utilizó un modelo de plasticidad distribuida en fibras, asignando las propiedades constitutivas de los materiales y el acero de refuerzo a flexión presentes en el muro de corte. De esta manera, al generar las fibras, se pudo evaluar el comportamiento esperado, considerando que el mecanismo de falla predominante será por flexión.

Figura 26

Asignación del refuerzo en los muros de corte



Fuente: Etabs V21.1.0.

En la figura 26, se aprecia la colocación del acero en los muros de corte, el cual se ha sacado de los planos estructurales de la institución.

2.8.2.6. Patrón de carga gravitacional

Se definieron las cargas de gravedad no lineales sin incluir los efectos P-Delta, tal como se observa en la figura 27. Se empleó un patrón de carga proporcional a la forma del modo fundamental en cada dirección de análisis, como se ilustra en las figuras 28 y 29. Para la dirección X se utilizó el primer modo, mientras que para la dirección Y se aplicó el segundo modo.

Figura 27

Definición de la carga gravitacional no lineal

E Load Case Data

General

Load Case Name: CARGA GRAVITACIONAL

Load Case Type: Nonlinear Static

Mass Source: Previous

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: [Empty Field]

Loads Applied

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	Peso propio	1
Load Pattern	Carga viva	0.5

Buttons: Add, Delete

Fuente: Etabs V21.1.0.

En la figura 27, se aprecia la definición de la carga gravitacional no lineal en la estructura, mediante la combinación de la carga muerta y la carga viva.

Figura 28

Definición del Pushover X

E Load Case Data

General

Load Case Name: PUSHOVER_X+++ [Design...]

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

Mass Source: Previous

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] [Delete]

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Geometric Nonlinearity Option: None

Load Application: Displacement Control [Modify/Show...]

Results Saved: Multiple States [Modify/Show...]

Floor Cracking Analysis: No Cracked Analysis [Modify/Show...]

Nonlinear Parameters: Default - Iterative Event-to-Event [Modify/Show...]

Fuente: Etabs V21.1.0.

En la figura 28, se aprecia la definición del Pushover en la dirección X, mediante el primer modo.

Figura 29

Definición del Pushover Y

E Load Case Data

General

Load Case Name: PUSHOVER_Y+++ [Design...]

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

Mass Source: Previous

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	2	1

[Add] [Delete]

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Geometric Nonlinearity Option: None

Load Application: Displacement Control [Modify/Show...]

Results Saved: Multiple States [Modify/Show...]

Floor Cracking Analysis: No Cracked Analysis [Modify/Show...]

Nonlinear Parameters: Default - Iterative Event-to-Event [Modify/Show...]

Fuente: Etabs V21.1.0.

En la figura 29, se aprecia la definición del Pushover en la dirección Y, mediante el segundo modo.

2.8.3. Procedimiento establecer el punto de desempeño

2.8.3.1. Curva de capacidad

Con el programa ETABS se obtuvo la curva de capacidad de la estructura en las direcciones X e Y. Esta curva, resultado del análisis Pushover, refleja la capacidad total de deformación y resistencia de la estructura, y se utiliza para evaluar su nivel de desempeño. Este desempeño se mide en función de la deformación inelástica de la estructura y la demanda para el nivel de sismo considerado.

Tabla 5

Cortante en la base vs Desplazamiento en la dirección X

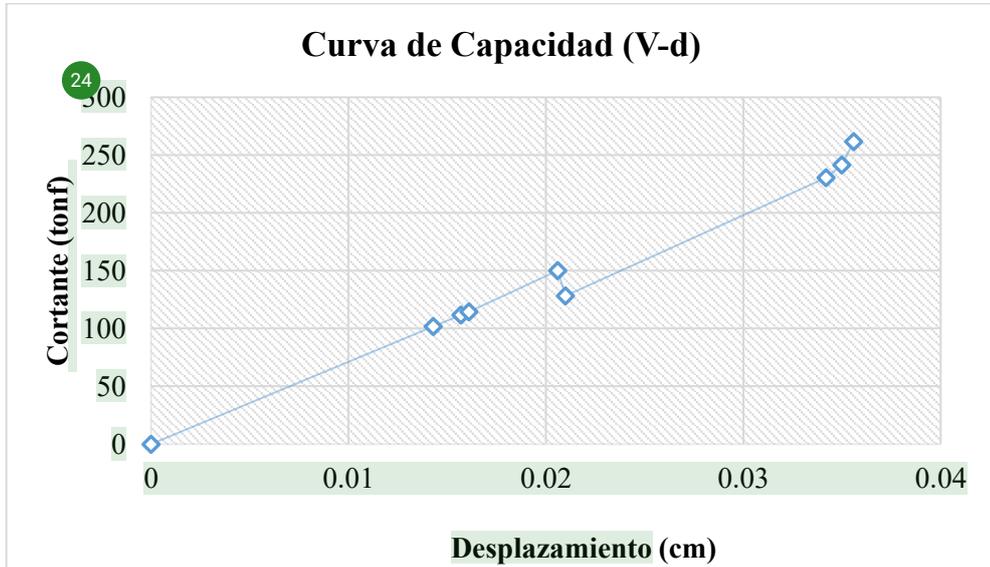
Paso	Desplazamiento (m)	Fuerza en la base (tonf)
0	0	0
1	0,000143	101,6678
2	0,000157	111,8346
3	0,000161	114,5173
4	0,000206	150,1404
5	0,00021	128,3525
6	0,000342	230,4702
7	0,00035	241,5485
8	0,000356	261,7224

Fuente: Etabs V21.1.0

En la Tabla 5 se puede observar la cortante en la base vs sus respectivos desplazamientos en la dirección X.

Figura 30

Curva de capacidad en la dirección X



Fuente: Etabs V21.1.0.

En la figura 30, se aprecia la gráfica de la curva capacidad de la estructura en la dirección X.

Tabla 6

Cortante en la Base Vs Desplazamiento en la dirección Y

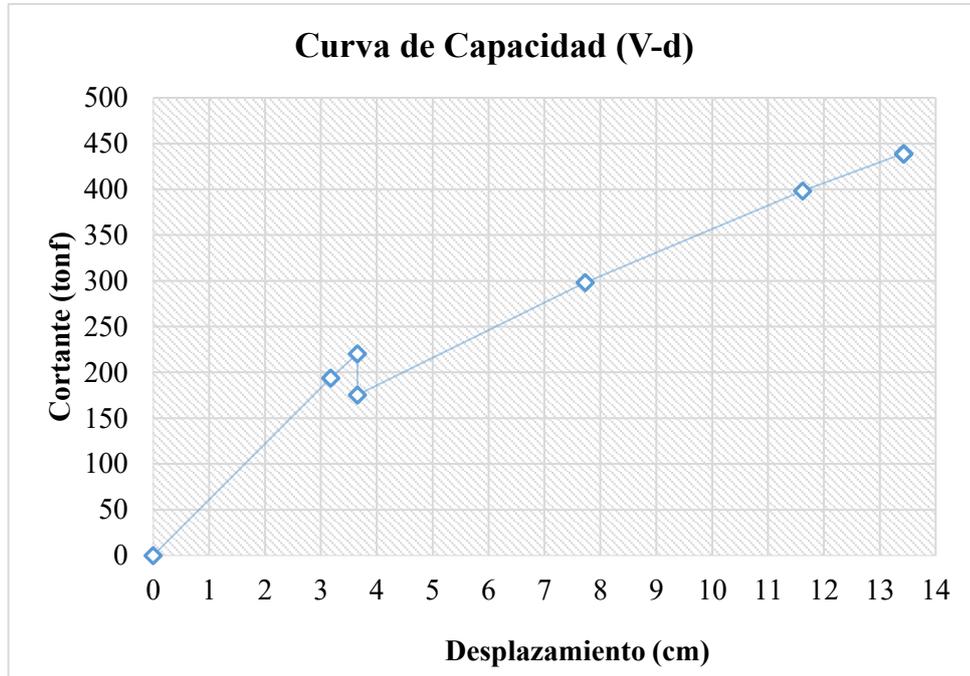
Paso	Desplazamiento (m)	Fuerza en la base (tonf)
0	0	0
1	0,03175	193,9137
2	0,03656	220,4661
3	0,03656	175,3903
4	0,07731	298,2478
5	0,11621	398,3786
6	0,13425	439,2585
7	0,13426	438,8574
8	0,13428	438,914

Fuente: Etabs V21.1.0

En la Tabla 6 se puede observar la cortante en la base vs sus respectivos desplazamientos en la dirección Y.

Figura 31

Curva de capacidad en la dirección Y



Fuente: Etabs V21.1.0.

En la figura 31, se aprecia la gráfica de la curva capacidad de la estructura en la dirección Y.

2.8.4. Punto de desempeño

Con la gráfica de la curva de capacidad en el eje X e Y, mediante el Método de Coeficientes del ASCE/SEI 41-13, se puede encontrar el punto de desempeño. A continuación, se muestra en las tablas 7 y 8, los parámetros que sirvieron para calcular el punto de desempeño, tanto para la dirección en X e Y.

Tabla 7*Parámetros calculados para encontrar el punto de desempeño en X*

Parámetros	
C0	1,248183
C1	1,242692
C2	1,03157
Sa	1,286153
Te	0,369 s
Ki	6107,455 tonf/m
Ke	6107,455 tonf/m
Ti	0,369 s
Alpha	0,436053
uStrength	2,986439
Dy	0,025942 m
Vy	158,4396 tonf
Weigth	367,8955 tonf
Cm	1

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 7 se puede los parámetros hallados, que sirvieron para determinar el punto de desempeño en la dirección X.

Tabla 8*Parámetros calculados para encontrar el punto de desempeño en Y*

Parámetros	
C0	1,2308
C1	1,105719
C2	1,006861
Sa	0,9646516
Te	0,369 s
Ki	6107,455 tonf/m
Ke	6107,455 tonf/m
Ti	0,369 s
Alpha	0,110836
uStrength	1,865311
Dy	0,031151 m
Vy	190,2512 tonf
Weigth	367,8955 tonf
Cm	1

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 8 se puede los parámetros hallados, que sirvieron para determinar el punto de desempeño en la dirección Y.

Donde:

C_0 = Factor de modificación de relación de desplazamientos espectrales ²⁹ de un grado de libertad con desplazamiento de sistema de múltiples grados de libertad de la estructura.

C_1 = Factor de modificación de relación de los desplazamientos inelásticos máximos esperados.

C_2 = Factor de modificación, el cual representa la degradación de la rigidez cíclica, efecto de estrangulamiento de la curva histéresis y deterioro de la resistencia en la respuesta máxima de los desplazamientos.

S_a = Aceleración espectral.

T_e = Periodo fundamental efectivo.

K_i = Rigidez lateral elástica Inicial.

K_e = Rigidez lateral efectiva.

T_i = Periodo elástico fundamental.

α = Se clasifica según el tipo de suelo.

$u_{strength}$ = Relación de ²² la demanda elástica de la resistencia entre el coeficiente de resistencia a la cedencia de la estructura.

V_y = Resistencia cedente de la estructura.

W = Peso sísmico efectivo.

C_m = Factor de masa efectivo.

III. RESULTADOS

3.1. Hallar los desplazamientos máximos del módulo I del colegio Coloso y Emblemático Jaén de Bracamoros.

El módulo I del Coloso Bracamoros está conformado por 2 niveles. El sistema estructural en el eje X es de pórticos y en el eje Y es de muros estructurales, su configuración en planta y en altura es regular.

3.1.1. Cálculo de las derivas y desplazamientos

Tabla 9

Derivas en la dirección X – X del módulo I

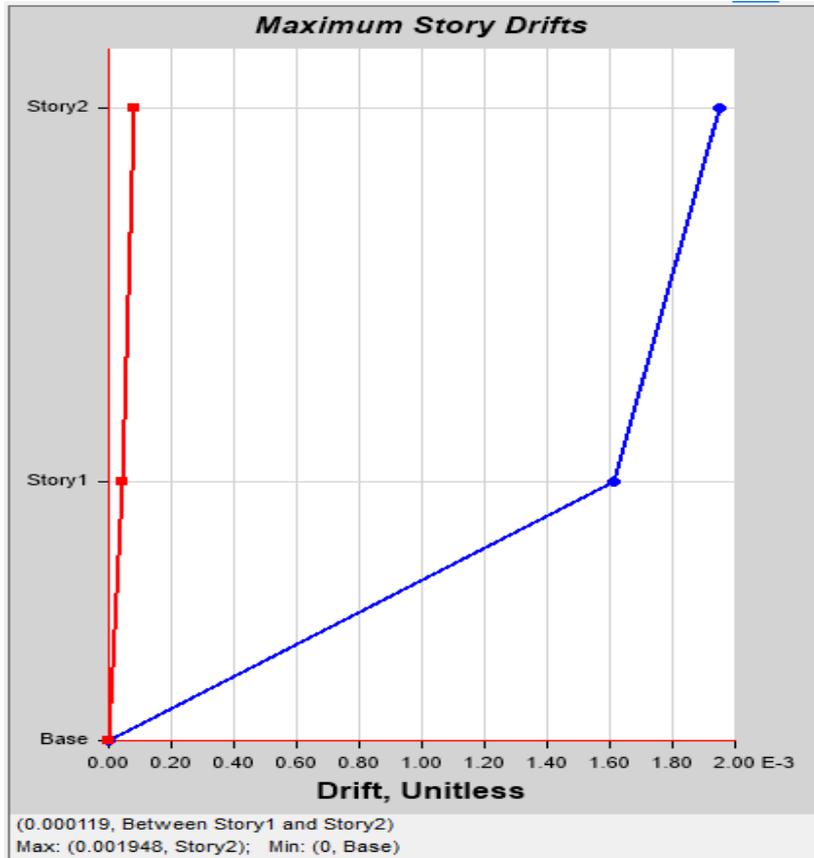
PISOS	CASO	CONCRETO	DIRECCIÓN	DERIVA	SITUACIÓN
1 Piso 2	Deriva Max	0,007	X	0,001948	SI CUMPLE
Piso 1	Deriva Max	0,007	X	0,001613	SI CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 9 nos muestra las derivas de entrepiso del eje X; el sistema estructural empleado en esta dirección es un sistema de pórticos y le corresponde un límite de 7 por mil; se puede observar que las derivas están en el rango indicado en la norma E.030 “Diseño Sismorresistente”.

Figura 32

Derivas en la dirección X-X



Fuente: Etabs V21.1.0

La figura 32 representa la descripción grafica de las distorsiones de entrepiso en la dirección X – X; se puede apreciar que la máxima deriva se encuentra en el nivel 2 con un valor de 0,0001948 metros; por lo tanto, este valor es inferior al máximo permitido por la norma E.030-2018 que es 7/1000, por lo cual está cumpliendo en la dirección X.

Tabla 10

Derivas en la dirección Y – Y del módulo I

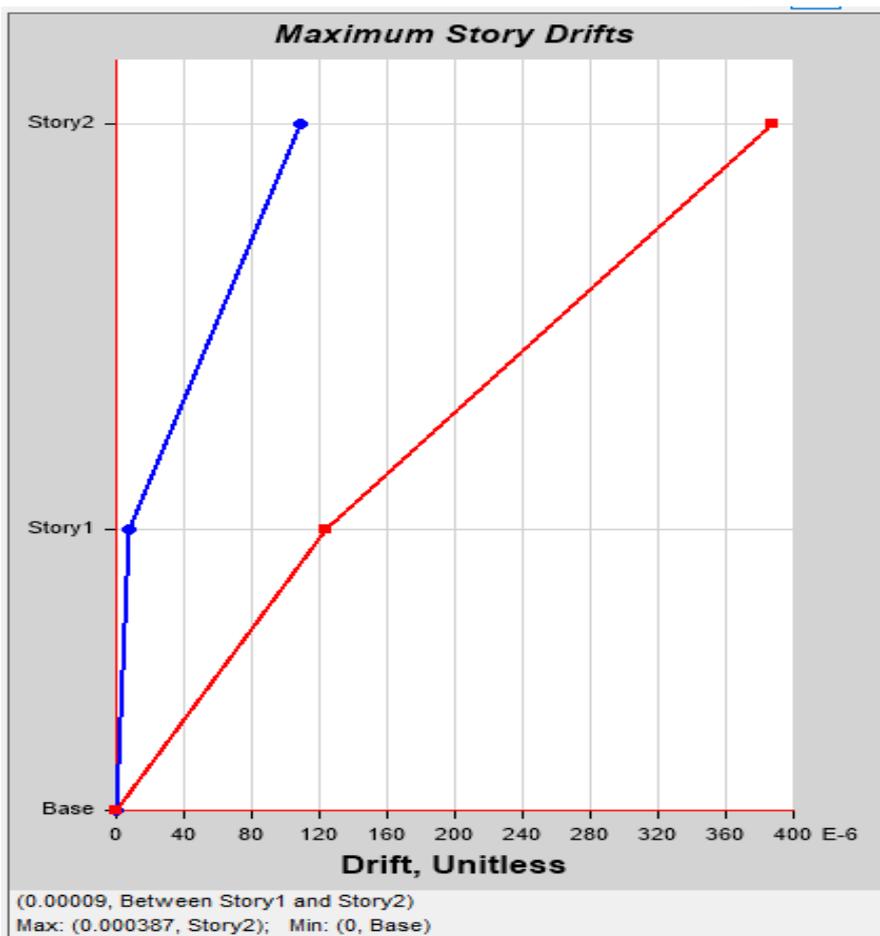
PISO	CASO	CONCRETO	DIRECCIÓN	DERIVA	SITUACIÓN
Piso 2	Deriva Max	0,007	Y	0,000387	SI CUMPLE
Piso 1	Deriva Max	0,007	Y	0,000123	SI CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 10 nos muestra ¹ las derivas de entrepiso del eje Y; el sistema estructural empleado en esta dirección es de muros estructurales y le corresponde un límite de 7 por mil; se puede observar que las derivas están en el rango indicado en la norma E.030 “Diseño Sismorresistente”.

Figura 33

Derivas en la dirección Y-Y



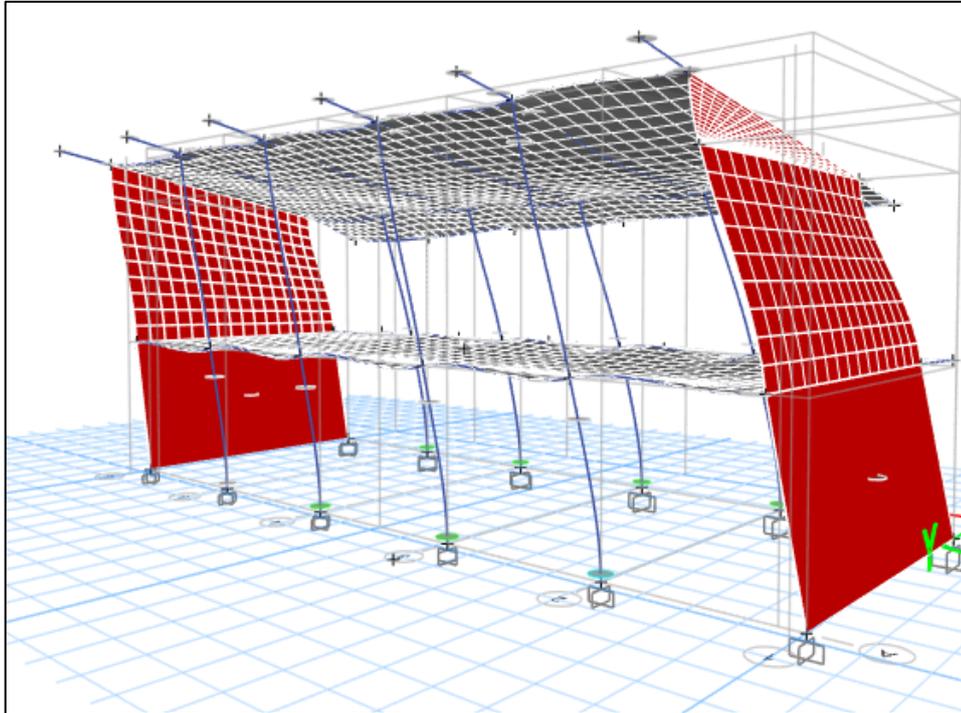
Fuente: Etabs V21.1.0

La figura 33 representa la descripción gráfica de las distorsiones de entrepiso en la dirección Y – Y; se puede apreciar que la máxima deriva se encuentra en el nivel 2 con un valor de 0,000387 metros; por lo tanto, este valor es inferior al máximo permitido por la norma E.030-2018 que es 7/1000, por lo cual está cumpliendo en la dirección Y.

3.2. Identificar las rótulas plásticas de la estructura en la edificación del módulo I del colegio Coloso y Emblemático Jaén de Bracamoros.

Figura 34

Primeras rótulas generadas en las columnas



Fuente: Etabs V21.1.0.

En la figura 34, se puede observar que las primeras rotulas plásticas se generan en las columnas, lo cual, no es lo más deseable en una estructura.

Tabla 11

Resumen de columnas donde se generan las rótulas plásticas

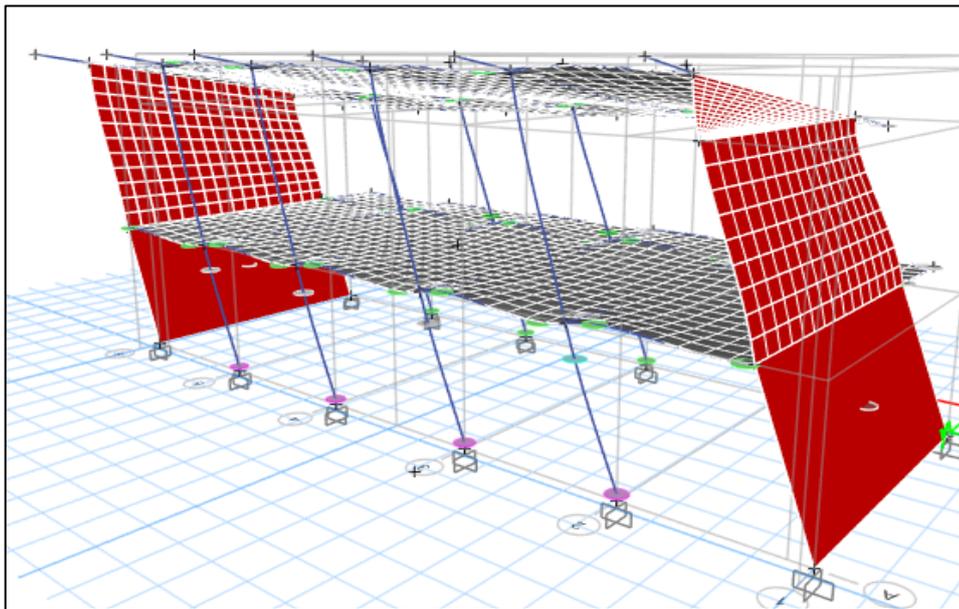
Nivel	Tipo	Eje	Paso
1	C19-I	Eje A / Eje 2	2
1	C19-I	Eje A / Eje 3	2
1	C19-I	Eje A / Eje 4	2
1	C19-I	Eje A / Eje 5	2
1	C17	Eje B / Eje 2	2
1	C17	Eje B / Eje 3	2
1	C17	Eje B / Eje 4	2
1	C17	Eje B / Eje 5	2

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 11 se observa el tipo de columnas donde se ha generado la rótula, en que eje se encuentra y en que paso (Step en Etabs) se ha generado. Por consiguiente, podemos afirmar que la estructura no está bien estructurada, por lo tanto, se necesitaría un reforzamiento en dichas columnas.

Figura 35

Generación de rótulas en vigas y columnas



Fuente: Etabs V21.1.0.

En la figura 35, podemos apreciar cómo se siguen generando las rotulas plásticas de la estructura, se aprecian tanto en las columnas como en las vigas. Al generarse las rotulas plásticas en un elemento estructural, este elemento estructural ya no tiene la capacidad de absorber la energía sísmica.

Tabla 12

Resumen de vigas donde se generan las rótulas plásticas

Nivel	Tipo	Eje	Paso
1	V-102	Eje A	3
1	V-101	Eje B	3

Fuente: Elaboración propia.

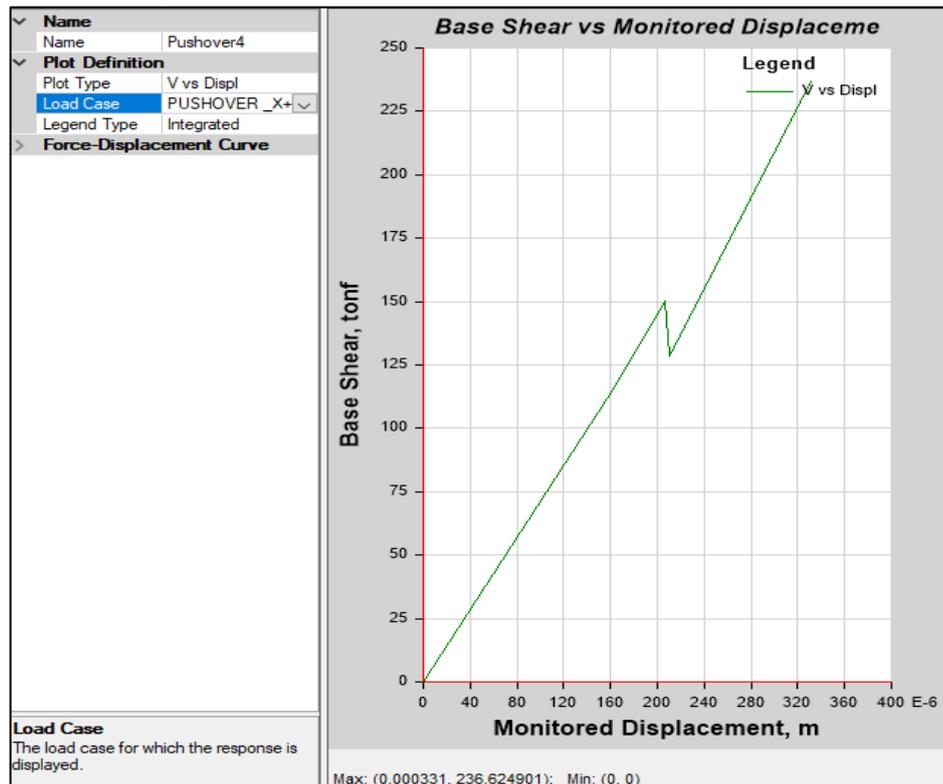
En la tabla 12 se observa el tipo de vigas donde se ha generado la rótula, que eje se encuentra y en que paso se ha generado.

3.3. Establecer el punto de desempeño del módulo I del colegio Coloso y Emblemático Jaén de Bracamoros.

Para determinar el punto de desempeño de la estructura, se graficó inicialmente la curva de capacidad de la edificación utilizando el programa ETABS. La evaluación se llevará a cabo siguiendo el método de análisis sísmico descrito en el capítulo de metodología. Se verificará si la estructura puede resistir sismos de baja intensidad sin daños estructurales significativos, sismos moderados con daños reparables y sismos de mayor intensidad sin llegar al colapso.

Figura 36

Curva de capacidad en la dirección X

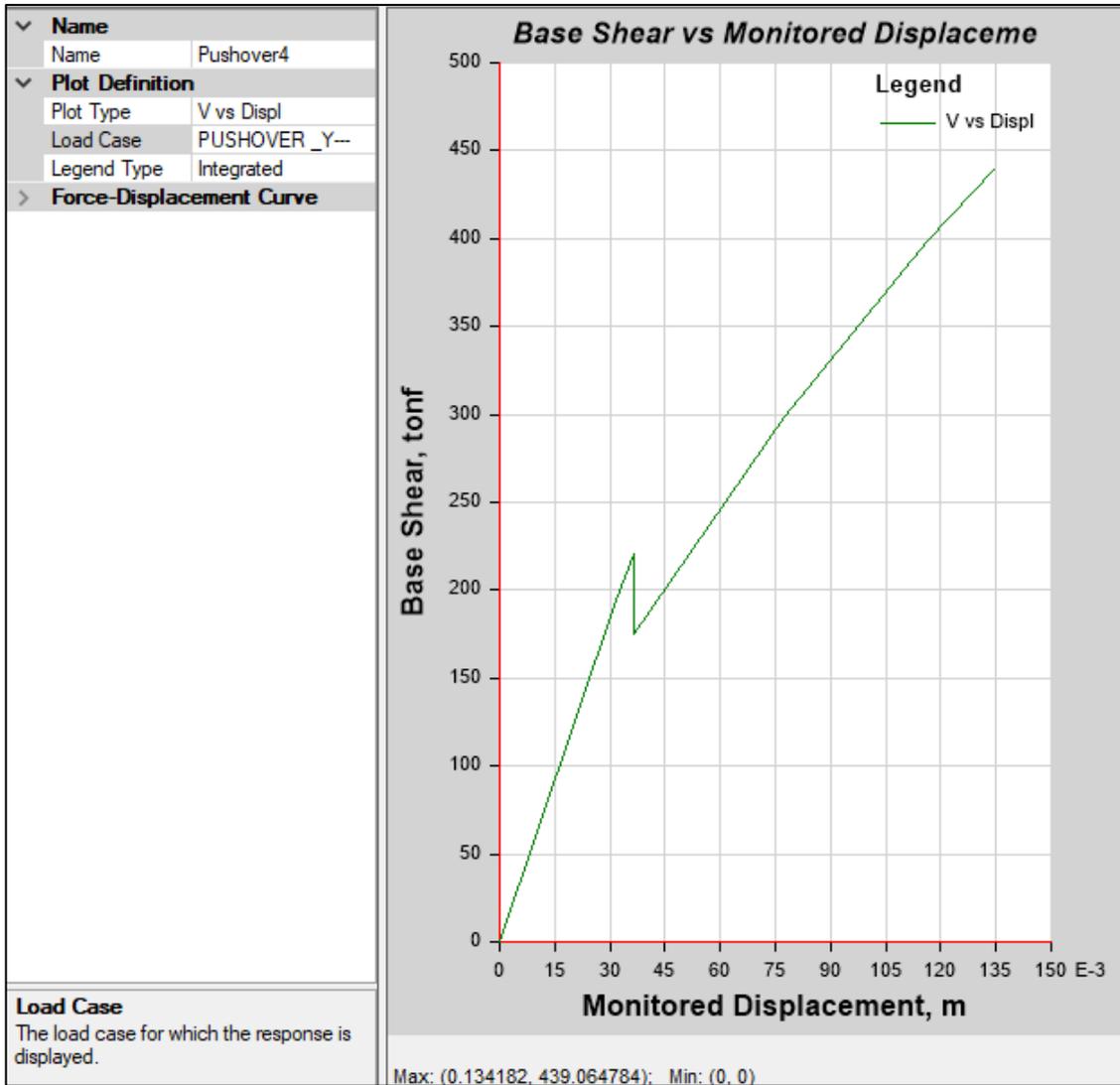


Fuente: Etabs V21.1.0

En la figura 36, 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 236,62 tonf y un desplazamiento de 0,000331.

Figura 37

Curva de capacidad en la dirección Y

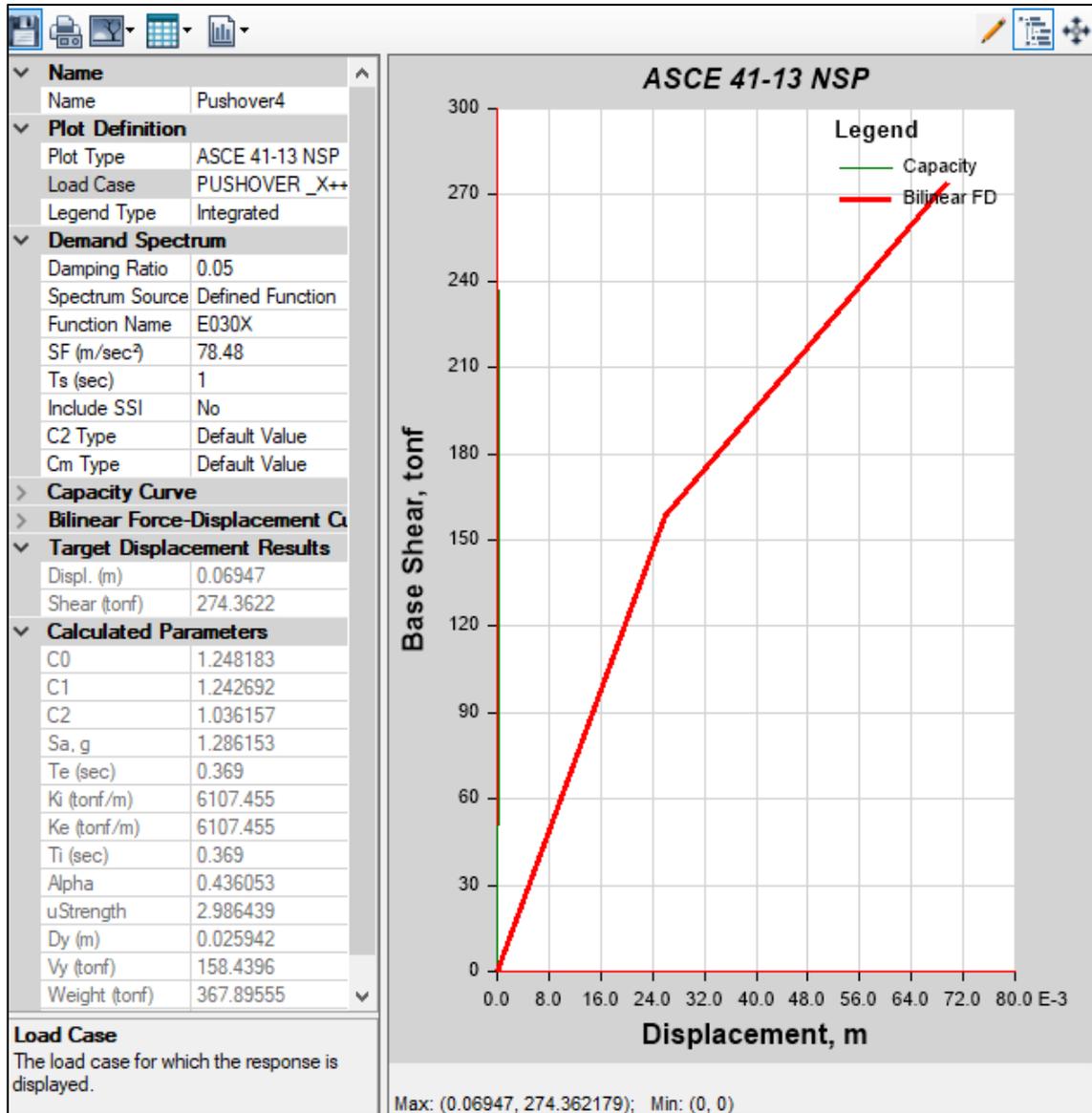


Fuente: Etabs V21.1.0

En la figura 37, 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 439,06 tonf y un desplazamiento de 0,134 m.

Figura 38

Punto de desempeño en la dirección X

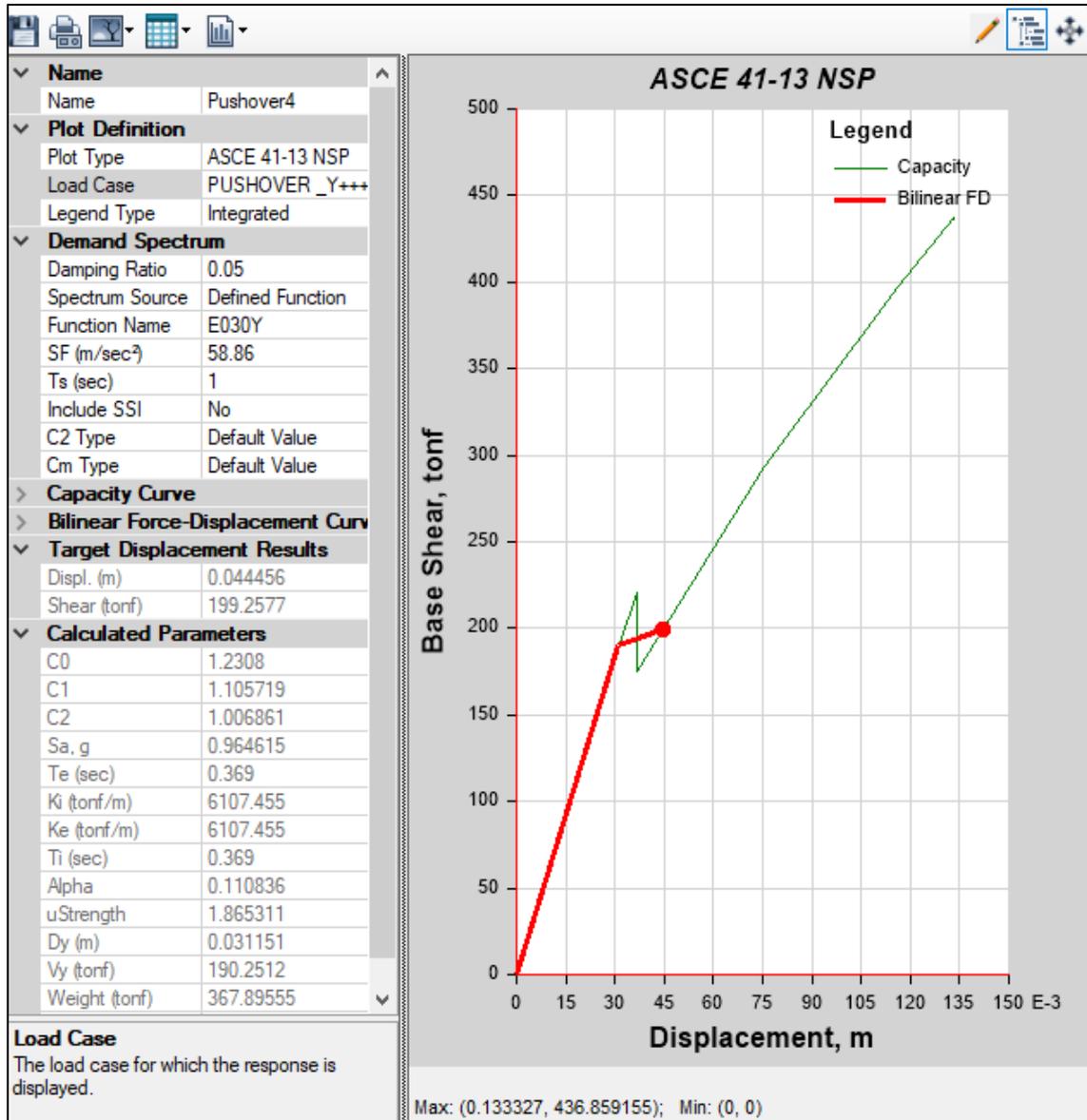


Fuente: Etabs V21.1.0

En la figura 38, se aprecia el punto de desempeño de la estructura, donde el desplazamiento es 0,06947 metros, con una cortante de 274,36 tonf. en la dirección X. Para encontrar el punto de desempeño se utilizó la normativa internacional ASCE-41.

Figura 39

Punto de desempeño en la dirección Y



Fuente: Etabs V21.1.0

En la figura 39, se aprecia el punto de desempeño de la estructura, donde el desplazamiento es de 0,04445 metros, con una cortante de 199,257 tonf. en la dirección Y. Para encontrar el punto de desempeño se utilizó la normativa internacional ASCE-41.

IV. DISCUSIÓN

Para los desplazamientos máximos del módulo del colegio Coloso y emblemático Jaén de Bracamoros, se tuvo de las derivas de entrepiso en el eje X, en el primer piso fue de 0,001948 y en el segundo piso de 0,001613, cumpliendo con el rango de la norma E.030-2018; y para el eje Y las derivas del primer piso es de 0,000387 y el segundo piso es de 0,000123, asimismo también cumpliendo con el límite de ser menor a 0,007 según la norma. Es así que nuestro estudio, concuerda con la investigación realizada por Barboza y Cardozo (2022) en su tesis evaluación Estructural Sismorresistente del Bloque C del colegio Jaén de Bracamoros mediante la Norma Técnica E. 030, Jaén–2021, donde tuvo que las derivas de entrepiso en la dirección X – X del primer piso fue de 0,004540, en el segundo piso de 0,006959 y en el tercer piso de 0,004840, cumpliendo con el rango establecido y para la dirección Y – Y las derivas del primer piso fueron de 0,004953, en el segundo piso de 0,006459 y en el tercer piso de 0,004770, cumpliendo con el rango establecido de ser menor a 0,007.

Después del análisis estático no lineal (AENL) en la edificación, se obtuvo como resultado que la estructura no tiene un grado óptimo de seguridad dado que las primeras rótulas se generan en las columnas, es decir no cumple con el criterio viga débil - columna fuerte, no se ha previsto en el diseño sísmico estructural tratar de controlar o al menos de retardar la formación de las rótulas plásticas en las columnas de la estructura del módulo del colegio Coloso y emblemático Jaén de Bracamoros 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 el diseño original presentaba formación de rótulas plásticas en las columnas en lugar de en las vigas. Por esta razón, se decidió rediseñar las columnas con el objetivo de que las rótulas plásticas se formen en las vigas en lugar de en las columnas. Asimismo, nuestro estudio coincide con Cahuana y Ccaso (2021) en su estudio desempeño sísmico aplicando el análisis estático no lineal (Pushover) del módulo III de la comisaría de Ciudad Nueva, Tacna 2021, donde tuvo que Las primeras rótulas plásticas aparecen en las columnas y los muros de albañilería, los cuales se encuentran en seguridad de vida, se tiene un desplazamiento de 0,062 m con una cortante de 416 978 kgf.

Para determinar el punto de desempeño, se debe de tener la curva de capacidad en la dirección X-X, la cual va a liberar energía sus elementos estructurales del edificio donde la máxima capacidad a resistir es de 236,62 tonf y un desplazamiento de 0,000331 m; asimismo la curva de capacidad en la dirección Y-Y va a liberar energía sus elementos estructurales del edificio donde la máxima capacidad a resistir es de 437,06 tonf y un desplazamiento de 0,134 m; en consecuencia se encontró el punto de desempeño en el eje X con un cortante de 274,36 tonf y un desplazamiento de 0,06947 m y en el eje Y con un cortante de 199,26 tonf y un desplazamiento de 0,044 m, mediante la norma internacional ASCE 41. En comparación a los resultados de la presente investigación, Chavesta (2019) en su trabajo de investigación análisis estático no lineal para estimar el desempeño sísmico de una estructura aporricada de 5 pisos en la ciudad de Lima, donde tuvo que la curva capacidad de la estructura tiene una fuerza cortante de 541,23 tonf y un desplazamiento máximo de 2,8 cm, asimismo la curva de capacidad desciende al obtener una fuerza cortante de colapso de 698,87 tonf con un desplazamiento de 20,5 cm. Asimismo el punto de desempeño está ubicado con un desplazamiento espectral de 8,74 cm. De otro lado Barboza (2019) en su investigación desempeño sísmico del edificio Ángel Divino ubicado en la ciudad de Chota, debido a la fuerza sísmica en la dirección X, la estructura alcanza su capacidad máxima (colapso) al llegar a un desplazamiento máximo de 19,25 cm y un cortante basal de 550,93 toneladas. En la dirección Y, la estructura alcanza su capacidad última con un cortante basal de 600,43 toneladas y un desplazamiento de 14,17 cm. En consecuencia, la estructura llega a su punto de fluencia en la dirección X con un cortante basal de 360,91 toneladas y un desplazamiento de 10,89 cm. En la dirección Y, el punto de fluencia se alcanza con un cortante basal de 141,68 toneladas y un desplazamiento de 2,27 cm.

Finalmente, de la hipótesis propuesta en nuestra investigación, se afirma que nivel de desempeño estructural del módulo I del colegio coloso y emblemático Jaén de Bracamoros, utilizando el análisis estático no lineal, es operacional, después de un sismo severo. En comparación a los resultados de la presente investigación, Barboza (2019) en su tesis Desempeño sísmico del edificio Ángel Divino ubicado en la ciudad de Chota, provincia de chota, región Cajamarca, entre los resultados, concluye que la edificación estudiada no cumple con el objetivo principal de la norma ATC-40 ya que cuenta con un nivel de desempeño sísmico de prevención al colapso.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Los desplazamientos máximos del módulo del colegio Coloso y emblemático Jaén de Bracamoros, se tuvo de las derivas de entrepiso en el eje X, en el primer piso fue de 0,001948 y en el segundo piso de 0,001613, asimismo para la dirección Y – Y las derivas del primer piso fueron de 0,000387 y el segundo piso de 0,000123, cumpliendo para ambos casos con el límite de ser menor a 0,007, según la norma técnica E0.30.
- Al de realizar el análisis estático no lineal – Pushover mediante el incremento de cargas en todos los entrepisos de la estructura se observó que las primeras rótulas plásticas que se han producido en la estructura, han sido en las columnas C19-I entre los ejes: Eje A – Eje 2, Eje A – Eje 3, Eje A – Eje 4, Eje A – Eje 5; y la columna C17 entre los ejes: Eje B – Eje 2, Eje B – Eje 3, Eje B – Eje 4, Eje B – Eje 5 del primer nivel de la edificación; lo cual no es muy óptimo para el desempeño sísmico estructural, por lo tanto, no está cumpliendo así con uno de los criterios más importantes en la rama estructural, como es viga débil – columna fuerte, no se ha previsto en el diseño sísmico estructural tratar de controlar o al menos de retardar la formación de las rótulas plásticas en las columnas de la estructura del módulo del colegio Coloso y emblemático Jaén de Bracamoros se debe evaluar un reforzamiento en las columnas.
- El punto de desempeño en el eje X con un cortante de 274,36 tonf y un desplazamiento de 0,06947 m y en el eje Y con un cortante de 199,26 tonf y un desplazamiento de 0,044 m, mediante la norma internacional ASCE 41.
- El nivel de desempeño sísmico estructural de la edificación, utilizando el análisis estático no lineal mediante la metodología Pushover, determina que la estructura se encuentra en el rango operacional, después de un sismo severo.

5.2. Recomendaciones

- Para obtener resultados óptimos de las derivas y desplazamientos se debe de tomar en cuenta la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente y la normativa internacional del ACI (Instituto Americano de Concreto).
- Es necesario estructurar la edificación de manera que las columnas sean fuertes y las vigas débiles, para fomentar la formación de rótulas plásticas en las vigas cuando se exceda la resistencia proporcionada.
- Analizar la estructura mediante la metodología de análisis por interacción suelo-estructura, en donde se tomen en cuenta las propiedades de sitio y de propiedades de la estructura.
- Para determinar el rango operacional de una edificación, podemos utilizar diferentes normas internacionales como el ASCE-13, FEMA 356, FEMA 440, ATC-40, entre otros. Se sugiere emplear estas diferentes normas a fin de ver que los resultados obtenidos son muy parecidos.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade-Figueroa, E. (2018). *Análisis estático no lineal del edificio de ingeniería civil de la Universidad Estatal del Sur de Manabí* [Tesis de pregrado, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. Repositorio Digital Universidad Estatal del Sur de Manabí. <https://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/1390>
- Barboza, A. y Cardozo, A. (2022). *Evaluación Estructural Sismorresistente del Bloque C de la Institución Educativa Emblemática Jaén de Bracamoros Empleando la Norma Técnica E. 030, Jaén–2021* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio Institucional Universidad Nacional de Jaén. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/454>
- Barboza-Estela, R. (2019). *Desempeño sísmico del edificio Ángel Divino ubicado en la ciudad de Chota, provincia de chota, región Cajamarca* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio Institucional Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/3833>
- Cahuana Cáceres, M. y Ccaso Huacca, 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>
- Cerquín-Briones, C. (2019). *Nivel de desempeño sísmico de la edificación del instituto superior de educación público " Hno. Victorino Elorz Goicochea" Cajamarca 2018* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional Universidad Nacional de Cajamarca. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/3790>
- ¹⁷ Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigaciones de Desastres– CISMID. (2013). *Estudio de micro zonificación sísmica y vulnerabilidad en la ciudad de Lima*. <https://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/CISMID/Informe-06-Comas14062011-Rev4.pdf>

- Chavesta-Ruelas, E. (2019). Análisis estático no lineal para estimar el desempeño sísmico de una estructura aporticada de 5 pisos en la ciudad de Lima [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Federico Villareal]. Repositorio Institucional Universidad Nacional Federico Villareal. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/2810>
- Chuquicahua-Zelada, D. (2020). *Análisis no lineal estático y dinámico de un edificio de concreto armado con disipadores de energía SLB en la ciudad de Chiclayo* [Tesis de pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. Repositorio de tesis Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/2914>
- Choque, J. y Luque, E. (2019). *Análisis estático no lineal y evaluación del desempeño sísmico de un edificio de 8 niveles diseñado con la norma E.030* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín]. Repositorio Institucional Universidad Nacional de San Agustín. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSA_6ef7104df368f637d49115f43a18c30d
- 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 de la Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/36959>
- Grajales, T. (2000). Tipos de investigación. *Revisado el, 14,* 112-116. <http://cmascript2.ihmc.us/rid=1RM1F0L42-VZ46F4-319H/871.pdf>
- Gresia-Munayco, J. (2019). *Evaluación y comparación del desempeño sísmico de 3 edificaciones duales de concreto armado de diferentes alturas* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería]. RENATI. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3266363>
- Guerrero-Zavaleta, N. A. (2021). *Evaluación estructural del bloque " B1" de la IE Jaén de Bracamoros de la ciudad de Jaén, 2019* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional Universidad Nacional de Cajamarca. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/4389>

Instituto Geofísico del Perú. (2020). *Análisis y evaluación de los patrones de sismicidad y escenarios sísmicos en el borde occidental del Perú.*

https://repositorio.igp.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12816/4893/ESCENARIO_SISMICO_PERU_IGP2020.pdf

Julca-Tarrillo, W. (2023). *Nivel de Desempeño Sísmico del Bloque " B1" de la IE Fe y Alegría N° 22 San Luis Gonzaga de la Ciudad de Jaén, 2022* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional Universidad Nacional de Cajamarca. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/5562>

López, O. A. (2013). Lineamientos para un programa de reducción del riesgo sísmico en Venezuela. *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*, 28(3), 29-46. http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0798-40652013000300004&script=sci_arttext

Mejía, P. y Rivera, J. (2020). *Análisis estático no lineal de una estructura mediante el método de control de desplazamientos* [Tesis de pregrado, Universidad de Cuenca]. Repositorio Institucional Universidad de Cuenca. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/34528>

Pita-Fernández, S. y Pértegas-Díaz, S. (2002). Investigación cuantitativa y cualitativa. *Cad Aten primaria*, 9(1), 76-78. http://www.ecominga.uqam.ca/ECOMINGA_2011/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE_LECTURE_2/4/2.Pita_Fernandez_y_Pertegas_Diaz.pdf

Ramírez, R., Mendes, N., & Lourenço, P. B. (2019). Diagnosis and seismic behavior evaluation of the church of São Miguel de Refojos (Portugal). *Buildings*, 9(6), 138. <https://www.mdpi.com/2075-5309/9/6/138>

Relat-Muntané, J. (2010). Introducción a la investigación básica. *Centro de investigación biométrica*, 221, 227. https://www.researchgate.net/profile/Jordi-Muntane/publication/341343398_Introduccion_a_la_Investigacion_basica/link/s/5ebb9e7d92851c11a8650cf9/Introduccion-a-la-Investigacion-basica.pdf

Reglamento Nacional de Edificaciones. (2018). *Norma tecnica de edificacion E.030 Diseño sismoresistente.*

<https://museos.cultura.pe/sites/default/files/item/archivo/Norma%20t%C3%A9cnica%20E.030%20Dise%C3%B1o%20sismorresistente.pdf>

Rodríguez, F. N. (2007). Generalidades acerca de las técnicas de investigación cuantitativa. *Paradigmas*, 2(1), 9-39.

<https://publicaciones.unitec.edu.co/index.php/paradigmas/article/view/20>

Saldaña-Saldaña, R. (2020). *Nivel de desempeño sísmico de las viviendas proyectadas para el año 2017-2018 en la ciudad de Cajamarca* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional Universidad Nacional de Cajamarca. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/3716>

Sandeep, K., Prasad, J. & Malagavelli, V. (2019). Non-Linear Static Analysis of RCC Framed Structures with and Without Infill Walls. *Blue Eyes Intelligence Engineering & Sciences Publication*, 9(1), 1962-1967.

<https://www.ijitee.org/wp-content/uploads/papers/v9i1/A5248119119.pdf>

Scharager, J., & Reyes, P. (2001). Muestreo no probabilístico. *Pontificia Universidad Católica de Chile, Escuela de Psicología, 1*, 1-3.

<https://www.academia.edu/download/31715755/muestreo.pdf>

Segura-Hernández, O. (2021). *Comparación del desempeño sísmico mediante Análisis Estático No Lineal (Pushover) de dos edificaciones en concreto reforzado situadas en zona de amenaza sísmica alta con grado de disipación de energía DES, diseñadas bajo los criterios del AIS 114-17 y la norma NSR-10* [Tesis de grado, Universidad Militar Nueva Granada]. Repositorio Institucional Universidad Militar Nueva Granada.

<https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/39676>

Urteaga-Loayza, W. (2019). *Nivel de desempeño sísmico del edificio N° 01 de la institución educativa San Ramón (anexo Chontapaccha) considerando la interacción suelo estructura* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional Universidad Nacional de Cajamarca.

<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/3671>

AGRADECIMIENTO

Agradecer a nuestro creador, por estar en cada momento, darnos fuerzas y salud para terminar mi trabajo de investigación.

A mis amados padres, por su apoyo incondicional en cada proceso de nuestra vida universitaria, por su apoyo económico para terminar nuestra carrera profesional.

A mis hermanos y amigos, por el aliento de cada día, para ser una mejor persona.

Bach. Maykol Jairo Oliva Alejandría

Bach. Kevin Jhordi Solis Tapia

DEDICATORIA

Este estudio está dedicado a nuestro creador, padre celestial; por guiarme por el camino del bien.

A mis padres, familiares y amigos que en todo momento estuvieron conmigo, en las buenas y en las malas.

Bach. Maykol Jairo Oliva Alejandria

Bach. Kevin Jhordi Solis Tapia

ANEXOS

Operacionalización Variables

Anexo 1

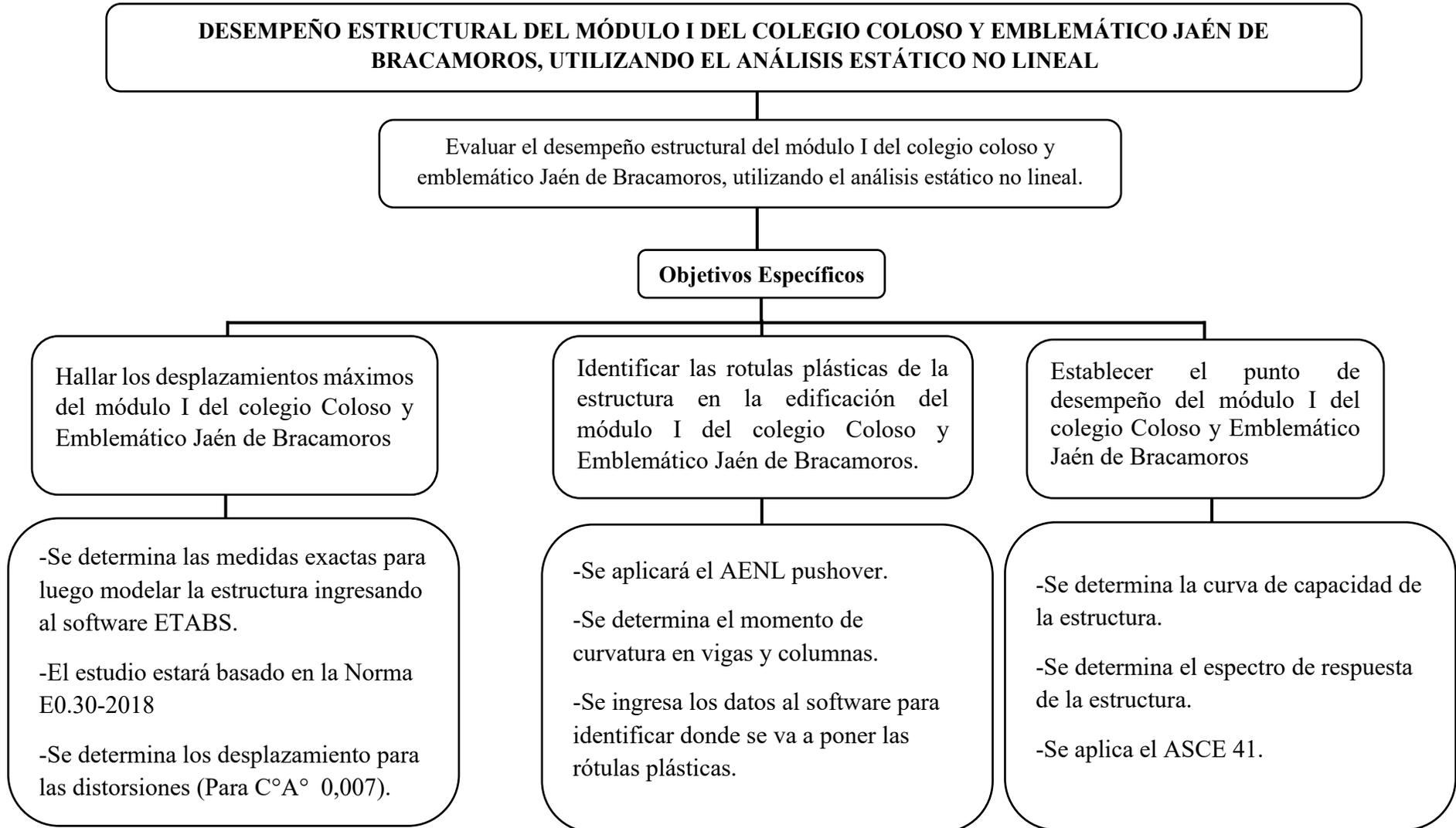
Matriz de consistencia

	Variables	Dimensiones	Indicador	unidad	Técnica de recolección de datos	Instrumento de recolección de información	
Variable Independiente	Módulo I	Propiedades	Tipo de sistema	-			
			Dimensiones de los elementos estructurales	ml	-Observación		
			Cuantía en los elementos estructurales	cm2	-RNE (E. 030)		
			Resistencia del concreto de los elementos estructurales	kg/cm2			
Variable dependiente	Desempeño estructural	Desplazamientos máximos	Distorsiones máximas	mm		Software Etabs	
			Excentricidad	mm	-Observación		
			Cargas monotónicas	Tn			
			Irregularidad en planta	mm			
			Irregularidad en elevación	mm	-Análisis bibliográfico		
		Capacidad estructural	Ubicación de las rótulas plásticas	mm			
			Operacional	Funcional	Razón		
				Seguridad o Resguardo de vida	Razón		-Observación
				Precolpaso	Razón		
			Punto de desempeño	Colapso	Razón		- Análisis bibliográfico
Punto de desempeño	Espectro de capacidad	mm vs Tn					
	Espectro de demanda	g vs mm					

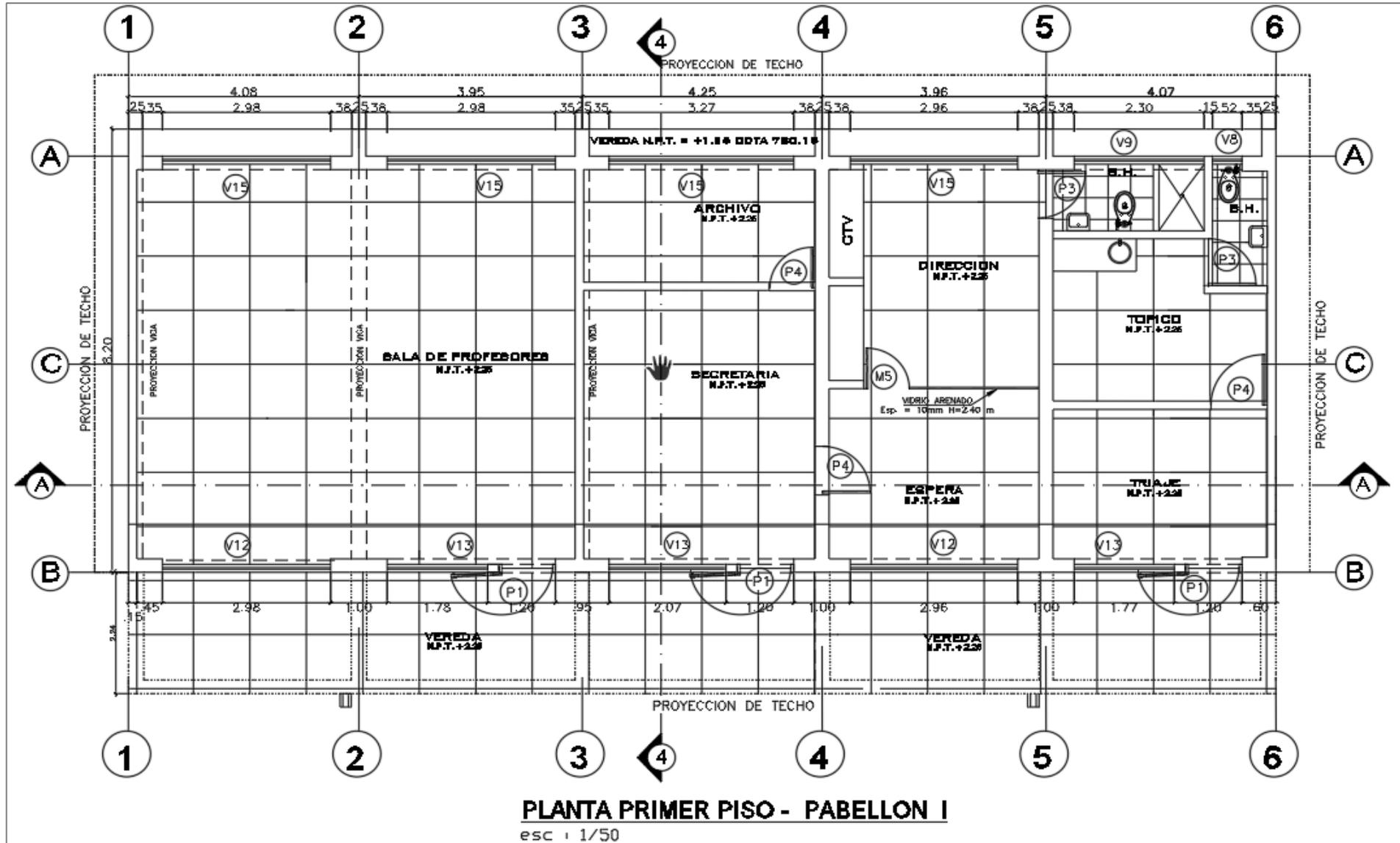
Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2

Procedimiento



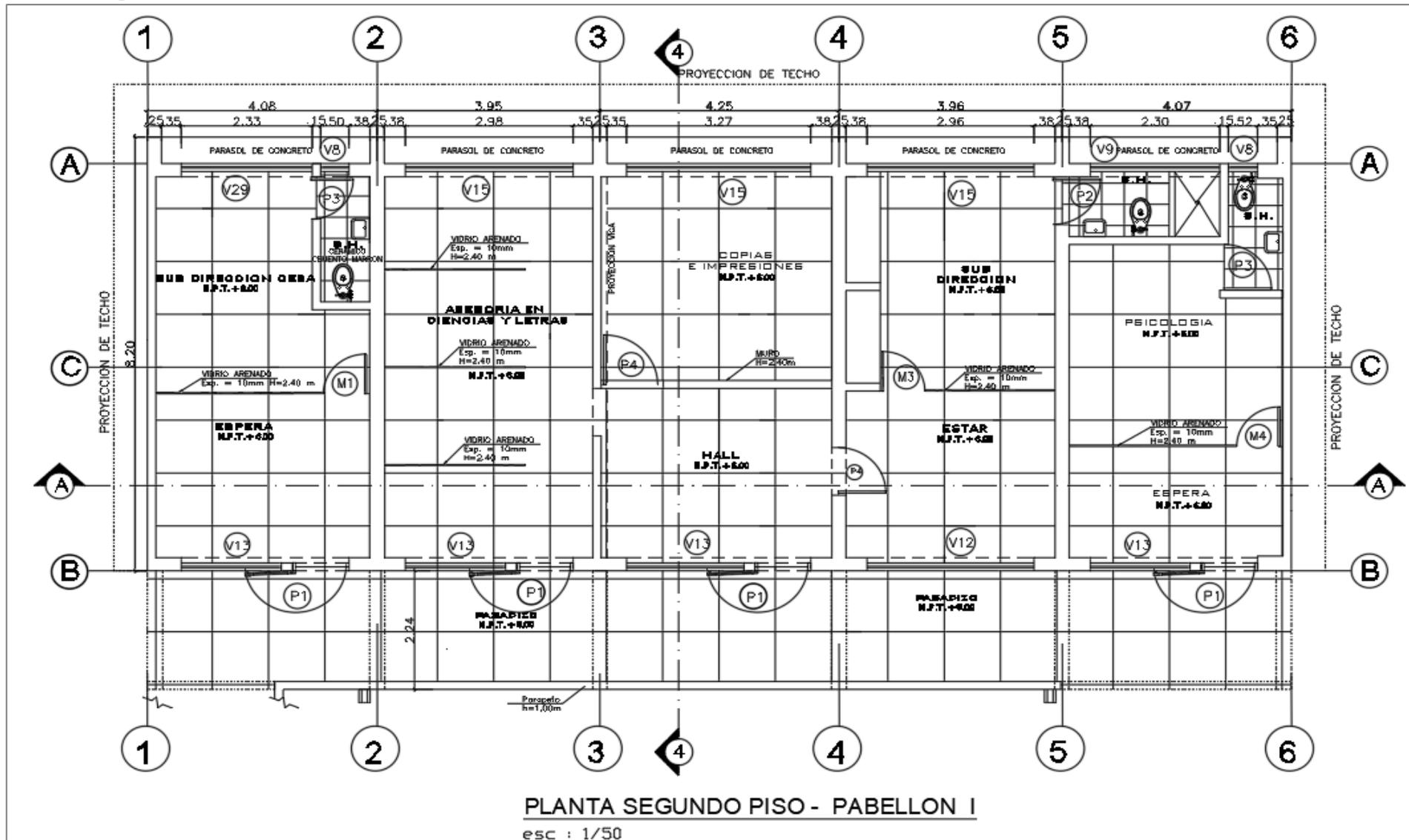
Plano de arquitectura nivel 1



Fuente: Municipalidad provincial de Jaén (2023).

Anexo 4

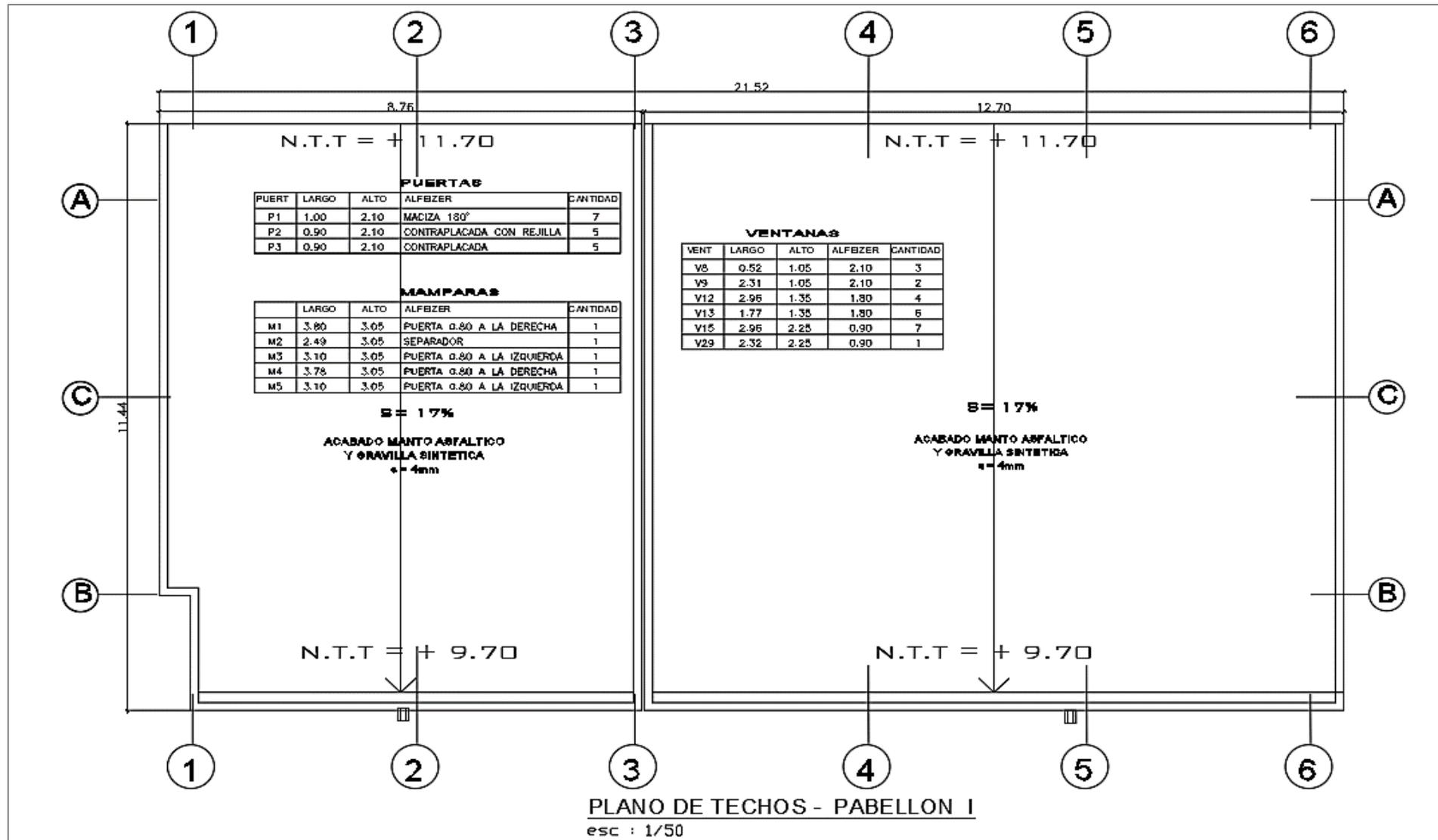
Plano de arquitectura nivel 2



Fuente: Municipalidad provincial de Jaén (2023).

Anexo 5

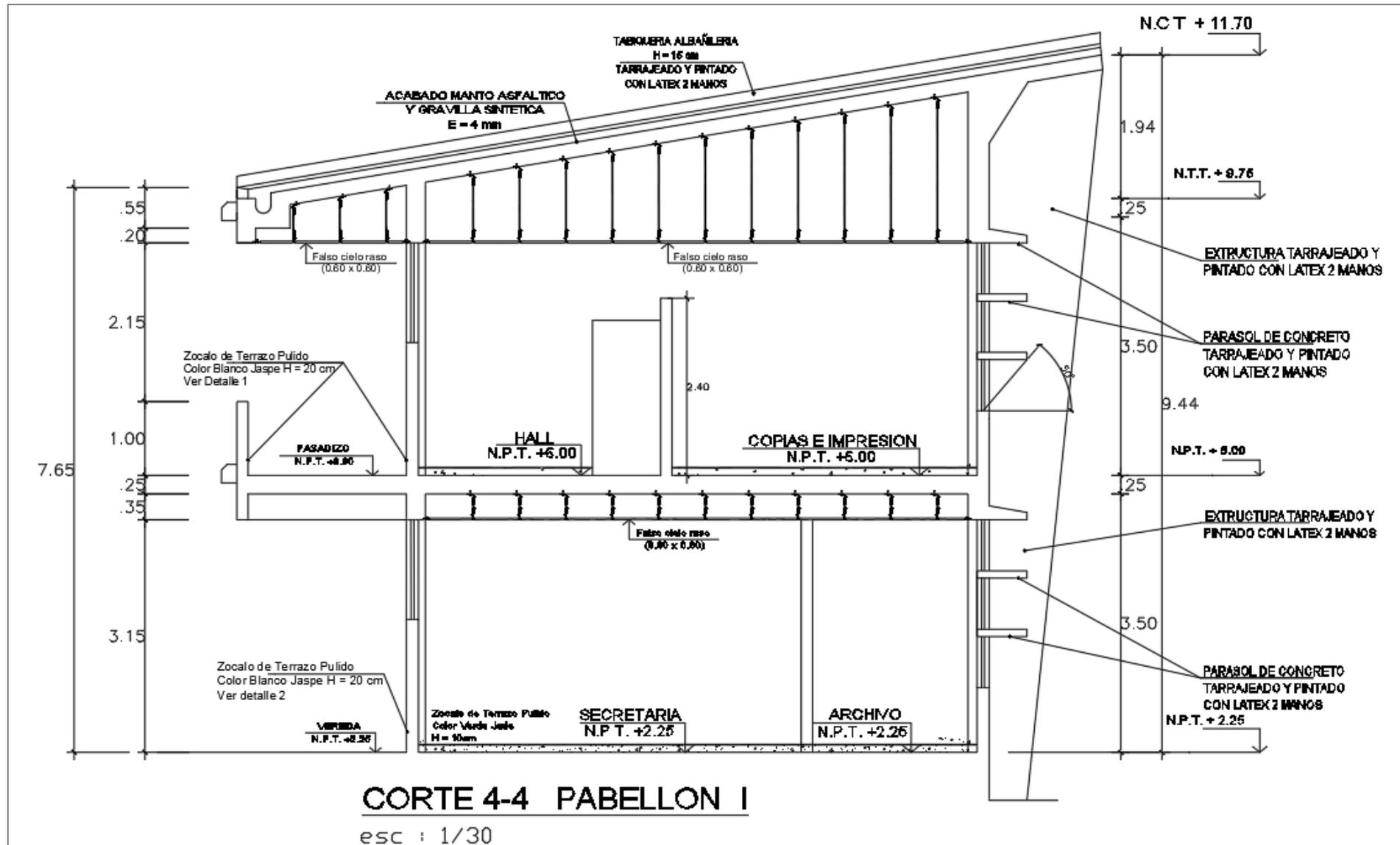
Plano de techo



Fuente: Municipalidad provincial de Jaén (2023).

Anexo 6

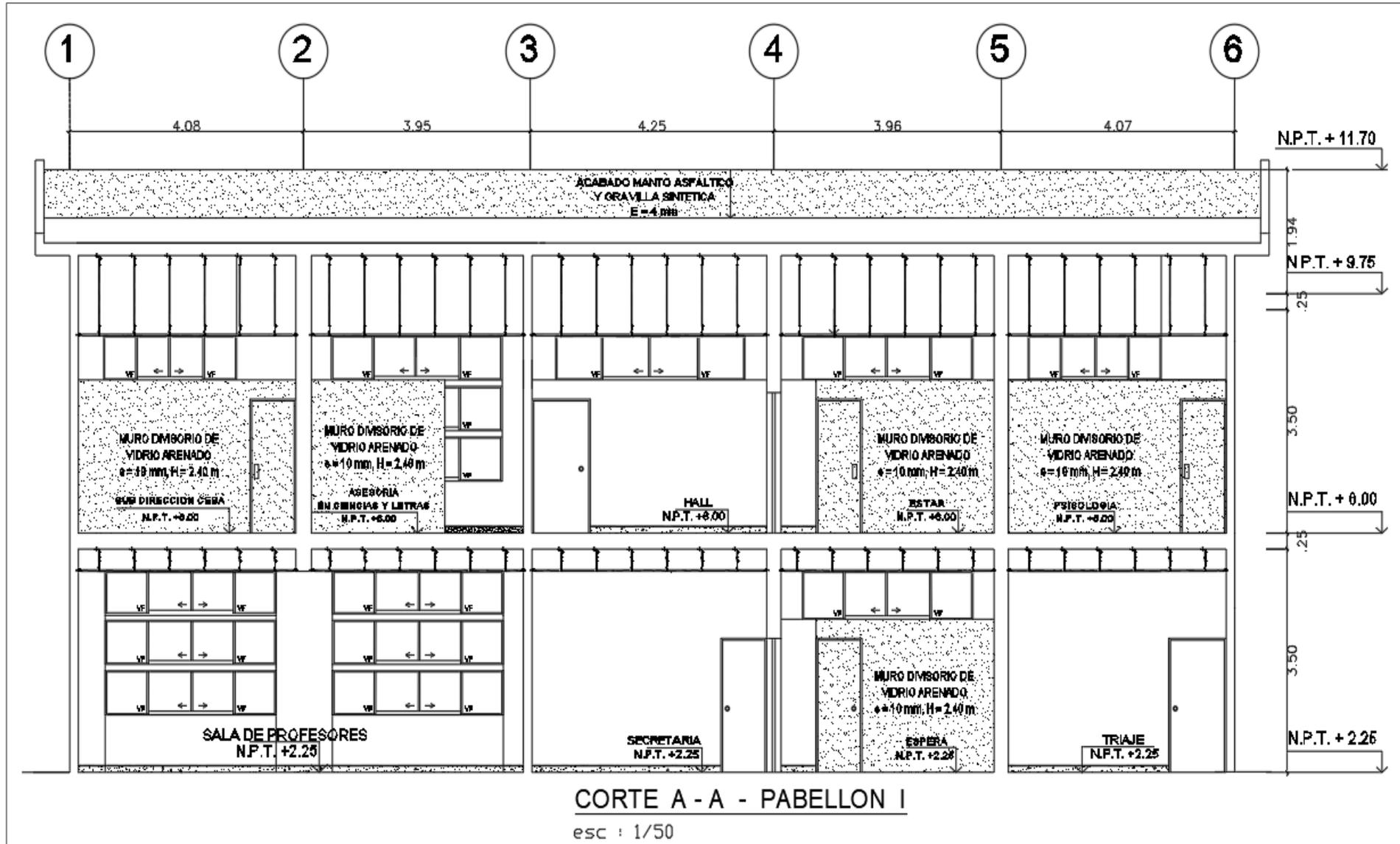
Elevación corte 4-4



Fuente: Municipalidad provincial de Jaén (2023).

Anexo 7

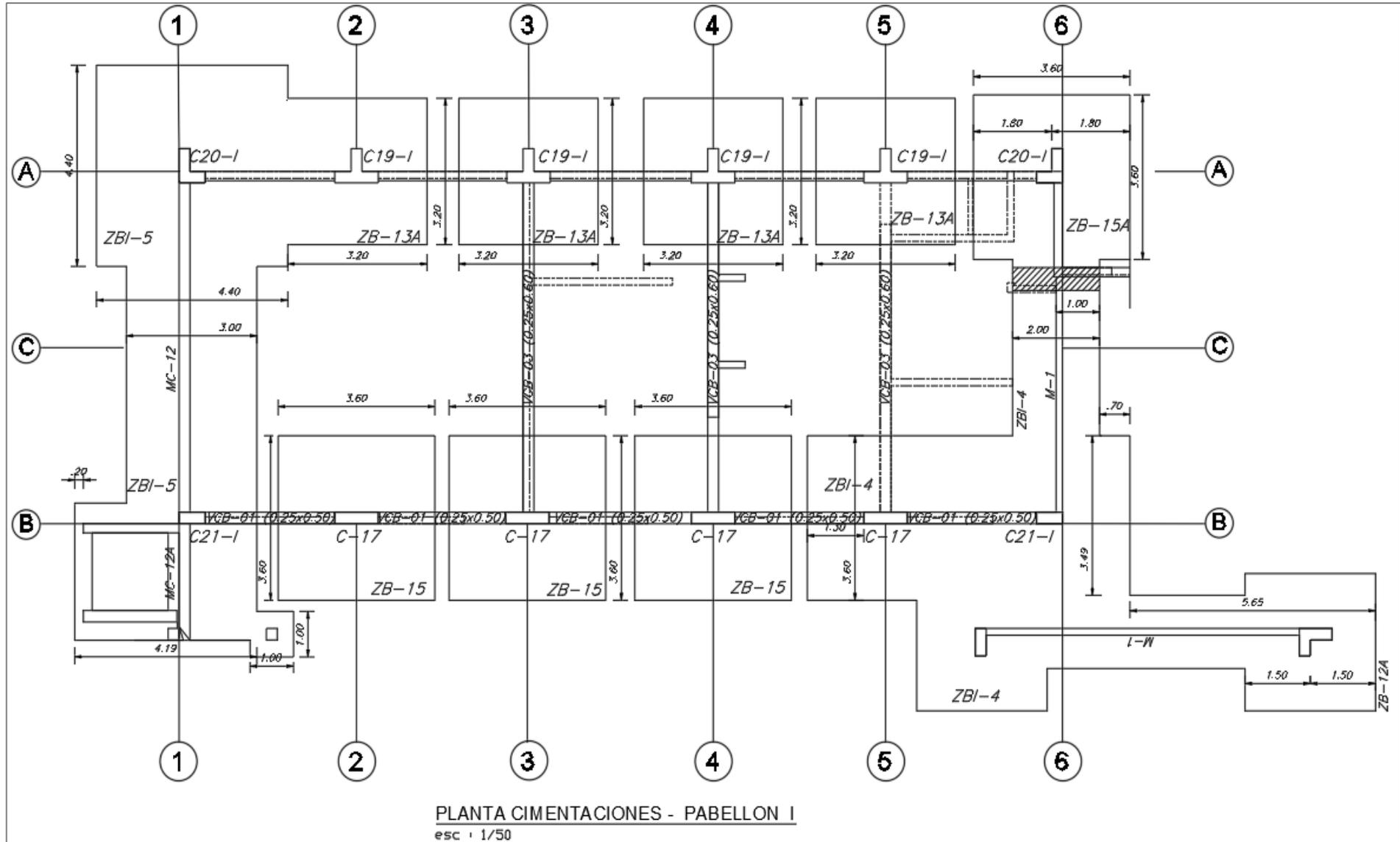
Elevación corte A-A



Fuente: Municipalidad provincial de Jaén (2023).

Anexo 8

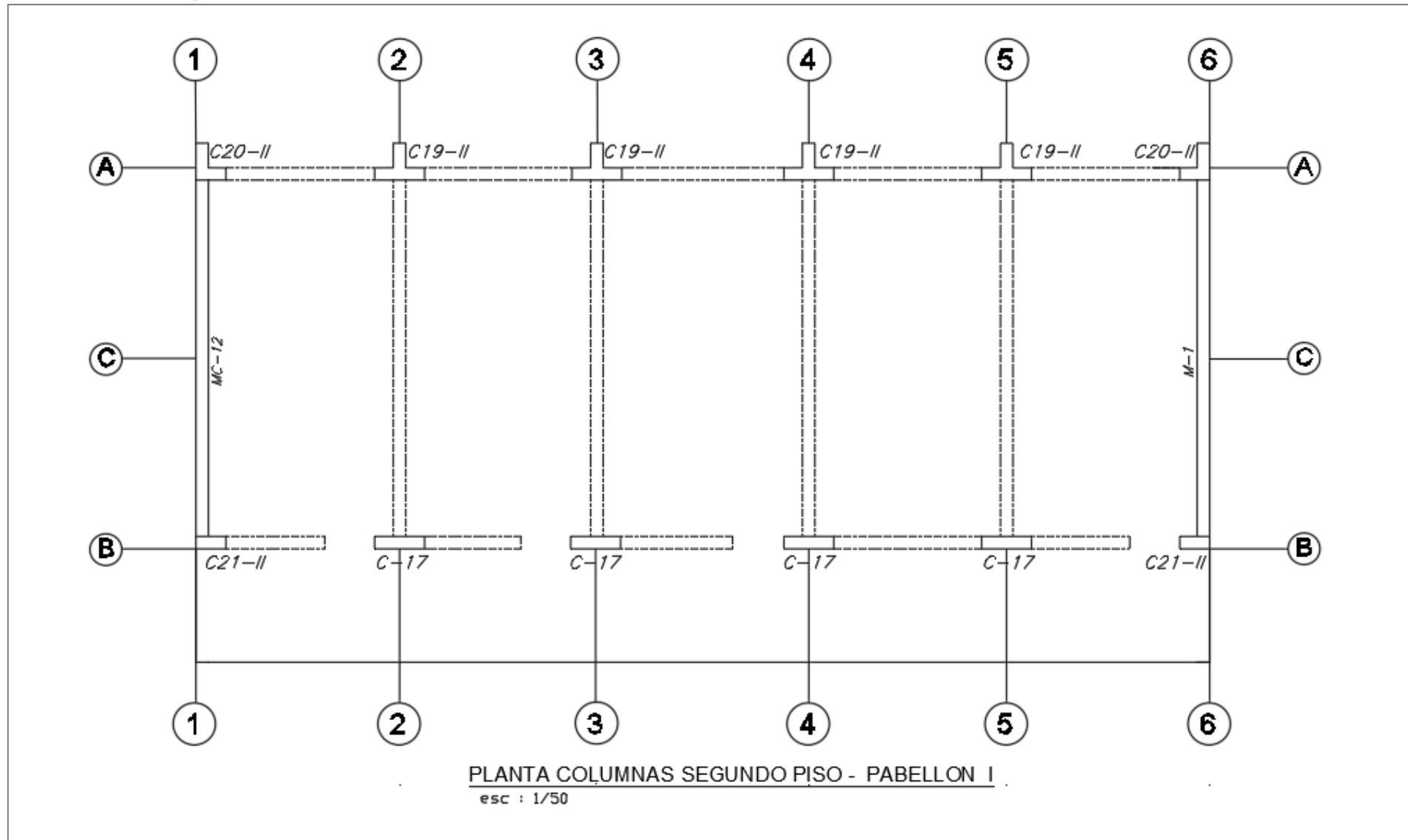
Planta cimentación



Fuente: Municipalidad provincial de Jaén (2023).

Anexo 9

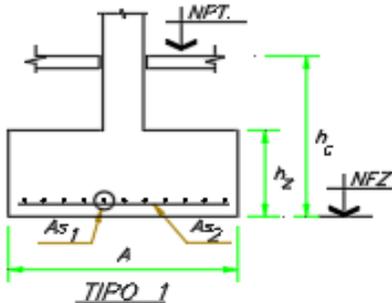
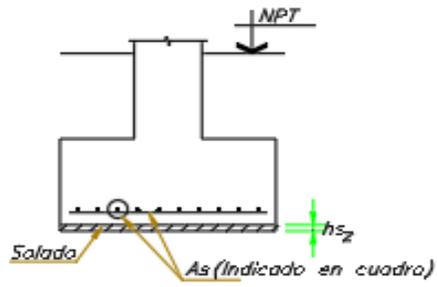
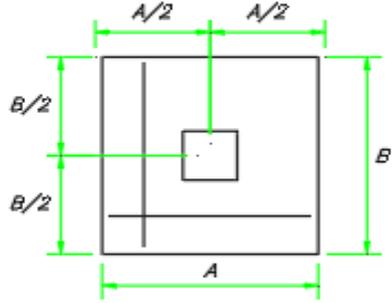
Planta columnas segundo nivel



Fuente: Municipalidad provincial de Jaén (2023).

Anexo 10

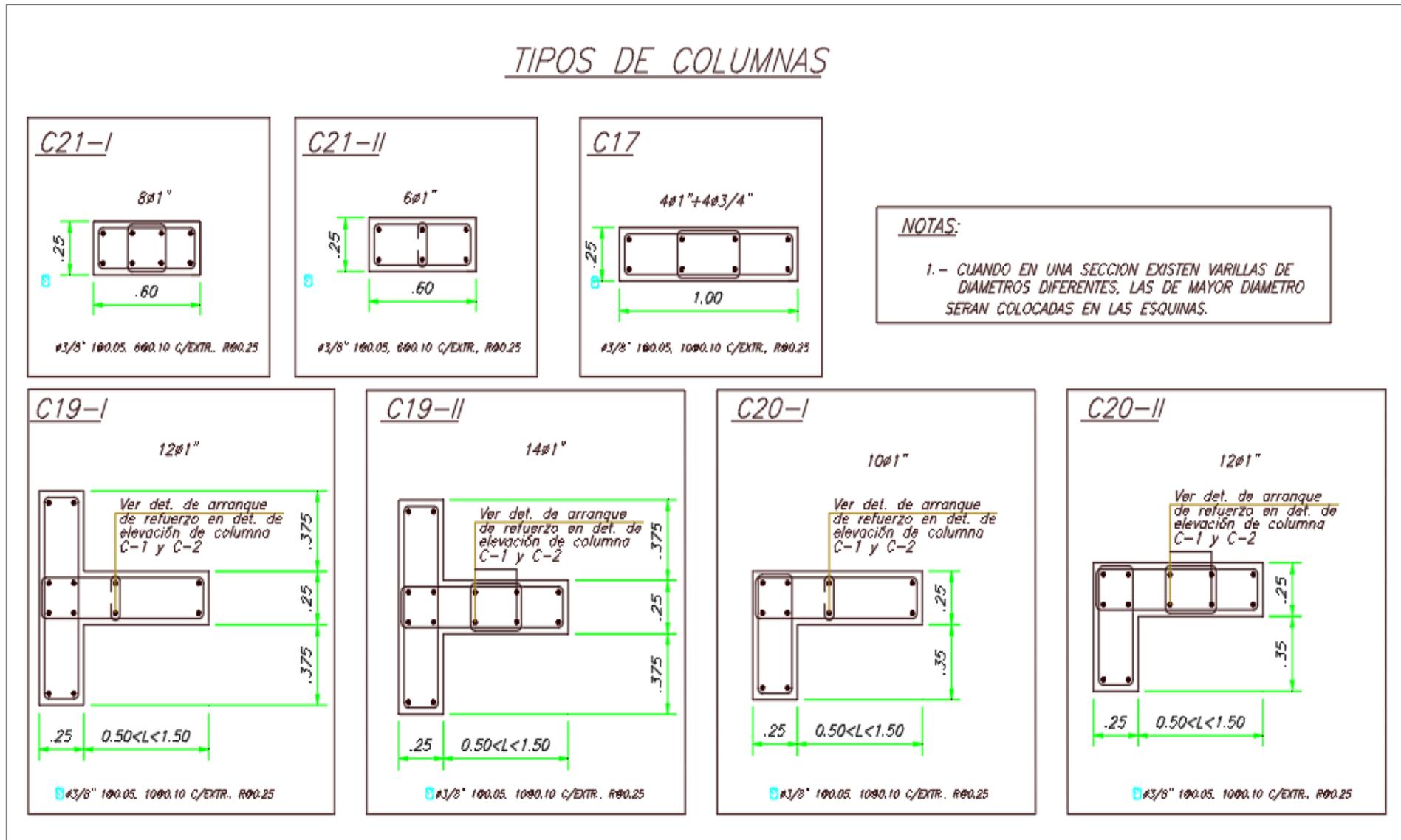
Detalle de zapatas

DETALLE DE ZAPATAS														
 <p style="text-align: center;">TIPO 1</p>														
TIPOS DE SUB-ZAPATAS							TIPOS DE PLANTAS DE ZAPATAS							
 <p style="text-align: center;">TIPO A</p>							 <p style="text-align: center;">TIPO 1</p>							
CUADRO DE ZAPATAS														
ZAPATA	SUB-ZAPATA			TIPOS DE ZAPATA		DIMENSIONES			NFZ	h _c	ACERO DE REFUERZO			
	TIPO	h _{s₂}	X	ELEVACION	PLANTA	A	B	h _z			As ₁	As ₂	As ₃	As ₄
ZB-12A	A	0.05	-	1	I	3.00	3.00	0.70	1.05	1.20	#5/8"Ø0.15	#5/8"Ø0.15		
ZB-13A	A	0.05	-	1	I	3.20	3.20	0.70	-0.40	-	#5/8"Ø0.15	#5/8"Ø0.15		
ZB-15	A	0.05	-	1	I	3.60	3.60	0.70	1.05	1.20	#5/8"Ø0.15	#5/8"Ø0.15		
ZB-15A	A	0.05	-	1	I	3.60	3.60	0.70	0.00	1.25	#5/8"Ø0.15	#5/8"Ø0.15		
ZBI-4	A	0.05	-	1	VER PLANTA			0.70	1.05	1.20	#5/8"Ø0.15	#5/8"Ø0.15		
ZBI-5	A	0.05	-	1	VER PLANTA			0.70	-1.20	1.20	#5/8"Ø0.15	#5/8"Ø0.15		

Fuente: Municipalidad provincial de Jaén (2023).

Anexo 11

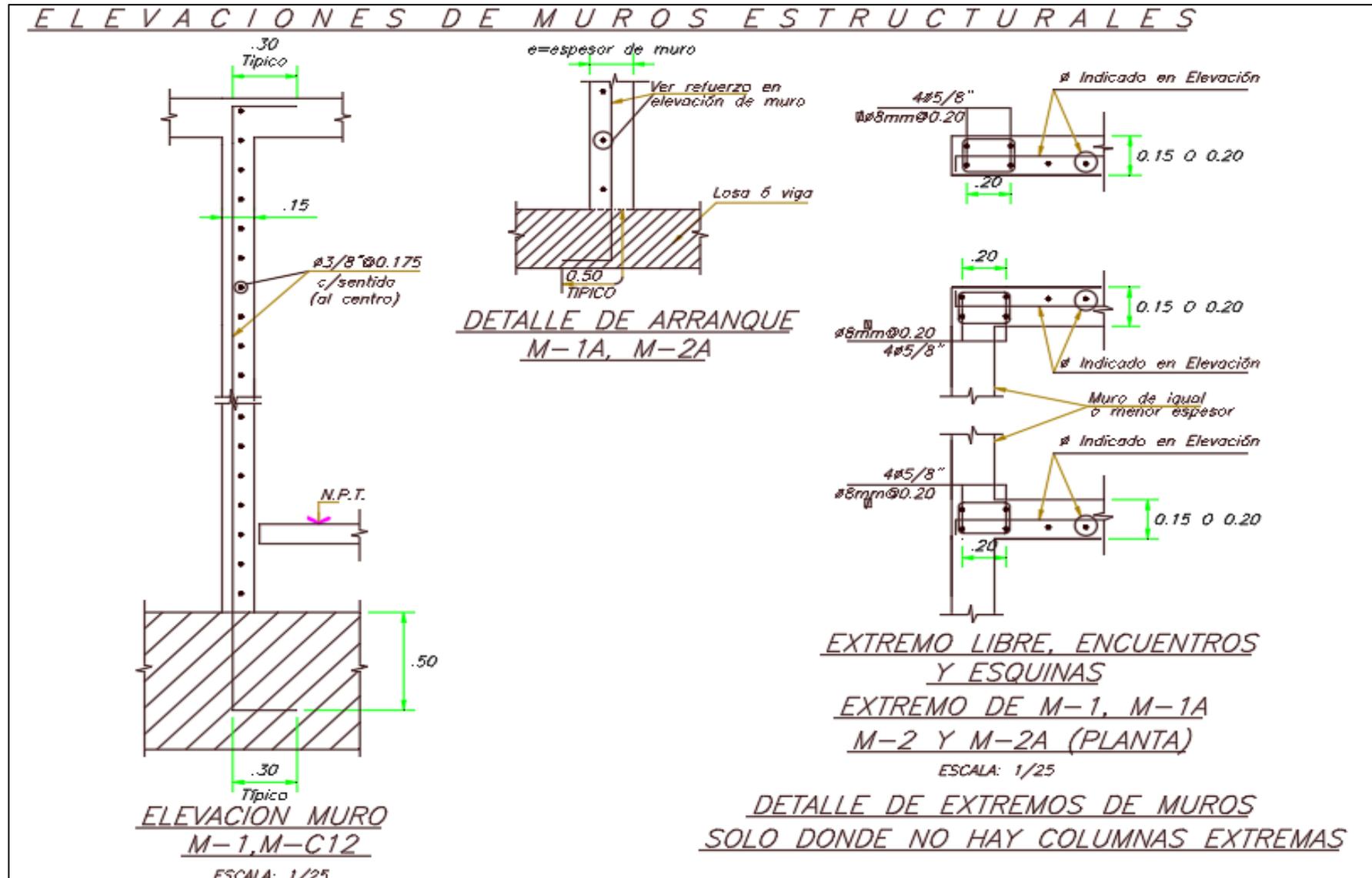
Detalle de columnas



Fuente: Municipalidad provincial de Jaén (2023).

Anexo 12

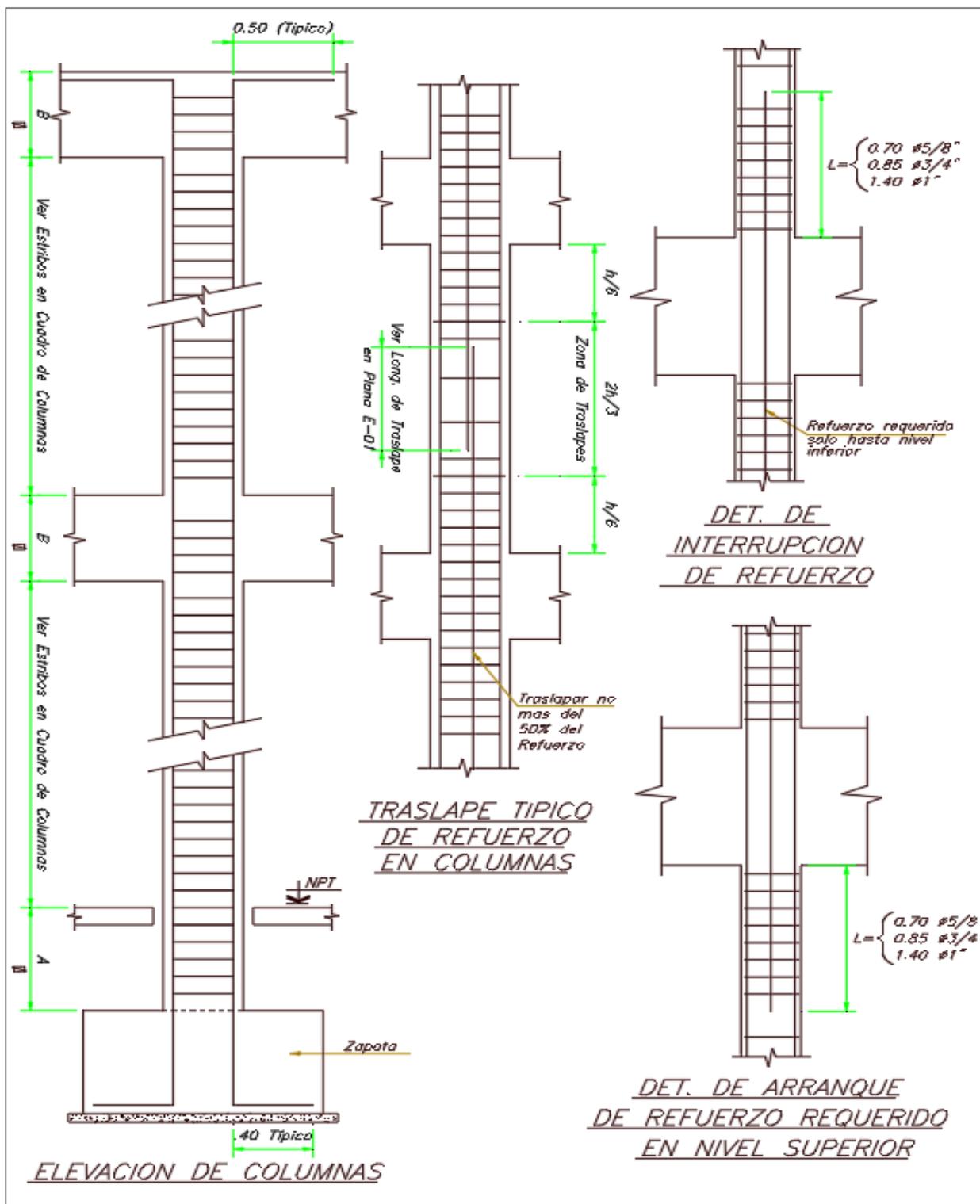
Detalle de muros estructurales



Fuente: Municipalidad provincial de Jaén (2023).

Anexo 13

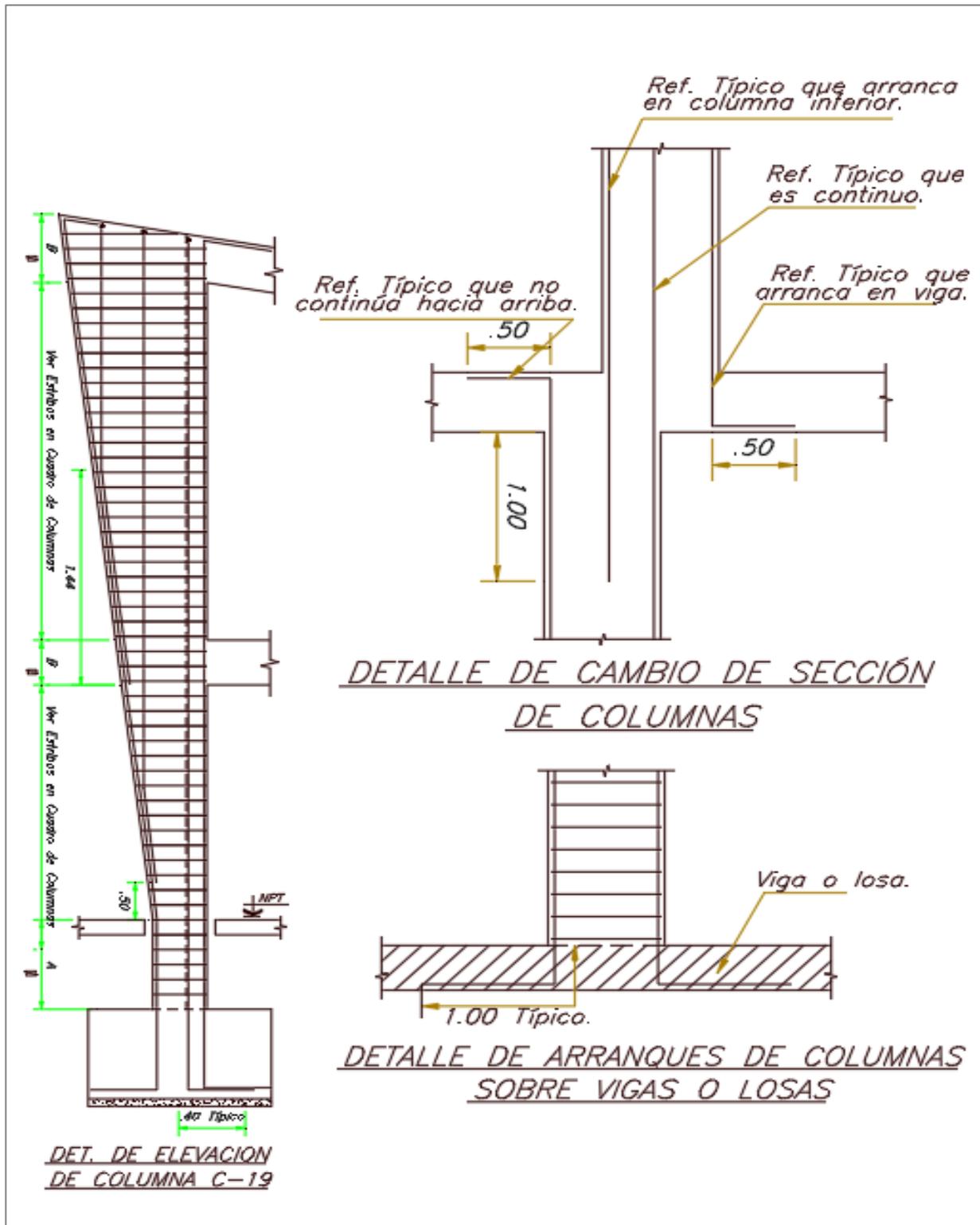
Detalle de columnas en elevación



Fuente: Municipalidad provincial de Jaén (2023).

Anexo 14

Detalle de columnas en elevación



Fuente: Municipalidad provincial de Jaén (2023).

Anexo 15

Especificaciones técnicas

1.- CEMENTO :

- _ Solados, Cimentacion y Estructuras en contacto con terreno _____ Portland tipo MS
- _ Resto de la Estructura _____ Portland tipo 1 o tipo IPM

2.- RESISTENCIA DEL CONCRETO :

- _ Solado _____ A
- _ Zapatas y vigas de cimentación _____ E
- _ Sub-Zapatas _____ B
- _ Cimientos corridos de muros de albañilería _____ B
- _ Sobrecimientos corridos de muros de albañilería _____ C
- _ Pavimento en estacionamiento y Rampa _____ E
- _ Losas macizas _____ E
- _ Resto de losas y vigas _____ E
- _ Escaleras y Muros _____ E
- _ Columnas (ver cuadro de columnas) _____ E
- _ Muros de contención _____ E
- _ Columnas y vigas de Amarre de Albañilería _____ D
- _ Cisterna _____ H

Clase	A	B	C	D	E	F	G	H
Kg/cm2.	80	80	80	175	210	245	245	280
MPa	7.8	7.8	7.8	17.8	20.5	24.0	24	28.5
COMENTARIO	---	+30% de piedra, 0.30 max.	+25% de piedra, 0.10 max.	---	---	Relación a/c = 0.45	---	Relación a/c = 0.45

3.- ACERO DE REFUERZO:

- _ Barras corrugadas: ASTM A-615 (Grado 60) _____ f'y = 4200 Kg/cm2 (428 MPa)

4.- RECUBRIMIENTOS :

- _ Concreto vaciado contra el suelo _____ 7.5 cm.
- _ Concreto en contacto con el terreno (vaciado con encofrado)
 - Barras de 5/8" o menores _____ 4.0 cm.
 - Barras de 3/4" o mayores _____ 5.0 cm.
- _ Losas macizas y/o aligeradas, vigas chatas, muros y escaleras _____ 2.0 cm.
- _ Columnas estructurales (C) y Vigas peraltadas _____ 4.0 cm.
- _ Elementos de confinamiento y/o arrioste de la albanilería (CA) _____ 2.5 cm.

ESPECIFICACIONES DE MUROS DE ALBAÑILERIA

15.2 TIPOS DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA

Los muros de tabiques Serán de fabricación industrial (no hechos a mano) y tendrán un porcentaje de "huecos verticales" entre 45% y 60% del área bruta, con una resistencia característica mínima de 100 kg/cm2. medida sobre el área bruta. No se permitirá el ladrillo tubular con huecos horizontales (tipo pandereta o similar).

15.3 RESISTENCIA CARACTERISTICA DE LOS MUROS

Los muros tendrán una resistencia característica f'm de 30 kg/cm2 medida sobre el área bruta del muro.

15.4 MORTERO

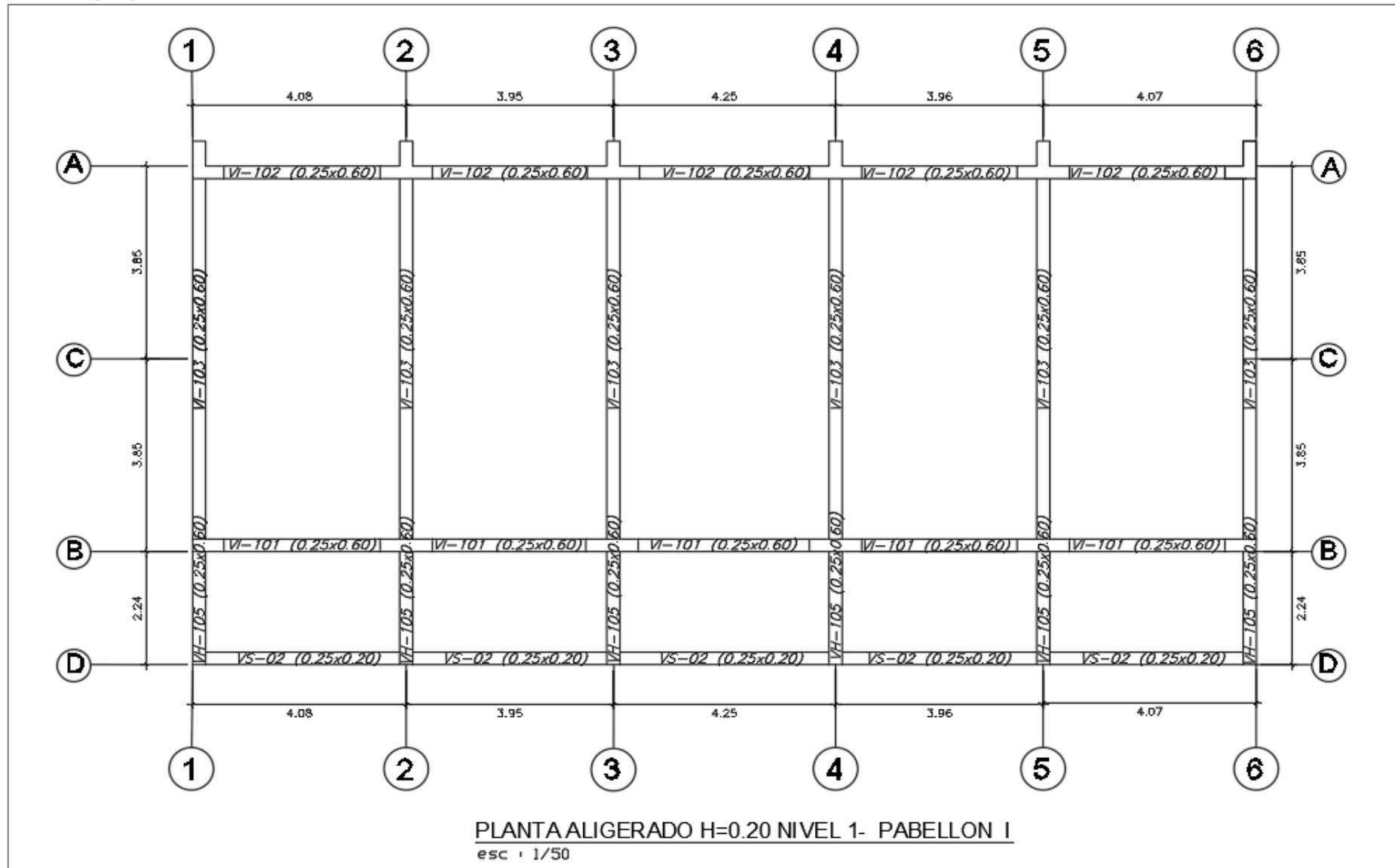
Se utilizará para el asentado de las unidades de albañilería y estará conformado por una mezcla cuyas proporciones en volumen son las siguientes:

una parte de cemento
cinco partes de arena

Fuente: Municipalidad provincial de Jaén (2023).

Anexo 16

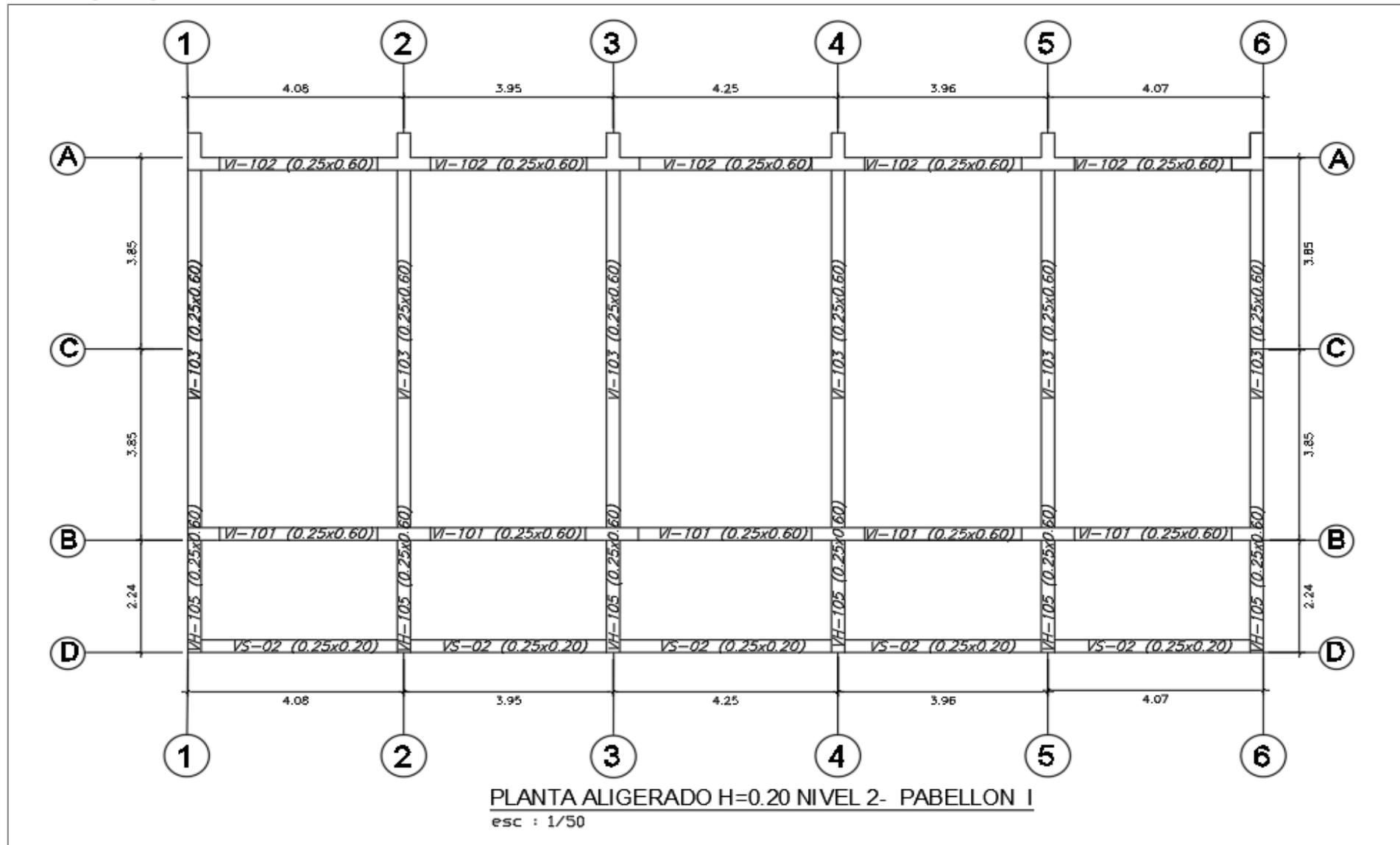
Planta vigas primer nivel



Fuente: Municipalidad provincial de Jaén (2023).

Anexo 17

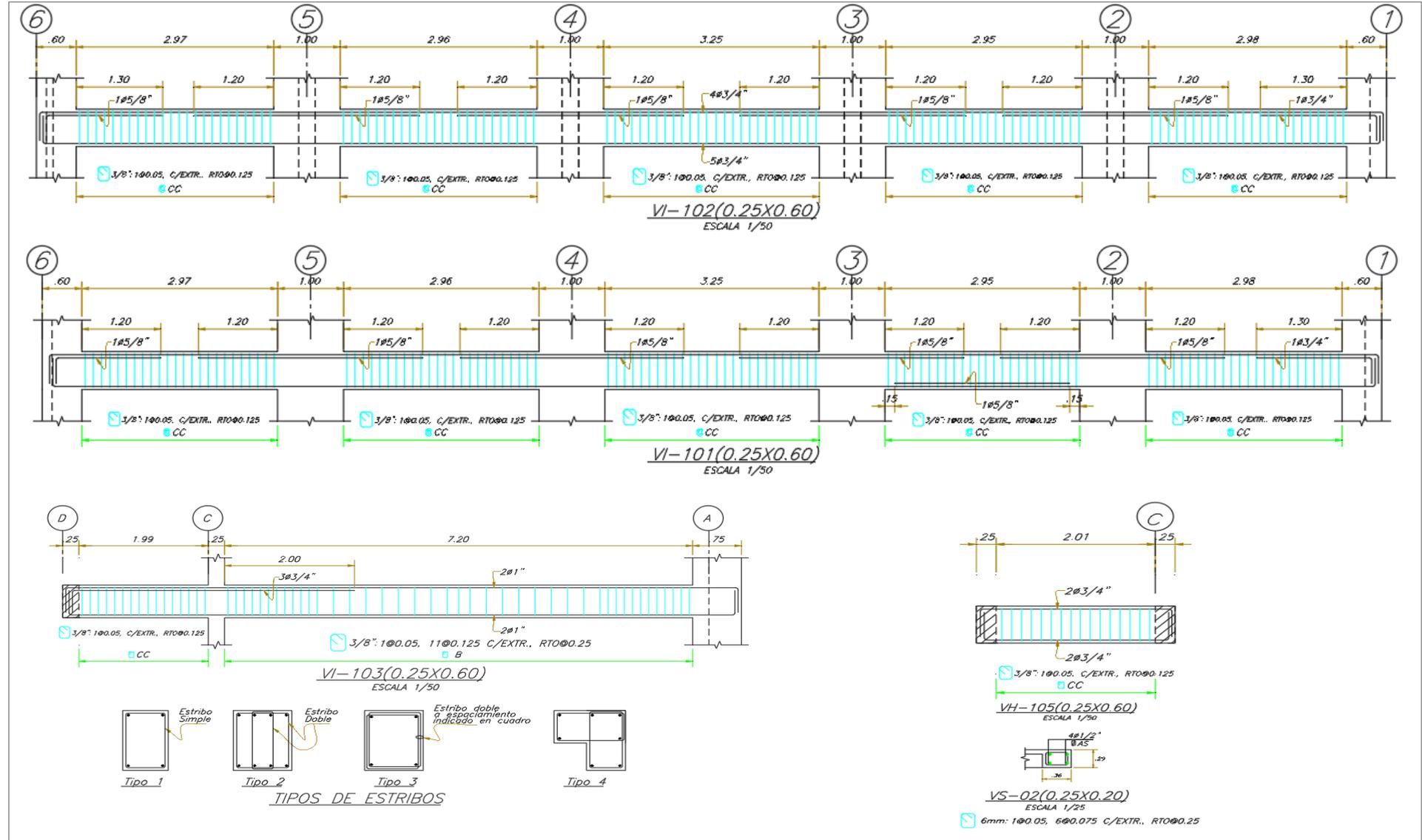
Planta vigas segundo nivel



Fuente: Municipalidad provincial de Jaén (2023).

Anexo 18

Detalles de vigas



Fuente: Municipalidad provincial de Jaén (2023).

Anexo 19

Toma de medidas externa de la estructura del nivel 1 – parte I



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 20

Toma de medidas externa de la estructura del nivel 1 – parte II



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 21

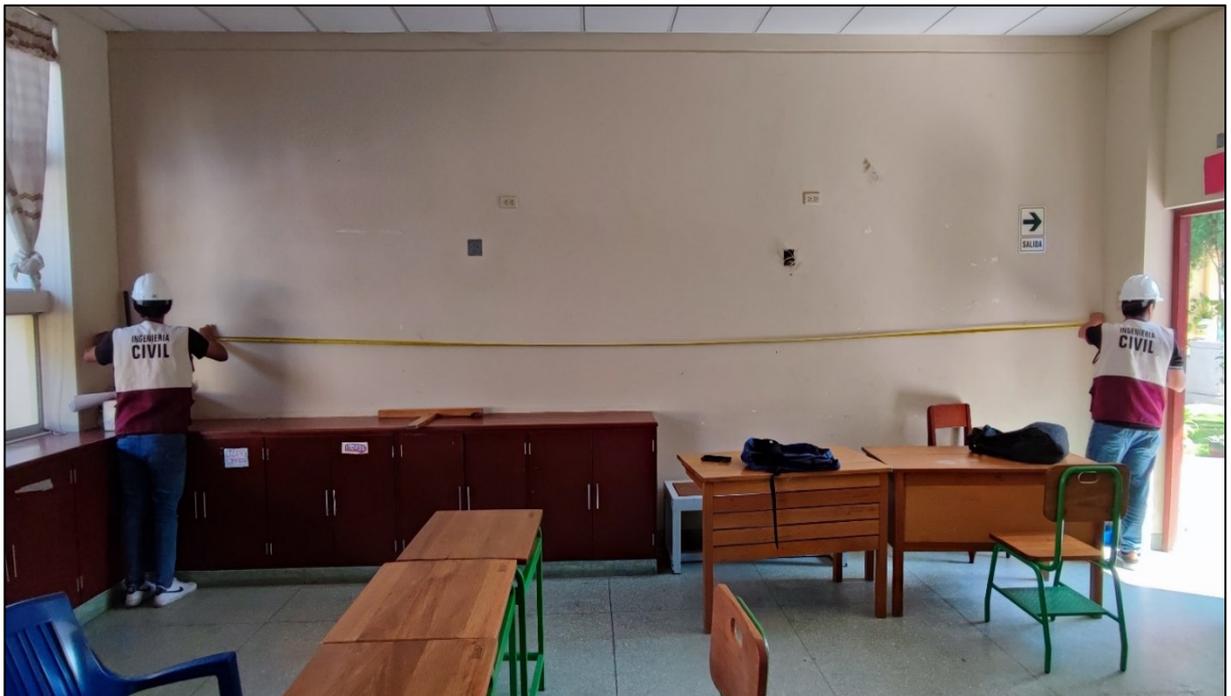
Toma de medidas interna de la estructura del nivel 1 – parte I



Fuente: Elaboración propia

Anexo 22

Toma de medidas interna de la estructura del nivel 1 – parte II



Fuente: Elaboración propia

Anexo 23

Toma de medidas interna de la estructura / escalera



Fuente: Elaboración propia

Anexo 24

Toma de medidas del voladizo de la estructura



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 25

Toma de medidas externa de la estructura del nivel 2 – parte I



Fuente: Elaboración propia

Anexo 26

Toma de medidas externa de la estructura del nivel 2 – parte II



Fuente: Elaboración propia

Anexo 27

Toma de medidas interna de la estructura del nivel 2 – parte I



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 28

Toma de medidas interna de la estructura del nivel 2 – parte II



Fuente: Elaboración propia

Anexo 29

Elaboración del análisis sísmico y análisis estático no lineal en el programa Etabs.



Fuente: Elaboración propia

● 16% de similitud general

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 15% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 8% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

FUENTES PRINCIPALES

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

1	repositorio.unj.edu.pe Internet	4%
2	hdl.handle.net Internet	4%
3	repositorio.unc.edu.pe Internet	<1%
4	repositorio.unjbg.edu.pe Internet	<1%
5	repositorio.upt.edu.pe Internet	<1%
6	repositorio.ucv.edu.pe Internet	<1%
7	tesis.usat.edu.pe Internet	<1%
8	repositorio.udch.edu.pe Internet	<1%

9	Universidad Nacional del Santa on 2024-07-09 Submitted works	<1%
10	repositorio.uss.edu.pe Internet	<1%
11	repositorio.unfv.edu.pe Internet	<1%
12	repositorio.unesum.edu.ec Internet	<1%
13	Universidad Ricardo Palma on 2021-06-27 Submitted works	<1%
14	dspace.unitru.edu.pe Internet	<1%
15	Universidad Nacional Autonoma de Chota on 2022-01-19 Submitted works	<1%
16	unj on 2024-04-25 Submitted works	<1%
17	Vargas Bejarano, Cesar Isidoro. "Evaluacion del desempeno sismico d... Publication	<1%
18	Universidad Cesar Vallejo on 2016-11-21 Submitted works	<1%
19	repositorio.urp.edu.pe Internet	<1%
20	Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo on 2020-04-27 Submitted works	<1%

21	repositorio.uandina.edu.pe Internet	<1%
22	repositorio.unheval.edu.pe Internet	<1%
23	Universidad Privada Antenor Orrego on 2024-04-04 Submitted works	<1%
24	Universidad Cesar Vallejo on 2023-08-25 Submitted works	<1%
25	Universidad Continental on 2021-06-28 Submitted works	<1%
26	Universidad Cesar Vallejo on 2020-12-13 Submitted works	<1%
27	cybertesis.uni.edu.pe Internet	<1%
28	ri.ues.edu.sv Internet	<1%
29	Pontificia Universidad Catolica del Peru on 2016-10-06 Submitted works	<1%
30	repositorio.ujcm.edu.pe Internet	<1%
31	repositorio.unach.edu.pe Internet	<1%
32	unj on 2022-12-29 Submitted works	<1%

33	de.slideshare.net Internet	<1%
34	prezi.com Internet	<1%
35	repositorio.unh.edu.pe Internet	<1%