

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“INFLUENCIA DE LA DISMINUCIÓN DEL ESPESOR DE MUROS DE CORTE
EN LA RESPUESTA SÍSMICA DEL NUEVO EDIFICIO DE LA ESCUELA
ACADÉMICO PROFESIONAL DE OBSTETRICIA – UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CAJAMARCA”**

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

AUTOR:

Bach. VALENCIA VILLANUEVA, Evelyn Jhanina

ASESOR:

Dr. Ing. MOSQUEIRA MORENO, Miguel Angel

CAJAMARCA – PERÚ

2025

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- FACULTAD DE INGENIERÍA -

1. **Investigador:** EVELYN JHANINA VALENCIA VILLANUEVA

DNI: 72166858

Escuela Profesional: INGENIERÍA CIVIL

2. **Asesor:** Dr. Ing. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO

Facultad: DE INGENIERÍA

3. **Grado académico o título profesional**

☐ Bachiller

☒ Título profesional

☐ Segunda especialidad

☐ Maestro

☐ Doctor

4. **Tipo de Investigación:**

☒ Tesis

☐ Trabajo de investigación

☐ Trabajo de suficiencia profesional

☐ Trabajo académico

5. **Título de Trabajo de Investigación:**

INFLUENCIA DE LA DISMINUCIÓN DEL ESPESOR DE MUROS DE CORTE EN LA RESPUESTA SÍSMICA DEL NUEVO EDIFICIO DE LA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE OBSTETRICIA – UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

6. **Fecha de evaluación:** 05/02/2026

7. **Software antiplagio:** ☒ TURNITIN

☐ URKUND (OURIGINAL) (*)

8. **Porcentaje de Informe de Similitud:** 16%

9. **Código Documento:** Oid: 3117:553470737

10. **Resultado de la Evaluación de Similitud:**

☒ APROBADO ☐ PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 05/02/2026



FIRMA DEL ASESOR

Dr. Ing. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO

DNI: 26733060



Firmado digitalmente por:
BAZAN DIAZ Laura Sofia
FAU 20148258601 soft
Motivo: En señal de
conformidad
Fecha: 05/02/2026 19:16:28-0500

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI



SUSTENTACIÓN PÚBLICA DE TESIS.

ACTA N° 0057-2026

TÍTULO : *INFLUENCIA DE LA DISMINUCIÓN DEL ESPESOR DE MUROS DE CORTE EN LA RESPUESTA SÍSMICA DEL NUEVO EDIFICIO DE LA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE OBSTETRICIA - UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA*

ASESOR : *Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno.*

En la ciudad de Cajamarca, dando cumplimiento a lo dispuesto por el Art. 35 del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca, la Secretaría Académica de la Facultad de Ingeniería, da a conocer que, a los **once días del mes de febrero de 2026**, siendo las doce horas (12:00 m.) en la Sala de Audiovisuales (Edificio 1A - Segundo Piso), de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad Nacional de Cajamarca, se reunieron los Señores Miembros del Jurado Evaluador:

Presidente : Dr. Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas.
Vocal : Ing. Marcos Mendoza Linares.
Secretario : M.Cs. Ing. Manuel Lincoln Minchán Pajares.

Para proceder a escuchar y evaluar la sustentación pública de la tesis titulada *INFLUENCIA DE LA DISMINUCIÓN DEL ESPESOR DE MUROS DE CORTE EN LA RESPUESTA SÍSMICA DEL NUEVO EDIFICIO DE LA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE OBSTETRICIA - UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA*, presentado por la Bachiller en Ingeniería Civil *EVELYN JHANINA VALENCIA VILLANUEVA*, asesorada por el Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno, para la obtención del Título Profesional.

Los Señores Miembros del Jurado replicaron a la sustentante, debatieron entre sí en forma libre y reservada y lo evaluaron de la siguiente manera:

EVALUACIÓN PRIVADA : 07 PTS.
EVALUACIÓN PÚBLICA : 10 PTS.
EVALUACIÓN FINAL : 17 PTS. *diecisiete* (En letras)

En consecuencia, se la declara *Aprobada* con el calificativo de *17 (diecisiete)* acto seguido, el presidente del jurado hizo saber el resultado de la sustentación, levantándose la presente a las *1:30 pm* horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el acto, para constancia se firmó por quintuplicado.

Dr. Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas.
Presidente

Ing. Marcos Mendoza Linares.
Vocal

M.Cs. Ing. Manuel Lincoln Minchán Pajares.
Secretario

Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno.
Asesor

COPYRIGHT © 2025 by
EVELYN JHANINA VALENCIA VILLANUEVA
Todos los derechos reservados

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme la vida, la fortaleza y la sabiduría necesaria para culminar con éxito esta etapa de mi formación profesional.

Con todo mi amor y gratitud, a mi madre, Rosa Villanueva. Su amor incondicional, sus sacrificios y su confianza inquebrantable en mí han sido el pilar fundamental de mi vida y carrera. Gracias, mamá, por tu paciencia infinita, por cada palabra de aliento y por ser mi refugio constante en los momentos de mayor dificultad. Este trabajo no solo es mío; es el fruto compartido de tus esfuerzos, de tu generosidad sin límites y de las oportunidades que me brindaste.

De igual manera, extendiendo mi más sincera gratitud a mi asesor de tesis, Dr. Ing. Miguel Mosqueira. Sus valiosos conocimientos, su orientación profesional, su paciencia y su constante apoyo fueron cruciales para el desarrollo y la culminación de esta investigación. Le agradezco profundamente el tiempo dedicado, sus acertadas correcciones y por guiarme con rigor metodológico en cada etapa de este trabajo. Ha sido un verdadero honor aprender de usted.

DEDICATORIA

A mi querida madre:

La Sra. Rosa Villanueva, quien, con su amor incondicional, fortaleza y confianza, me ha sostenido en cada desafío. Te dedico este logro, que no es más que el fruto de tus sacrificios y el reflejo de la inspiración que siempre has sido para mí.

A mi querido padre:

El Sr. Alejandro Valencia por ser mi guía y mi ejemplo de trabajo y honestidad. Tus consejos, tu apoyo silencioso y tu sabiduría han sido una brújula en mi camino.

A mi hermana, Elvira, mi amiga y cómplice, por tu apoyo incondicional y tu alegría constante. A mi sobrino Luis, que con su energía es mi inspiración, te deseo el mayor de los éxitos en tu camino académico. A mi tío Ángel, por su cariño y respaldo incondicional a lo largo de los años.

A mis amigos, la familia que elegí en la universidad. Por las jornadas de estudio, por el apoyo mutuo en los momentos de presión y por las risas que hicieron este camino más ligero.

Evelyn Valencia

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	i
DEDICATORIA	ii
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT.....	xiii
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.5. ALCANCES Y DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.5.1. Alcances.....	4
1.5.2. Delimitaciones	5
1.6. LIMITACIONES.....	6
1.7. OBJETIVOS	6
1.7.1. Objetivo General.....	6
1.7.2. Objetivos Específicos.....	7
1.8. DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO	7
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	9
2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	9

2.1.1.	Antecedentes Internacionales.....	9
2.1.2.	Antecedentes Nacionales	10
2.2.	BASES TEÓRICAS	11
2.2.1.	Categorías de las Edificaciones	11
2.2.2.	Sistemas Estructurales – Estructuras de Concreto Armado	11
2.2.3.	Muros Estructurales	12
2.2.4.	Categoría y Sistemas Estructurales	15
2.2.5.	Irregularidades Estructurales en Planta y Altura	15
2.2.6.	Categoría de Edificación e Irregularidad	16
2.2.7.	Modelos para los Análisis	16
2.2.8.	Procedimientos de Análisis Sísmico	16
2.2.9.	Análisis Estático.....	17
2.2.10.	Análisis Dinámico Espectral	18
2.2.11.	Determinación de Desplazamientos Laterales	19
2.2.12.	Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles.....	20
2.2.13.	Análisis Sísmico No Lineal.....	20
2.2.14.	Comportamiento Inelástico	21
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS		22
3.1.	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	22
3.2.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	24
3.2.1.	Tipo	24

3.2.2.	Nivel.....	24
3.2.3.	Diseño de Investigación.....	24
3.2.4.	Metodología de Investigación.....	24
3.2.5.	Tiempo en que se Realizó la Investigación.....	24
3.3.	POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS	25
3.3.1.	Población de Estudio.....	25
3.3.2.	Muestra	25
3.3.3.	Unidad de Análisis	25
3.4.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	25
3.4.1.	Técnicas	25
3.4.2.	Instrumentos.....	26
3.5.	VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN	26
3.5.1.	Variable Independiente	26
3.5.2.	Variable Dependiente.....	27
3.6.	PARÁMETROS DE DISEÑO SÍSMICO (NORMA E.030)	27
3.6.1.	Zonificación	27
3.6.2.	Perfil de Suelo.....	28
3.6.3.	Uso e Importancia	29
3.6.4.	Sistema Estructural y Coeficiente de Reducción	29
3.6.5.	Resumen de Parámetros y Espectro de Diseño.....	30
3.7.	DESCRIPCIÓN DEL MODELO COMPUTACIONAL.....	31

3.7.1.	Materiales.....	31
3.7.2.	Predimensionamiento y Secciones.....	32
3.7.3.	Casos de Cargas y Análisis	35
3.7.4.	Diafragmas.....	38
3.7.5.	Fuente de Masas.....	39
3.8.	PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS Y CRITERIOS.....	39
3.8.1.	Modelado y Análisis Preliminar	39
3.8.2.	Verificación de Criterios Normativos	56
3.8.3.	Análisis de Resultados Finales y Criterio de Aceptación	68
3.9.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	72
3.9.1.	Presentación de los Modelos de Estudio.....	72
3.9.2.	Resultados de Períodos de Vibración (T)	74
3.9.3.	Resultados de Fuerza de Corte Basal (V)	77
3.9.4.	Resultados de Derivas de Entrepiso (Δi)	84
	CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	91
4.1.	VERIFICACIÓN DE ESPESORES DE MURO DE CORTE	91
4.2.	ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE PARÁMETROS SÍSMICOS	92
4.2.1.	Variación en los Períodos de Vibración.....	92
4.2.2.	Variación en la Fuerza de Corte Basal.....	93
4.2.3.	Variación en las Derivas de Entrepiso	93
4.3.	EVALUACIÓN DE REDUCCIÓN DE ESPESORES	95

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	96
5.1. CONCLUSIONES.....	96
5.2. RECOMENDACIONES.....	96
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	98
APÉNDICES.....	101
ANEXOS	136

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Categoría y Sistema Estructural de las Edificaciones	15
Tabla 2. Límites de la Distorsión (Derivas) de Entrepiso	20
Tabla 3. Ubicación de la Realización del Proyecto	23
Tabla 4. Sistema Estructural.....	30
Tabla 5. Resumen de Parámetros	30
Tabla 6. Dimensionamiento de Elementos Lineales	34
Tabla 7. Dimensionamiento de Elementos Superficiales	34
Tabla 8. Datos Losa Aligerada en 1 Dirección.....	35
Tabla 9. Datos Losa Aligerada en 2 Direcciones	36
Tabla 10. Carga Muerta en Losas.....	36
Tabla 11. Carga Viva en Losas	37
Tabla 12. Carga Distribuida en Vigas.....	37
Tabla 13. Fuerza Cortante de Muros Estructurales SE-X en MA-35.....	41
Tabla 14. Fuerza Cortante de Muros Estructurales SE-Y en MA-35.....	41
Tabla 15. Fuerza Cortante de Muros Estructurales SE-X en MA-30.....	42
Tabla 16. Fuerza Cortante de Muros Estructurales SE-Y en MA-30.....	42
Tabla 17. Fuerza Cortante de Muros Estructurales SE-X en MA-25.....	43
Tabla 18. Fuerza Cortante de Muros Estructurales SE-Y en MA-25.....	43
Tabla 19. Fuerza Cortante de Muros Estructurales SE-X en MC-35.....	44
Tabla 20. Fuerza Cortante de Muros Estructurales SE-Y en MC-35	45
Tabla 21. Fuerza Cortante de Muros Estructurales SE-X en MC-30.....	45
Tabla 22. Fuerza Cortante de Muros Estructurales SE-Y en MC-30	46
Tabla 23. Fuerza Cortante de Muros Estructurales SE-X en MC-25	46
Tabla 24. Fuerza Cortante de Muros Estructurales SE-Y en MC-25	47

Tabla 25. Datos para Espectro de Diseño.....	48
Tabla 26. Fuerza Cortante de Muros Estructurales SD-X en MA-35	50
Tabla 27. Fuerza Cortante de Muros Estructurales SD-Y en MA-35	51
Tabla 28. Fuerza Cortante de Muros Estructurales SD-X en MA-30	51
Tabla 29. Fuerza Cortante de Muros Estructurales SD-Y en MA-30	52
Tabla 30. Fuerza Cortante de Muros Estructurales SD-X en MA-25	52
Tabla 31. Fuerza Cortante de Muros Estructurales SD-Y en MA-25	53
Tabla 32. Fuerza Cortante de Muros Estructurales SD-X en MC-35	53
Tabla 33. Fuerza Cortante de Muros Estructurales SD-Y en MC-35.....	54
Tabla 34. Fuerza Cortante de Muros Estructurales SD-X en MC-30	54
Tabla 35. Fuerza Cortante de Muros Estructurales SD-Y en MC-30.....	55
Tabla 36. Fuerza Cortante de Muros Estructurales SD-X en MC-25	55
Tabla 37. Fuerza Cortante de Muros Estructurales SD-Y en MC-25.....	56
Tabla 38. Masa Participativa en MA-35	57
Tabla 39. Masa Participativa en MA-30	58
Tabla 40. Masa Participativa en MA-25	59
Tabla 41. Masa Participativa en MC-35.....	60
Tabla 42. Masa Participativa en MC-30.....	61
Tabla 43. Masa Participativa en MC-25.....	62
Tabla 44. Cortante Basal Original en MA-35	63
Tabla 45. Coeficiente de Corrección para MA-35	63
Tabla 46. Cortante Basal Original en MA-30	64
Tabla 47. Coeficiente de Corrección para MA-30	64
Tabla 48. Cortante Basal Original en MA-25	65
Tabla 49. Coeficiente de Corrección para MA-25	65

Tabla 50. Cortante Basal Original en MC-35.....	65
Tabla 51. Coeficiente de Corrección para MC-35	66
Tabla 52. Cortante Basal Original en MC-30.....	66
Tabla 53. Coeficiente de Corrección para MC-30	67
Tabla 54. Cortante Basal Original en MC-25.....	67
Tabla 55. Coeficiente de Corrección para MC-25	68
Tabla 56. Cortante Basal Corregido para MA-35	68
Tabla 57. Cortante Basal Corregido para MA-30	69
Tabla 58. Cortante Basal Corregido para MA-25	69
Tabla 59. Cortante Basal Corregido para MC-35.....	70
Tabla 60. Cortante Basal Corregido para MC-30.....	70
Tabla 61. Cortante Basal Corregido para MC-25.....	71
Tabla 62. Comparación de Períodos Fundamentales (T) en Segundos del Bloque A.....	75
Tabla 63. Comparación de Períodos Fundamentales (T) en Segundos del Bloque C	76
Tabla 64. Verificación de Corte Mínimo en X en el Bloque A	78
Tabla 65. Verificación de Corte Mínimo en Y en el Bloque A.....	78
Tabla 66. Verificación de Corte Mínimo en X en el Bloque C	79
Tabla 67. Verificación de Corte Mínimo en Y en el Bloque C.....	79
Tabla 68. Comparación de Corte Basal Dinámico Final (Escalado) en el Bloque A.....	80
Tabla 69. Comparación de Corte Basal Dinámico Final (Escalado) en el Bloque C	82
Tabla 70. Derivas Inelásticas Máximas (Δi) - Bloque A (Dirección X).....	84
Tabla 71. Derivas Inelásticas Máximas (Δi) - Bloque A (Dirección Y).....	86
Tabla 72. Derivas Inelásticas Máximas (Δi) - Bloque C (Dirección X)	88
Tabla 73. Derivas Inelásticas Máximas (Δi) - Bloque C (Dirección Y).....	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Macrolocalización del Proyecto	22
Figura 2. Microlocalización Satelital - Campus UNC	23
Figura 3. Zonas Sísmicas	28
Figura 4. Espectro de Pseudo-Aceleraciones (Sa)	31
Figura 5. Propiedades de los materiales.....	32
Figura 6. Asignación de Diafragmas.....	38
Figura 7. Procedimiento de Análisis	39
Figura 8. Configuración de Sismo Estático en X.....	40
Figura 9. Configuración de Sismo Estático en Y	40
Figura 10. Espectro de Respuesta ZUCS/R - T	49
Figura 11. Vista 3D del Modelo Base MA – 35 en ETABS.....	73
Figura 12. Vista 3D del Modelo Base MC – 35 en ETABS	74
Figura 13. Comparación de Periodos Fundamentales Bloque A	75
Figura 14. Comparación de Periodos Fundamentales Bloque C	77
Figura 15. Comparación de Corte Basal (Dirección X) Bloque A	80
Figura 16. Comparación de Corte Basal (Dirección Y) Bloque A	81
Figura 17. Comparación de Corte Basal (Dirección X) Bloque C	82
Figura 18. Comparación de Corte Basal (Dirección Y) Bloque C	83
Figura 19. Derivas Inelásticas - Bloque A - Dirección X	85
Figura 20. Derivas Inelásticas - Bloque A - Dirección Y	87
Figura 21. Derivas Inelásticas - Bloque C - Dirección X	88
Figura 22. Derivas Inelásticas - Bloque C - Dirección Y	90

RESUMEN

Evidencias recientes en ingeniería sismorresistente advierten que el sobredimensionamiento ocasiona un exceso de rigidez que, lejos de garantizar seguridad, amplifica las aceleraciones sísmicas provocando colapsos funcionales en edificaciones esenciales. Ante tal escenario, el objetivo general de esta investigación fue determinar la influencia de la disminución del espesor de los muros de corte en la respuesta sísmica del nuevo edificio de la Escuela Académico Profesional de Obstetricia – Universidad Nacional de Cajamarca. Para ello, se siguió un procedimiento metodológico cuantitativo mediante el desarrollo de seis modelos tridimensionales en software ETABS, tres correspondientes al Bloque A y tres al Bloque C, variando el espesor de los muros de corte de 35 cm a 30 cm y 25 cm, ejecutando un análisis espectral comparativo para verificar el estricto cumplimiento de la Norma E.030. Los resultados demostraron que la reducción de dicho espesor aumentó el periodo de vibración un 18.25% en el Bloque A y 6.63% en el Bloque C; paralelamente, se disminuyó el cortante basal hasta un 6.75% en el Bloque A y un 3.35% en el Bloque C. Respecto a los desplazamientos, las derivas incrementaron hasta un 54.77% en el Bloque A y 16.44% en el Bloque C; comportamiento que evidenció la inviabilidad normativa de los modelos de 25 cm frente a la viabilidad técnica de los muros de 30 cm. Se concluye finalmente que la disminución del espesor de los muros de corte influyó de manera significativa en la respuesta sísmica del nuevo Edificio de la Escuela Académico Profesional de Obstetricia, generando un aumento promedio del 14.33% en sus parámetros fundamentales.

Palabras Clave: Sobredimensionamiento, muros de corte, respuesta sísmica, derivas inelásticas, Norma E.030.

ABSTRACT

Recent evidence in earthquake engineering warns that overdesign causes excessive stiffness which, far from guaranteeing safety, amplifies seismic accelerations causing functional collapses in essential buildings. Given this scenario, the general objective of this research was to determine the influence of reducing the shear wall thickness on the seismic response of the new building of the Academic Professional School of Obstetrics – National University of Cajamarca. To this end, a quantitative methodological procedure was followed by developing six three-dimensional models in ETABS software, three corresponding to Block A and three to Block C, varying the shear wall thickness from 35 cm to 30 cm and 25 cm, executing a comparative spectral analysis to verify strict compliance with Standard E.030. The results demonstrated that the reduction of said thickness increased the vibration period by 18.25% in Block A and 6.63% in Block C; in parallel, the base shear decreased by up to 6.75% in Block A and 3.35% in Block C. Regarding displacements, drifts increased up to 54.77% in Block A and 16.44% in Block C; behavior that evidenced the normative infeasibility of the 25 cm models compared to the technical feasibility of the 30 cm walls. Finally, it is concluded that the reduction in shear wall thickness significantly influenced the seismic response of the new Building of the Academic Professional School of Obstetrics, generating an average increase of 14.33% in its fundamental parameters.

Keywords: Oversizing, shear walls, seismic response, inelastic drifts, E.030 Standard.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La evidencia reciente de sismos destructivos en Latinoamérica ha revelado una paradoja crítica en la ingeniería sismorresistente moderna: el colapso funcional de edificaciones que, aunque estructuralmente seguras, quedan inoperativas debido a un comportamiento dinámico inadecuado. Informes técnicos del Earthquake Engineering Research Institute (2018) sobre el terremoto de Chile (2010) documentaron que hospitales modernos, como el Félix Bulnes, sufrieron daños irreparables en equipamiento biomédico. La causa no fue el fallo de sus elementos de concreto, sino las violentas aceleraciones de piso amplificadas por la excesiva rigidez de sus muros, las cuales destruyeron redes sanitarias y equipos sensibles. A esta problemática técnica se suma la dimensión de la percepción de seguridad evidenciada en el sismo de Puebla, México (2017). En dicho evento, informes de UNICEF (2017) reportaron un fenómeno de cierre masivo de escuelas; aunque los pórticos y muros resistieron, la interacción entre una estructura muy rígida y la tabiquería generó agrietamientos aparatosos en los acabados, provocando una percepción de riesgo insostenible que obligó a la suspensión del servicio educativo.

Esta realidad aterriza dramáticamente en el contexto local. Evaluaciones post-desastre del Sismo de Lagunas (2019) indicaron que, en la región Cajamarca, decenas de colegios fueron declarados inhabitables por daños severos en elementos no estructurales, confirmando que la seguridad del casco de concreto no garantiza la continuidad del uso si la rigidez no está controlada (INDECI, 2019). Estos antecedentes fácticos demuestran que el diseño tradicional basado en el sobredimensionamiento trae consigo patologías de desempeño graves.

Frente a esta evidencia, la literatura académica actual respalda teóricamente la necesidad de evitar el exceso de rigidez. Kumawat et al. (2024) establecen que el

sobredimensionamiento de muros incrementa innecesariamente la masa sísmica y las fuerzas inerciales, advirtiendo que un diseño basado en grandes volúmenes de concreto puede ser contraproducente para la respuesta dinámica. En concordancia, Velarde Cruz et al. (2025) sostienen que la vulnerabilidad sísmica no se resuelve únicamente aumentando la sección del elemento, sino mediante una distribución geométrica inteligente; un muro más grueso no es sinónimo de mejor desempeño si su rigidez atrae solicitaciones que el sistema no puede disipar eficientemente.

Profundizando en el comportamiento estructural, Mayta Llanco (2020) advierte que una rigidez lateral desmedida reduce drásticamente el periodo de vibración, ubicando a la edificación permanentemente en la meseta del espectro sísmico, lo que somete a la estructura a las máximas fuerzas basales posibles. Por ello, Sifuentes Jiménez et al. (2022) concluyen que el control de las derivas de entrepiso debe lograrse mediante la optimización de la rigidez y no mediante el engrosamiento arbitrario de los elementos verticales, el cual puede derivar en fallas frágiles si no se detalla adecuadamente la ductilidad.

Este escenario problemático converge directamente en el proyecto del "Edificio de la Escuela Académico Profesional de Obstetricia de la Universidad Nacional de Cajamarca". El diseño estructural original contempla una configuración predominante de muros de corte con un espesor uniforme de 35 cm en todos los niveles. Mantener espesores de 35 cm implica asumir riesgos técnicos y funcionales significativos: la generación de una estructura excesivamente rígida podría transmitir altas aceleraciones vibratorias a los laboratorios, poniendo en riesgo la calibración y estabilidad de equipos biomédicos sensibles, repitiendo el patrón de falla funcional observado en los antecedentes internacionales.

Ante esta incertidumbre técnica, se busca comprobar que es posible garantizar la seguridad estructural y el cumplimiento normativo (derivadas, cortantes y periodos) reduciendo

el espesor de los muros de corte (de 35 cm a 30 cm y 25 cm), ofreciendo así una propuesta técnica que corrija el sobredimensionamiento y promueva el uso eficiente de los recursos en la infraestructura universitaria.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿En cuánto influye la disminución del espesor de muros de corte en la respuesta sísmica del nuevo edificio de la Escuela Académico Profesional de Obstetricia – Universidad Nacional de Cajamarca?

1.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

La disminución del espesor de los muros de corte en el nuevo edificio de la escuela Académico Profesional de Obstetricia – UNC influye en más del 5% en su respuesta sísmica.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Desde una perspectiva funcional y operativa, la relevancia del estudio radica en la naturaleza específica del proyecto: un edificio que albergará aulas, laboratorios, equipos de simulación y tecnología biomédica sensible. La justificación central en este aspecto es la prevención del colapso funcional, reconociendo que el sobredimensionamiento de los muros de corte deriva frecuentemente en un exceso de rigidez que, lejos de beneficiar al sistema, amplifica las aceleraciones de piso en los niveles superiores. Por ello, la investigación busca alcanzar una seguridad estructural integral; se pretende demostrar que, al optimizar las secciones y corregir este sobredimensionamiento, es posible satisfacer rigurosamente los estándares de resistencia y estabilidad, encontrando el equilibrio técnico exacto que controle las derivas laterales sin perder la capacidad de filtrar las sacudidas sísmicas. De esta manera, se protege la integridad física de la edificación y se garantiza la continuidad del servicio educativo, mitigando los riesgos de inoperatividad propios de las estructuras innecesariamente rígidas.

1.5. ALCANCES Y DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Los alcances y delimitaciones se refieren a la especificación clara de los límites y las áreas cubiertas por el presente estudio que serán detallados a continuación:

1.5.1. Alcances

El presente estudio comprende el análisis estructural y la evaluación integral del comportamiento sísmico del proyecto "Edificio de la Escuela Académico Profesional de Obstetricia de la Universidad Nacional de Cajamarca", tomando como base documental y fuente de validación geotécnica el Expediente Técnico aprobado. El alcance inicia con la sistematización de la información arquitectónica y estructural, identificando una configuración geométrica caracterizada por la predominancia de muros de corte (placas) de 35 cm de espesor, dispuestos en ambas direcciones ortogonales, así como la extracción de los parámetros de sitio, del perfil estratigráfico y de la capacidad portante del Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) existente, insumos indispensables para la correcta construcción del espectro de pseudo-aceleraciones.

Metodológicamente, el proceso comienza con una verificación preliminar de los espesores de muro propuestos para la optimización (30 cm y 25 cm), aplicando los criterios de predimensionamiento por esbeltez y estabilidad lateral establecidos en la Norma Técnica E.060 Concreto Armado, con el fin de asegurar la viabilidad geométrica inicial de las secciones antes de su simulación. Posteriormente, la evaluación del comportamiento sísmico se realizará mediante un Análisis Dinámico Modal Espectral en el software especializado ETABS. Este procedimiento incluye el modelamiento tridimensional, la asignación estricta de cargas (E.020) y la definición de los casos de análisis sísmico —abarcando tanto el Análisis Estático Equivalente como el Dinámico Modal Espectral conforme a la E.030, permitiendo obtener con precisión los resultados del comportamiento sísmico global, determinados en función de los siguientes parámetros críticos:

- Periodos de Vibración: Para evaluar el cambio en la rigidez global del sistema.
- Cortante Basal: Para determinar la variación en la demanda sísmica total.
- Desplazamientos Laterales y Derivas de Entrepiso: Para verificar el control de daños y el cumplimiento del límite normativo (0.007)

En términos operativos, el alcance se centra en los Bloques A y C, estableciendo un análisis comparativo entre el diseño base (35 cm) y los escenarios de optimización propuestos (30 cm y 25 cm). El objetivo es determinar si, al reducir la sección de los muros, la estructura mantiene su estabilidad y seguridad, cumpliendo estrictamente con los límites de la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente sin requerir medidas de refuerzo adicionales.

Finalmente, cabe precisar que la investigación excluye la verificación experimental física, ya sea mediante ensayos de laboratorio destructivos o pruebas de carga in situ. Dado que la naturaleza del estudio es fundamentalmente proyectual y analítica, la validación se sustenta exclusivamente en el uso de herramientas digitales especializadas y en la rigurosidad normativa.

1.5.2. Delimitaciones

La investigación se delimita espacialmente al predio de la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional de Cajamarca, ubicada en la Avenida Atahualpa N° 1050, en el distrito, provincia y departamento de Cajamarca. Específicamente, se circunscribe a la infraestructura del proyecto "Edificio de la Escuela Académico Profesional de Obstetricia", focalizando el análisis estructural exclusivamente en los Bloques A y C de dicho edificio. Temporalmente, el estudio corresponde a un diseño transversal desarrollado bajo la vigencia de las normas técnicas actuales del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), garantizando que tanto la evaluación del expediente técnico original como las propuestas de optimización estructural respondan a los estándares de sismicidad y construcción contemporáneos.

Desde una perspectiva operativa y estructural, es fundamental establecer una delimitación precisa sobre el alcance del modelamiento numérico. El análisis sismorresistente y la evaluación de la reducción de espesores (de 35 cm a 30 cm y 25 cm) se han aplicado exclusivamente a la superestructura de los Bloques A y C, los cuales constituyen los módulos principales destinados a aulas, laboratorios y ambientes administrativos. En consecuencia, el Bloque B, correspondiente al núcleo de circulación vertical (escaleras) y servicios higiénicos, ha sido excluido de la modelación computacional y del análisis sísmico en la presente investigación. Esta decisión metodológica focaliza el estudio en el comportamiento de los sistemas de muros de los bloques principales, sin considerar la interacción estructural con el módulo de servicios.

Asimismo, el trabajo se restringe al campo de la Ingeniería Estructural, asumiendo como válidos los parámetros geotécnicos del Estudio de Mecánica de Suelos existente en el expediente técnico.

1.6. LIMITACIONES

Queda excluido del presente análisis el diseño de la infraestructura (cimentaciones), así como el detalle de elementos no estructurales, salvo su consideración estricta como cargas muertas y vivas actuantes sobre el sistema resistente según la normativa vigente.

1.7. OBJETIVOS

1.7.1. *Objetivo General*

Determinar la influencia de la disminución del espesor de los muros de corte en la respuesta sísmica del nuevo edificio de la Escuela Académico Profesional de Obstetricia – Universidad Nacional de Cajamarca.

1.7.2. Objetivos Específicos

- Verificar los espesores de muro de 30 cm y 25 cm en los Bloques A y C, mediante los criterios de predimensionamiento por esbeltez de la Norma Técnica E.060, asegurando que las secciones propuestas sean geométricamente estables antes de la simulación.
- Determinar la variación en los períodos de vibración del edificio de la Escuela de Obstetricia al disminuir el espesor de los muros de corte de 35 cm a 30 cm y 25 cm.
- Determinar la variación en las fuerzas de corte basal del edificio de la Escuela de Obstetricia al disminuir el espesor de los muros de corte de 35 cm a 30 cm y 25 cm.
- Determinar la variación en las derivas de entrepiso del edificio de la Escuela de Obstetricia al disminuir el espesor de los muros de corte de 35 cm a 30 cm y 25 cm, y comparar estos cambios con los límites normativos.

1.8. DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO

El desarrollo de la investigación se realizó en cinco capítulos:

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

Este capítulo incluye el planteamiento del problema, su fundamentación, su formulación y la justificación; de la misma manera se hacen presentes los alcances y limitaciones de la investigación, así como los objetivos y la hipótesis.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

Este capítulo contiene los antecedentes teóricos de la investigación internacionales y nacionales. También contiene las bases teóricas relacionadas con los temas tratados en la investigación.

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

Este capítulo describe la metodología de modelado estructural, las técnicas e instrumentos utilizados para la recolección de datos y el procedimiento de Análisis Dinámico

Modal Espectral empleado para cuantificar cómo la reducción progresiva del espesor de los muros de corte influye en la respuesta sísmica del edificio de la EAP de Obstetricia.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS⁶

En este capítulo se presentan y comparan los resultados numéricos obtenidos de los análisis sísmicos, discutiendo cómo la reducción del espesor de los muros de corte afecta directamente a parámetros clave como las derivas, periodos de vibración y la capacidad sísmica del edificio, contrastando estos hallazgos con los límites establecidos por la normativa peruana.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Establece las conclusiones en función de los objetivos planteados y las recomendaciones con la finalidad de seguir ampliando aspectos que ya no fueron abarcados en la presente tesis.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

Comprende las citas bibliográficas que han apoyado la investigación.

APÉNDICES

ANEXOS

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

Se refiere a las investigaciones que exponen teorías o ideas de la tesis de investigación, entre las que tenemos:

2.1.1. *Antecedentes Internacionales*

Cerè et al. (2022), en su investigación titulada "Shear walls optimization in a reinforced concrete framed building for seismic risk reduction", publicada en el Journal of Building Engineering, tuvieron como objetivo desarrollar una metodología para identificar la configuración óptima de muros de corte, considerando tanto su ubicación en planta como su espesor, con el fin de minimizar el riesgo sísmico y los costos de construcción. La metodología integró un entorno de computación evolutiva (algoritmos de optimización) con un software de análisis estructural mediante una API automatizada. Validaron su propuesta en el edificio del Hotel Beichuan (China), afectado por el terremoto de Wenchuan de 2008, comparando el desempeño del diseño original frente a escenarios optimizados donde se variaron las dimensiones de los elementos resistentes. Los autores llegaron a la conclusión de que la optimización geométrica de los muros (ajuste de espesor y posición) no solo es viable, sino que logró una reducción del riesgo sísmico de aproximadamente el 80% en comparación con el escenario original. Asimismo, demostraron que esta optimización genera beneficios financieros directos y mejoras en la funcionalidad del edificio, validando que el diseño sismorresistente eficiente no depende de la maximización del material, sino del equilibrio entre rigidez, ductilidad y costo.

Kandoori et al. (2018), en su investigación titulada "Effect of Shear Wall Thickness on Structural Behavior Building", tuvieron como objetivo determinar la influencia de la variación del espesor y de la densidad de los muros de corte en el desempeño sísmico de estructuras de

concreto armado. La metodología empleada fue de tipo analítica-comparativa; se modelaron edificaciones de 5 y 10 niveles utilizando el software ETABS, generando ocho modelos distintos en los que se varió la relación de área de muros de corte entre el 0.5% y el 2.0% en ambas direcciones. El análisis sísmico se realizó mediante los métodos de Historia de Tiempo lineal y Espectro de Respuesta, evaluando como parámetros principales los desplazamientos laterales y las derivas de entrepiso. Los autores llegaron a la conclusión de que es necesario proveer al menos una densidad de muros del 1.0% para controlar eficientemente las derivas. Sin embargo, un hallazgo clave fue que incrementar la relación de muros del 1.5% al 2.0% no generó diferencias significativas en la reducción de desplazamientos, obteniéndose resultados casi idénticos.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Gonzales Cancino & Mendoza Farfan (2023), en su investigación "Diseño de un muro de corte para una estructura de concreto armado de seis niveles para mejorar la calidad estructural, Tarapoto, 2023", presentada ante la Universidad César Vallejo, tuvieron como objetivo determinar la configuración de diseño más adecuada para los muros de corte a fin de garantizar el cumplimiento de la rigidez lateral sin incurrir en sobredimensionamientos. La metodología fue aplicada y cuantitativa; se modeló un edificio multifamiliar utilizando software de cálculo (CYPECAD) para someter a los muros de corte a las solicitaciones sísmicas de la zona. Se evaluaron las derivas de entrepiso obtenidas (0.004 en X y 0.003 en Y) frente al límite normativo de 0.007. Los autores concluyeron que un diseño racional de la placa, verificando su espesor y refuerzo, permite controlar las derivas muy por debajo del límite máximo (llegando al 50% del límite permitido).

2.2. BASES TEÓRICAS

Constituyen el fundamento teórico sobre los principales enunciados que fundamentan el problema.

2.2.1. Categorías de las Edificaciones

La Norma E.030 establece categorías de edificaciones en función de la importancia de la construcción y de las consecuencias sociales y económicas asociadas a su colapso. Estas se dividen en: Categoría A (edificaciones esenciales), como hospitales y estaciones de bomberos, las cuales deben mantenerse operativas después de un sismo severo; Categoría B (edificaciones importantes), como colegios y oficinas públicas que concentran gran afluencia de personas; Categoría C (edificaciones comunes), de uso residencial o comercial corriente; y Categoría D (edificaciones menores), vinculadas a construcciones temporales o de bajo riesgo. Esta clasificación es clave, pues determina los factores de reducción de respuesta sísmica y la rigurosidad del diseño estructural exigido (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020a).

2.2.2. Sistemas Estructurales – Estructuras de Concreto Armado

El concreto armado constituye uno de los sistemas estructurales más empleados en el Perú debido a su versatilidad y durabilidad. La Norma E.030 (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020a) lo reconoce como un sistema apto para resistir cargas verticales y horizontales, siempre que se cumpla con un adecuado diseño de la sección y refuerzo. Este sistema, al integrar la resistencia a compresión del concreto y la capacidad a tracción del acero, posibilita la construcción de marcos resistentes, losas aligeradas y muros de corte. Su desempeño sísmico depende de la ductilidad, la capacidad de disipación de energía y el detalle de los elementos estructurales, aspectos también contemplados en la Norma E.060 (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020b).

La normativa peruana clasifica los sistemas estructurales de concreto armado basándose en qué elementos absorben la mayor parte del Cortante Basal (V).

Todos los elementos de concreto armado que conforman el sistema estructural sismorresistente cumplen con lo previsto en la Norma Técnica E.060 Concreto Armado del RNE (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020a).

- a) Pórticos. Por lo menos el 80% de la fuerza cortante en la base actúa sobre las columnas de los pórticos. En caso se tengan muros estructurales, éstos se diseñan para resistir una fracción de la acción sísmica total de acuerdo con su rigidez.
- b) Muros Estructurales. Sistema en el que la resistencia sísmica está dada predominantemente por muros estructurales sobre los que actúa por lo menos el 70% de la fuerza cortante en la base.
- c) Dual. Las acciones sísmicas son resistidas por una combinación de pórticos y muros estructurales. La fuerza cortante que toman los muros es mayor que 20% y menor que 70% del cortante en la base del edificio.
- d) Edificaciones de Muros de Ductilidad Limitada (EMDL). Edificaciones que se caracterizan por tener un sistema estructural donde la resistencia sísmica y de cargas de gravedad está dada por muros de concreto armado de espesores reducidos, en los que se prescinde de extremos confinados y el refuerzo vertical se dispone en una sola capa. Con este sistema se puede construir como máximo ocho pisos.

2.2.3. Muros Estructurales

Son elementos estructurales verticales de concreto armado que proporcionan rigidez y resistencia frente a fuerzas sísmicas horizontales, de modo que la Norma E.030 (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020a) establece que su diseño debe garantizar un comportamiento dúctil evitando fallas frágiles mediante un adecuado dimensionamiento y

confinamiento de refuerzos, lo cual resulta esencial en edificaciones de mediana y gran altura ya que contribuyen a reducir los desplazamientos laterales y mejorar la estabilidad global de la estructura, mientras que su ubicación y continuidad tanto en planta como en altura se convierten en factores determinantes para asegurar un comportamiento estructural uniforme.

2.2.3.1. Clasificación por Esbeltez y Comportamiento Mecánico

El comportamiento de un muro no depende solo de su material, sino de su geometría (relación altura/longitud).

Zhang et al. (2025), en una publicación reciente en el Canadian Journal of Civil Engineering, establecen la clasificación moderna basada en la Relación de Aspecto (H_n/L_n):

- Muros Esbeltos ($H_n/L_n \geq 2.0$): Su comportamiento está dominado por la flexión. Ante un sismo severo, forman una rótula plástica en la base, disipando energía de manera dúctil. Los autores confirmaron experimentalmente que mantener el muro esbelto es más eficiente para la seguridad que simplemente aumentar su espesor.
- Muros Bajos o Chatos ($H_n/L_n < 2.0$): Su comportamiento está dominado por el corte. Tienden a sufrir fallas frágiles (grietas en X) y tienen poca capacidad de deformación.

Mansilla Quispe (2024), en su tesis de pregrado, refuerza que para el diseño en la Zona Sísmica 3 (Perú), se debe priorizar la configuración de muros esbeltos, ya que permiten controlar mejor las derivas laterales sin transmitir aceleraciones destructivas a los pisos superiores.

2.2.3.2. Modos de Falla y Estabilidad (Pandeo)

Gálvez Roldan & Olivos Mendoza (2024) identifican tres modos de falla críticos en muros peruanos:

- Falla por Compresión-Flexión: Ocurre en los extremos del muro. Es controlable con elementos de confinamiento (estribos cerrados).
- Falla por Corte Deslizante: Ocurre en la base.
- Inestabilidad Lateral (Pandeo): Ocurre cuando el muro es muy delgado respecto a la altura libre del entrepiso (h_n).

2.2.3.3. Criterios para la Determinación del Espesor Mínimo de Muros

La determinación del espesor de los muros estructurales (t) no es una variable arbitraria, sino que responde a criterios fundamentales de diseño estipulados en la Norma E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020b):

2.2.3.3.1. Criterio de Estabilidad y Control de Pandeo

Según el Artículo 14.5.3.1 (Capítulo 14: Muros) de la Norma E.060, los muros de carga deben poseer un espesor suficiente para prevenir el pandeo de la zona comprimida fuera del plano. La norma establece que el espesor no debe ser menor a $1/25$ de la altura o longitud no apoyada:

$$t \geq \frac{h_n}{25}$$

Donde: t : Espesor del muro de corte.

h_n : Altura libre vertical entre elementos que proporcionan apoyo lateral

2.2.3.3.2. Criterio de Confinamiento

Capacidad de alojar el refuerzo necesario para un comportamiento dúctil. A diferencia de los muros de ductilidad limitada (10-15 cm) que utilizan una sola malla central, los muros de comportamiento sísmico convencional requieren doble malla de refuerzo y elementos de confinamiento (núcleos) en los extremos (Harmsen, 2019).

2.2.4. Categoría y Sistemas Estructurales

De acuerdo a la categoría de una edificación y la zona donde se ubique, ésta se proyecta empleando el sistema estructural que se indica en la Tabla 1, respetando las restricciones a la irregularidad de la Tabla 2 (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020a).

Tabla 1.

Categoría y Sistema Estructural de las Edificaciones

Categoría de la Edificación	Zona	Sistema Estructural
A1	4 y 3	Aislamiento Sísmico con cualquier sistema estructural. Estructuras de acero tipo SCBF y EBF.
	2 y 1	Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada.
A2	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada.
		Cualquier sistema.
	1	Cualquier sistema.
B	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SMF, IMF, SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Pórticos, Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada. Estructuras de madera.
	1	Cualquier sistema.
C	4, 3, 2 y 1	Cualquier sistema.

Nota. Norma E.030 por Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2020a, p. 20)

2.2.5. Irregularidades Estructurales en Planta y Altura

La norma clasifica las irregularidades estructurales en dos tipos, en planta y en altura, de manera que en planta las más comunes son las asimetrías, reentrancias y torsiones excesivas, mientras que en altura se consideran las discontinuidades en rigidez, resistencia o geometría tales como pisos blandos, cambios abruptos de sección o reducciones de área resistente, lo cual

incrementa la demanda sísmica en ciertos elementos generando concentraciones de esfuerzos y mayores riesgos de falla, por lo que el diseño debe minimizar o controlar sus efectos mediante un modelado estructural realista (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020a).

2.2.6. *Categoría de Edificación e Irregularidad*

Existe una relación directa entre la categoría de la edificación y el nivel de irregularidad aceptable. La Norma E.030 (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020a) dispone mayores restricciones en edificaciones esenciales o importantes (Categorías A y B), dado que su operatividad post-sismo es prioritaria. Así, para edificaciones de Categoría C o D, la norma admite mayor flexibilidad en la configuración estructural.

2.2.7. *Modelos para los Análisis*

El modelado estructural es la representación matemática de la edificación considerando sus elementos y características dinámicas, de modo que la Norma E.030 (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020a) permite el uso de modelos de un grado de libertad, múltiples grados de libertad y modelos tridimensionales, siendo estos últimos los más recomendados para edificaciones irregulares o de gran altura, por lo que el modelo debe incorporar la rigidez, resistencia, masas y condiciones de frontera de la estructura a fin de asegurar que la simulación refleje el comportamiento sísmico real esperado.

2.2.8. *Procedimientos de Análisis Sísmico*

La norma contempla dos grandes procedimientos, de modo que el análisis estático equivalente se aplica a edificaciones regulares y de baja altura mientras que el análisis dinámico, ya sea modal espectral o tiempo - historia, resulta obligatorio para edificaciones de mayor complejidad, altura o con irregularidades significativas, permitiendo así evaluar la distribución modal de la respuesta y obtener resultados más precisos sobre desplazamientos y fuerzas internas (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020a).

2.2.9. Análisis Estático

Se trata de un procedimiento simplificado en el cual la acción sísmica se sustituye por una fuerza lateral estática distribuida en función de la altura de la edificación, siendo aplicable únicamente a estructuras regulares, de altura restringida y libres de irregularidades significativas (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020a).

2.2.9.1.Fuerza Cortante en la Base

La fuerza cortante basal representa el total de las fuerzas sísmicas actuantes sobre la estructura, por lo que se calcula a partir del coeficiente sísmico, la masa sísmica de la edificación y el factor de reducción de respuesta, de modo que este valor constituye la base para la distribución de fuerzas en cada nivel (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020a). El cálculo se realiza con la fórmula siguiente:

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

2.2.9.2.Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura

La distribución de las fuerzas laterales a lo largo de la altura se realiza en proporción a la masa y al nivel de elevación de cada piso, considerando que los pisos superiores concentran mayores desplazamientos. Este criterio busca representar el efecto de la primera forma modal de vibración (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020a).

2.2.9.3.Periodo Fundamental de Vibración

Corresponde al tiempo que tarda la edificación en completar una oscilación natural bajo excitación libre. La Norma E.030 (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020a) establece fórmulas aproximadas y límites superiores para su cálculo, además de permitir la obtención del valor mediante análisis modal. Un periodo más largo se asocia con mayores

desplazamientos, mientras que un periodo corto corresponde a estructuras más rígidas. El cálculo se realiza con la fórmula siguiente:

$$T = \frac{h_m}{C_T}$$

2.2.9.4. Fuerzas Sísmicas Verticales

Además de las fuerzas laterales, el sismo induce fuerzas verticales que afectan principalmente a las losas y conexiones. La norma señala que estas deben considerarse en el diseño, especialmente en edificaciones de Categoría A y B, ya que pueden influir en elementos no estructurales y en la integridad de las conexiones (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020a).

2.2.10. Análisis Dinámico Espectral

El análisis dinámico espectral es un procedimiento normado en la Norma E.030 (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020a) que permite obtener la respuesta estructural considerando múltiples modos de vibración. A diferencia del análisis estático equivalente, este método brinda una mejor representación del comportamiento dinámico real, especialmente en edificaciones de gran altura o con irregularidades significativas, dado que la acción sísmica se define mediante un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones y las respuestas obtenidas se combinan aplicando reglas específicas, de manera que el objetivo principal es calcular con precisión los desplazamientos, las fuerzas internas y los cortantes de entrepiso, garantizando así la seguridad estructural frente a solicitaciones sísmicas severas.

2.2.10.1. Modos de Vibración

Representan las formas propias en que una estructura oscila libremente bajo excitación sísmica, donde cada modo está caracterizado por un período y una forma modal cuya contribución a la respuesta total depende de la masa modal participante, de modo que la Norma

E.030 (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020a) establece la consideración de aquellos modos que representen al menos el 90% de la masa total en cada dirección, garantizando con ello una modelación adecuada del comportamiento dinámico, lo cual en la práctica asegura que no solo se contemple el primer modo, sino también los modos superiores que influyen en el desempeño estructural, especialmente en edificaciones irregulares o de gran altura.

2.2.10.2. Aceleración Espectral

Es el parámetro que define la demanda sísmica en el análisis modal espectral. Se obtiene de un espectro de diseño que depende de la zona sísmica (Z), el tipo de suelo (S), el factor de uso (U) y el coeficiente de reducción de fuerzas (R). Matemáticamente, la Norma E.030 (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020a) instituye que la pseudoaceleración se calcula como:

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

2.2.11. Determinación de Desplazamientos Laterales

Corresponden al movimiento horizontal de cada nivel como consecuencia de las sollicitaciones sísmicas, por lo que su cálculo resulta fundamental para evaluar tanto la estabilidad de la estructura como el desempeño de los elementos no estructurales; en ese sentido, la Norma E.030 (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020a) establece que dichos desplazamientos deben obtenerse a partir de los análisis sísmicos, ya sea estático o dinámico, y posteriormente ser reducidos conforme al coeficiente de comportamiento sísmico R, de manera que los valores obtenidos guarden compatibilidad con la ductilidad y rigidez de los elementos estructurales, evitando con ello la formación de mecanismos de colapso prematuro.

2.2.12. Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles

El desplazamiento relativo de entrepiso, también denominado drift, es la diferencia de desplazamiento lateral entre dos pisos consecutivos, dividida entre la altura del entrepiso. La Norma E.030 (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020a) establece límites máximos de drift con el fin de proteger no solo la estabilidad estructural, sino también la seguridad de los ocupantes y el desempeño de elementos no estructurales como tabiques, fachadas o instalaciones. Estos límites varían según el tipo de edificación, pero en general se ubican en rangos de 0.007 a 0.010 veces la altura del entrepiso. Superar estos valores podría generar agrietamientos excesivos, daños en acabados e incluso la pérdida de funcionalidad de la estructura después de un sismo.

Tabla 2.

Límites de la Distorsión (Derivas) de Entrepiso

Material	($\Delta i / h_{ei}$)
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con MDL	0,005

Nota. Norma E.030 por Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2020a, p. 31)

2.2.13. Análisis Sísmico No Lineal

El análisis sísmico no lineal es una de las herramientas más avanzadas de la ingeniería estructural moderna. Mientras que el análisis elástico-lineal constituye la base del diseño prescriptivo tradicional, este tipo de análisis permite evaluar el comportamiento real de una edificación frente a terremotos, considerando deformaciones inelásticas y la disipación de energía (Carmona Rodríguez, 2025).

La literatura científica reciente destaca ventajas críticas sobre los métodos lineales tradicionales (Reinhorn et al., 2020):

- **Detección de Mecanismos de Falla Frágil:** Mientras que el análisis lineal asume que todos los elementos son dúctiles, investigaciones recientes en muros de corte demuestran que el análisis no lineal es capaz de predecir fallas por cortante o deslizamiento en la base, las cuales son súbitas y peligrosas.
- **Evaluación Realista del Daño (Resiliencia):** El enfoque actual de la ingeniería busca la resiliencia sísmica. El análisis no lineal permite cuantificar el daño residual (grietas permanentes) después de un sismo, proporcionando datos para estimar costos de reparación y tiempo de inactividad, variables que el análisis espectral (Lineal) no puede proporcionar.

2.2.14. Comportamiento Inelástico

El comportamiento inelástico se define como la respuesta de la estructura una vez que las fuerzas internas superan el límite de proporcionalidad elástica de sus materiales constituyentes. Reinhorn et al. (2020) en su investigación sobre análisis estructural avanzado, en los sistemas de muros de corte, indican que este fenómeno se inicia con el agrietamiento por tracción del concreto, seguido por la fluencia del acero de refuerzo longitudinal (f_y). A partir de este punto, la estructura experimenta una reducción progresiva de su rigidez tangente, permitiendo grandes desplazamientos sin un incremento significativo de la fuerza resistente.

Además, señalan que la capacidad inelástica es fundamental para la supervivencia de edificaciones en zonas de alta sismicidad. Se demuestra que, durante sismos severos, los muros de concreto armado actúan como "fusibles estructurales", disipando la energía cinética del sismo mediante daño acumulado (plastificación) en la base del muro, mecanismo que protege al resto de la edificación del colapso global (Reinhorn et al., 2020).

Tabla 3.*Ubicación de la Realización del Proyecto*

UBICACIÓN DE LA ZONA DE REALIZACIÓN DEL ESTUDIO				
LUGAR	ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE OBSTETRICIA UNC			
	Av. Universitaria, Cajamarca 06003			
COORDENADAS	COORDENADAS SEXAGESIMALES	COORDENADAS GEOGRAFICAS	COORDENADAS UTM	
	Latitud: 7°10'1.71"	Latitud: -7.167142	X: 776333.65	HUSO: 17
	Longitud: 78°29'52.83"	Longitud: -78.498009	Y: 9207020.98	ZONA: S

Figura 2.*Microlocalización Satelital - Campus UNC*

3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1. Tipo

La presente investigación es de tipo aplicada, no se limita únicamente a generar conocimiento teórico, sino que persigue un propósito práctico, a saber, comprender cómo la disminución del espesor de los muros de corte repercute en el comportamiento sísmico de una edificación universitaria, de manera que dicha orientación aplicada obedece a la necesidad de aportar insumos técnicos que posibiliten optimizar los criterios de diseño estructural.

3.2.2. Nivel

El nivel de la investigación es explicativo-comparativo, en tanto busca desentrañar la relación causal entre la variable independiente (espesor de los muros de corte) y la variable dependiente (respuesta sísmica del edificio).

3.2.3. Diseño de Investigación

El estudio se enmarca en un diseño cuasi-experimental, dado que se manipula de manera controlada la variable independiente mediante la creación de modelos estructurales virtuales, manteniendo inalteradas las demás condiciones arquitectónicas y estructurales.

3.2.4. Metodología de Investigación

El enfoque metodológico responde a un método cuantitativo y analítico, pues los resultados se expresan en magnitudes objetivas que luego son interpretados a la luz de la normativa técnica vigente.

3.2.5. Tiempo en que se Realizó la Investigación

La presente investigación se desarrolló desde julio de 2025 hasta octubre de 2025, siendo un periodo de 4 meses.

3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS

3.3.1. Población de Estudio

La población de referencia está conformada por el nuevo edificio de la Escuela Académico Profesional de Obstetricia de la Universidad Nacional de Cajamarca, concebida bajo los criterios de diseño sismorresistente que exige la normativa peruana.

3.3.2. Muestra

Se determinó una muestra no probabilística de tipo intencional; se seleccionaron específicamente los Bloques A y C.

3.3.3. Unidad de Análisis

La unidad de análisis corresponde a cada uno de los modelos estructurales tridimensionales generados para la simulación sísmica.

Para efectos de esta tesis, se han definido seis (06) unidades de análisis diferenciadas, resultantes de la variación del espesor de los muros estructurales en los bloques seleccionados.

- Muros de 35 cm, equivalentes al diseño base (MA-35 y MC-35).
- Muros de 30 cm (MA-30 y MC-30).
- Muros de 25 cm (MA-25 y MC-25).

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.4.1. Técnicas

Las técnicas seleccionadas se orientan hacia el tratamiento digital de la información estructural:

- Modelamiento computacional, que permite recrear la geometría y resistencia del edificio en un entorno virtual.

- Simulación sísmica, mediante procedimientos estáticos y dinámicos que reflejan el comportamiento ante cargas laterales.
- Contraste normativo, a través de la verificación de los resultados frente a los valores límite establecidos por la Norma E.030.

3.4.2. Instrumentos

Los métodos y procedimientos empleados para la recopilación de datos son fundamentales para asegurar la precisión y consistencia de la información obtenida.

Los instrumentos de apoyo que harán posible la obtención de datos son:

- Programas de análisis estructural como ETABS, que posibilitan desarrollar modelos tridimensionales y ejecutar cálculos dinámicos.
- Los planos estructurales oficiales del proyecto, que constituyen el punto de partida para garantizar la fidelidad del modelado.
- Matrices de registro, elaboradas para sistematizar y organizar los resultados numéricos obtenidos en cada escenario de análisis.

3.5. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

3.5.1. Variable Independiente

Para esta investigación, es el espesor (e) de los muros de corte, evaluado en tres escenarios:

- $e = 35$ cm (Escenario base)
- $e = 30$ cm (Primera Reducción)
- $e = 25$ cm (Segunda Reducción)

3.5.2. *Variable Dependiente*

Para esta investigación, la variable dependiente es la respuesta sísmica de la edificación, medida a través de los siguientes indicadores de desempeño estructural:

- Períodos fundamentales de vibración (T).
- Fuerza de corte basal (V).
- Derivas de entrepiso (Δ_i).

3.6. PARÁMETROS DE DISEÑO SÍSMICO (NORMA E.030)

El análisis sísmico se fundamenta en la Norma Técnica E.030 "Diseño Sismorresistente". Los parámetros adoptados para la ciudad de Cajamarca y el tipo de edificación (Escuela Académico Profesional de Obstetricia) son los siguientes:

3.6.1. *Zonificación*

Este factor representa la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. Según la Figura 1, el departamento de Cajamarca se encuentra en las Zonas 2 y 3, mientras que el distrito de Cajamarca se encuentra en la Zona 3.

Valor Asignado: $Z = 0.35$

(Ver Anexo A: Tabla N° A1 - Factores de Zona "Z")

Figura 3.*Zonas Sísmicas*

Nota. Norma E.030 por Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2020a, p. 12)

3.6.2. Perfil de Suelo

Estos parámetros definen cómo el suelo local amplifica la onda sísmica. Basado en el Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) del proyecto, se ha determinado un perfil de suelo blando.

- Clasificación: Suelo S3 (Suelos Blandos).
- Factor de Suelo: $S = 1.20$ (Ver Anexo A: Tabla N° A2 - Factor de Suelo “S”)
- Período de Plataforma (T_P): $T_P = 1.0$
- Período Largo (T_L): $T_L = 1.6$

(Ver Anexo A: Tabla N° A3 - Periodos “TP” y “TL”)

El valor $T_P = 1.0$ es de particular importancia, ya que marca el inicio de la zona de períodos en la que el factor de amplificación C comienza a disminuir.

3.6.3. *Uso e Importancia*

Este factor incrementa la seguridad de la estructura en función de su importancia y del riesgo que su colapso implicaría. El proyecto "Escuela Académico Profesional de Obstetricia" es una institución educativa de nivel superior y, al mismo tiempo, un establecimiento de educación. Por lo tanto, se clasifica como:

- Categoría: A1 (Edificaciones Esenciales).
- Justificación: Su funcionamiento es crítico después de un desastre sísmico.
- Valor Asignado: $U = 1.5$

(Ver Anexo A: Tabla N° A4 – Categoría de las Edificaciones y Factor “U”)

3.6.4. *Sistema Estructural y Coeficiente de Reducción*

El coeficiente R reduce la fuerza sísmica elástica para obtener la fuerza de diseño, confiando en la capacidad de la estructura para disipar energía mediante deformaciones inelásticas (ductilidad).

- Sistema Estructural: La edificación se estructura predominantemente mediante Muros Estructurales en ambas direcciones, ya que actúa por lo menos el 70% de la fuerza cortante en la base.

Tabla 4.*Sistema Estructural*

MURO	DIRECCIÓN X (%)	DIRECCIÓN Y (%)
MA-35	72%	74%
MA-30	71%	74%
MA-25	71%	74%
MC-35	70%	71%
MC-30	70%	70%
MC-25	70%	70%

- Coeficiente Básico (R_0): Para el sistema de Muros Estructurales, se asigna un valor de $R_0 = 6$. (Ver Anexo A: Tabla N° A5 – Sistemas Estructurales)
- Irregularidad: El análisis preliminar de los planos arquitectónicos y estructurales (Anexo B), respaldado por la verificación detallada de irregularidades presentada en los Apéndices B, C, D, E, F y G, permitió concluir que la edificación posee una configuración regular. (Ver Anexo A: Tabla N° A6 – Categoría y Regularidades de las Edificaciones)
- Coeficiente Final (R): El valor final se calcula como $R = R_0 \times I_a \times I_p$ ($R = 6 \times 1 \times 1 = 6$)

3.6.5. Resumen de Parámetros y Espectro de Diseño

Los parámetros sísmicos adoptados para el análisis se resumen en la Tabla 3:

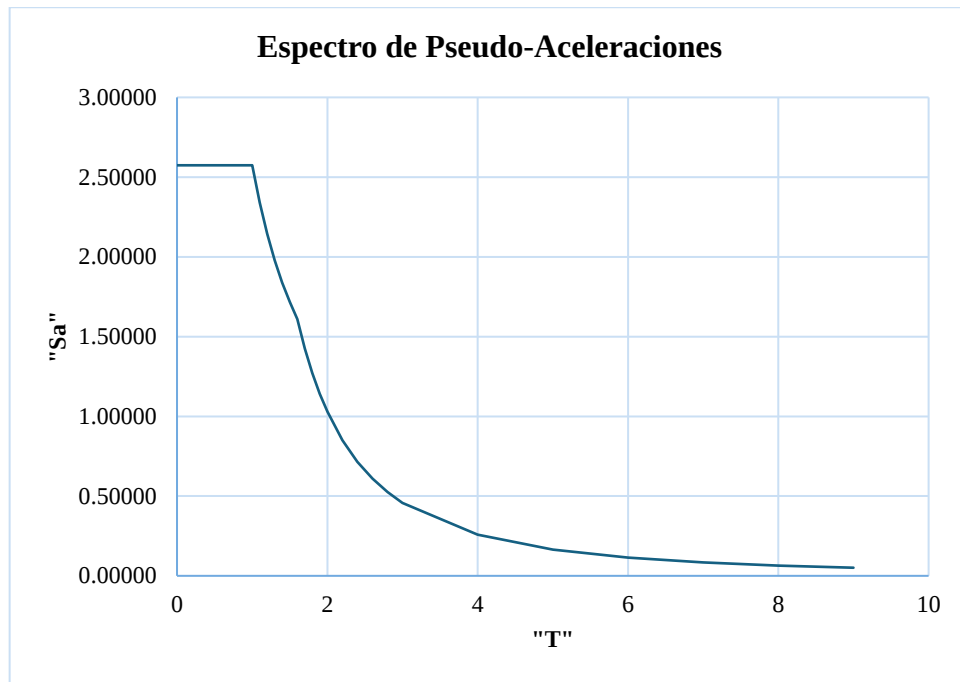
Tabla 5.*Resumen de Parámetros*

PARÁMETROS SÍSMICO	VALOR
Z	0.35
S	1.2
T_P	1
T_L	1.6
U	1.5
R_0	6
I_a	1
I_p	1
R	6

Estos valores se integran para construir el Espectro de Pseudo-Aceleraciones (S_a), que representa la máxima aceleración que experimentaría la estructura para cada período de vibración.

Figura 4.

Espectro de Pseudo-Aceleraciones (S_a)



3.7. DESCRIPCIÓN DEL MODELO COMPUTACIONAL

El análisis de los 6 modelos se realizó mediante el software de análisis y diseño estructural por elementos finitos ETABS. A continuación, se detallan los criterios de modelamiento:

3.7.1. Materiales

Se definieron las propiedades de los materiales a utilizar:

- Concreto Armado: Resistencia a la compresión $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de Refuerzo: Esfuerzo de fluencia $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

Figura 5.*Propiedades de los materiales*

The figure displays two instances of the 'Material Property Data' dialog box, side-by-side. Both windows have a title bar with a blue 'E' icon and a close button. The left window is for 'Concrete' and the right is for 'Rebar'.

Left Window (Concrete):

- General Data:** Material Name: $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$; Material Type: Concrete; Directional Symmetry Type: Isotropic; Material Display Color: [Pink]; Material Notes: [Empty].
- Material Weight and Mass:** ☒ Specify Weight Density; ☐ Specify Mass Density. Weight per Unit Volume: 2400 kgf/m³; Mass per Unit Volume: 244.732 kgf-s²/m⁴.
- Mechanical Property Data:** Modulus of Elasticity, E: 2188197889 kgf/m²; Poisson's Ratio, U: 0.15; Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000099 1/C; Shear Modulus, G: 951390386.38 kgf/m².
- Design Property Data:** [Modify/Show Material Property Design Data...]
- Advanced Material Property Data:** [Nonlinear Material Data...], [Material Damping Properties...], [Time Dependent Properties...]
- Modulus of Rupture for Cracked Deflections:** ☒ Program Default (Based on Concrete Slab Design Code); ☐ User Specified.
- Buttons: OK, Cancel.

Right Window (Rebar):

- General Data:** Material Name: $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$; Material Type: Rebar; Directional Symmetry Type: Uniaxial; Material Display Color: [Yellow]; Material Notes: [Empty].
- Material Weight and Mass:** ☒ Specify Weight Density; ☐ Specify Mass Density. Weight per Unit Volume: 7850 kgf/m³; Mass per Unit Volume: 800.477 kgf-s²/m⁴.
- Mechanical Property Data:** Modulus of Elasticity, E: 20000000000 kgf/m²; Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000117 1/C.
- Design Property Data:** [Modify/Show Material Property Design Data...]
- Advanced Material Property Data:** [Nonlinear Material Data...], [Material Damping Properties...], [Time Dependent Properties...]
- Buttons: OK, Cancel.

3.7.2. Predimensionamiento y Secciones**3.7.2.1. Verificación de Espesor Mínimo de Muro**

Para la validación del espesor (t) de los muros, se aplicó primero el criterio de esbeltez para muros arriostrados lateralmente, estipulado en el Artículo 14.5.3.1 (Capítulo 14: Muros) de la Norma Técnica E.060 Concreto Armado.

Para la validación del cumplimiento normativo, se identificaron las alturas de entrepiso del proyecto. Dado que la altura libre (h_n) es directamente proporcional al espesor mínimo requerido, se procedió a evaluar el caso más desfavorable, correspondiente al Primer Nivel, donde la altura de entrepiso es máxima ($h=3.70 \text{ m}$).

Se consideran los siguientes parámetros geométricos tomados de los planos de arquitectura y estructuras:

- Altura de Entrepiso Nivel 1 (Crítico): 3.70 m
- Altura de Entrepiso Niveles Típicos (2, 3 y 4): 3.55 m
- Peralte de Viga de Arriostre (h_v): 0.60 m
- Altura Libre de Pandeo (h_n): 3.70 m - 0.60 m = 3.10 m (310 cm)

Sustituyendo la altura crítica (Nivel 1) en la ecuación del Art. 14.5.3.1 de la NTE E.060:

$$t_{\min} = \frac{310 \text{ cm}}{25} = 12.40 \text{ cm}$$

El cálculo demuestra que el espesor mínimo para garantizar la estabilidad en la zona más crítica del edificio es de 12.40 cm. Dado que la propuesta de reducción más agresiva de esta tesis plantea muros de 25 cm, se satisface la condición con un factor de seguridad amplio (25 cm > 12.40 cm).

El segundo criterio es el Criterio de Confinamiento, si tomamos el espesor más crítico, tenemos que el espesor de 25 cm se justifica técnicamente porque permite disponer de:

- Recubrimientos libres de 2.0 a 2.5 cm a cada lado.
- Doble malla de acero vertical y horizontal.
- Espacio central suficiente para el vibrado del concreto, evitando segregación ("cangrejeras") en la base, un problema común reportado en muros de espesor reducido.

3.7.2.2. Definición de Secciones

El dimensionamiento de los elementos estructurales para los modelos base (MA-35 y MC-35) se ha tomado del proyecto original y se resume en las Tablas 6 y 7. Las únicas secciones que varían en los modelos M-30 y M-25 son los espesores de los muros.

Tabla 6.

Dimensionamiento de Elementos Lineales

ELEMENTO	DESIGNACIÓN	SECCIÓN (m)
Columna	C-1	0.95 x 0.95
	C-2	0.95 x 1.00
	C-3	0.35 x 1.00
Viga	VS-1	0.15 x 0.25
	VS-2	0.15 x 0.35
	VS-3	0.20 x 0.25
	VP-1	0.35 x 0.60
	VP-2	0.35 x 0.80
	VP-3	0.35 x 0.85

Tabla 7.

Dimensionamiento de Elementos Superficiales

ELEMENTO	DESIGNACIÓN	ESPESOR (m)
Losas	LA_1D	0.25
	LA_2D	0.25
	LM (Bloque C)	0.175
Muro (Base)	MC (Bloque A)	0.35
	MC (Bloque A)	0.35

Se debe precisar que las columnas C1 y C2 (listadas en la Tabla 6) se modelaron en ETABS utilizando elementos tipo Shell (Muro), en lugar de elementos tipo Frame (Columna). Esta decisión metodológica se tomó para garantizar la correcta conectividad y transferencia de

esfuerzos entre las vigas (elementos Frame) y sus apoyos. Durante el modelado inicial, se observaron problemas de falta de conectividad en los nudos viga-columna, lo que generaba inestabilidades locales. Al modelar la columna como un elemento Shell (muro corto), se asegura una conexión monolítica y una transferencia de cargas adecuada en la unión, representando de manera más fidedigna el comportamiento de la estructura.

3.7.3. Casos de Cargas y Análisis

Para el sistema de entrepiso, se ha proyectado el uso de losas aligeradas. Las características geométricas y de peso consideradas para el análisis son las siguientes:

Tabla 8.

Datos Losa Aligerada en 1 Dirección

Dato	Valor
$h_{\text{aligerado}}$	0.25 m
Ancho ladrillo	0.30 m
Altura ladrillo	0.20 m
Ancho vigueta	0.10 m
Ancho modulo	0.40 m
Largo módulo	0.30 m
Área por cada ladrillo	0.12 m ²
Peso propio de losa	350 kg/m ²
Cant. Ladrillos (1m ²)	8.33 lad
Volumen C	0.1 m ³
Peso del Concreto	240 kg/m ²
Peso de ladrillo	110 kg/m ²

Tabla 9.*Datos Losa Aligerada en 2 Direcciones*

Dato	Valor
$h_{aligerado}$	0.25 m
Ancho ladrillo	0.30 m
Altura ladrillo	0.20 m
Ancho vigueta	0.10 m
Ancho modulo	0.40 m
Largo módulo	0.40 m
Área por cada ladrillo	0.16 m ²
Cant. Ladrillos (1m ²)	6.25 lad
Volumen C	0.1375 m ³
Peso del Concreto	330 kg/m ²
Peso de ladrillo	62.5 kg/m ²
Peso propio de losa	393 kg/m ²

Adicionalmente al peso propio, se consideran las siguientes cargas permanentes distribuidas por unidad de área (CM)

Tabla 10.*Carga Muerta en Losas*

	LA 1 Direcc	LA 2 Direcc
Peso de Ladrillo:	110 kg/m ²	63 kg/m ²
Piso Terminado:	100 kg/m ²	100 kg/m ²
Tabiquería Móvil:	100 kg/m ²	100 kg/m ²
WD =	310 kg/m ²	263 kg/m ²
	0.31 Tn/m ²	0.26 Tn/m ²

La Carga Viva (S/C) se ha asignado en función del uso previsto para los ambientes de la edificación:

Tabla 11.

Carga Viva en Losas

Ocupación o uso:	Centro de Educación		
Sobre Carga (S/C)	Aulas:	250 kg/m ²	0.25 Tn/m ²
	Talleres:	350 kg/m ²	0.35 Tn/m ²
	Auditorios:	300 kg/m ²	0.30 Tn/m ²
	Laboratorios:	300 kg/m ²	0.30 Tn/m ²
	Corredores:	400 kg/m ²	0.40 Tn/m ²
	Techo:	100 kg/m ²	0.10 Tn/m ²

Para los muros portantes y de fachada apoyados sobre las vigas, se ha realizado el metrado de cargas lineales (W_D). Esta carga resulta del producto del peso específico del material, el espesor del muro y su altura libre.

Tabla 12.

Carga Distribuida en Vigas

Espesor de muro	0.15 m	0.25 m	0.15 m	0.15 m	0.25 m
Altura efectiva	2.70 m	2.50 m	2.45 m	2.95 m	2.70 m
Peso esp. Albañilería	1350 kg/m ³	1350 kg/m ³	1350 kg/m ³	1350 kg/m ³	1350 kg/m ³
WD	547 kg/ml	844 kg/ml	496 kg/ml	597 kg/ml	911 kg/ml

Con los valores de metrado obtenidos anteriormente, se procedió a la definición de los Patrones de Carga dentro del software ETABS. Se generaron casos de carga estáticos para representar las distintas condiciones a las que estará expuesta la edificación:

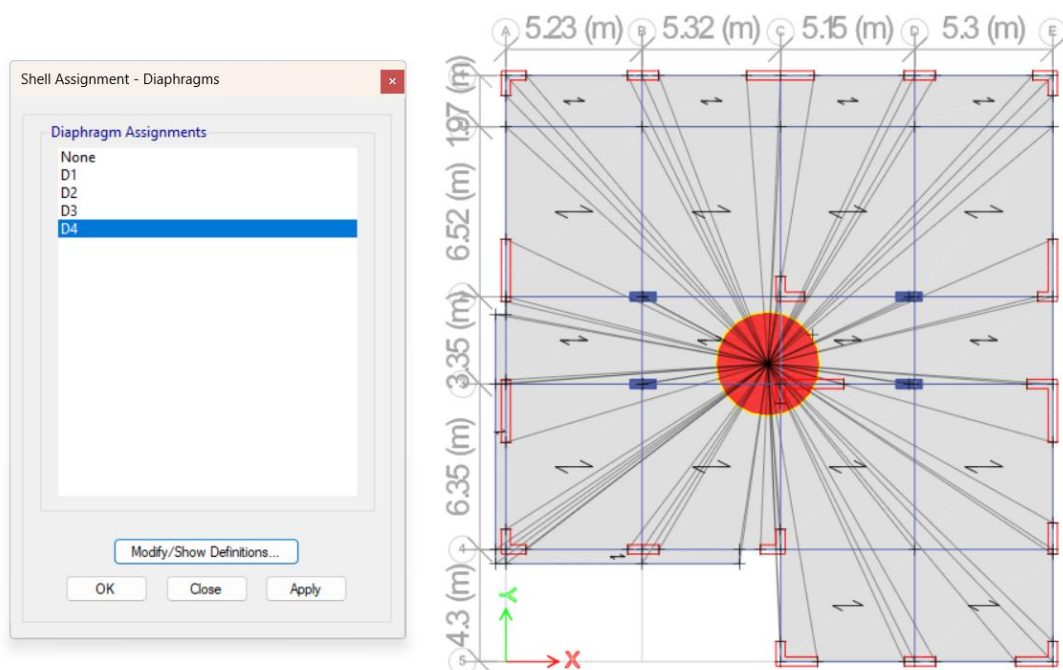
- **Peso Propio:** Calculado automáticamente por el software considerando el volumen de los elementos y el peso específico del concreto armado.
- **Carga Muerta Adicional:** Se ingresó como una carga uniforme distribuida en las losas, representando los acabados y tabiquería fija calculados previamente.
- **Carga Viva:** Asignada según el uso del ambiente sobre los elementos de área.
- **Carga de Muros:** Se incorporó como carga distribuida lineal directamente sobre las vigas peraltadas y de amarre, según el metrado de mampostería detallado.

3.7.4. Diafragmas

Se asignó un diafragma rígido ("Diaphragm") en el centro de masa de cada nivel de piso para simular el comportamiento de la losa de entrepiso, asegurando que todos los nudos de un nivel se desplacen conjuntamente en el plano horizontal.

Figura 6.

Asignación de Diafragmas



3.7.5. Fuente de Masas

Se definió la fuente de masa conforme al Artículo 27.2 de la Norma E.030, incluyendo el 100% de la Carga Muerta y el 50% de la Carga Viva (por ser Edificación Categoría A1).

3.8. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS Y CRITERIOS

Esta sección describe el procedimiento metodológico paso a paso que se siguió para la obtención, procesamiento y validación de los datos de la investigación. El flujo de trabajo se ha diseñado para aislar la variable independiente (espesor) y evaluar sus efectos (variables dependientes) en estricto cumplimiento de los criterios de la Norma E.030.

El proceso se resume en el siguiente diagrama de flujo:

Figura 7.

Procedimiento de Análisis



3.8.1. Modelado y Análisis Preliminar

3.8.1.1. Generación de Modelos

Se crearon los seis (6) modelos computacionales en ETABS (M-A-35, M-A-30, M-A-25, M-C-35, M-C-30, M-C-25), como se describió en la Sección 3.5. Se tuvo la precaución metodológica de mantener todos los muros alineados a su eje central. Esto asegura que la única

variable modificada sea el espesor (y por tanto la rigidez y la masa), sin introducir excentricidades torsionales adicionales al variar la posición del centro de rigidez.

3.8.1.2. Análisis Estático (V_s)

El análisis sísmico tanto en X como en Y en el programa ETABS se realizó por coeficientes, como se muestra en las Figuras C1 y C2, al ser los coeficientes iguales, la configuración es la misma para los 6 modelos:

Figura 8.

Configuración de Sismo Estático en X

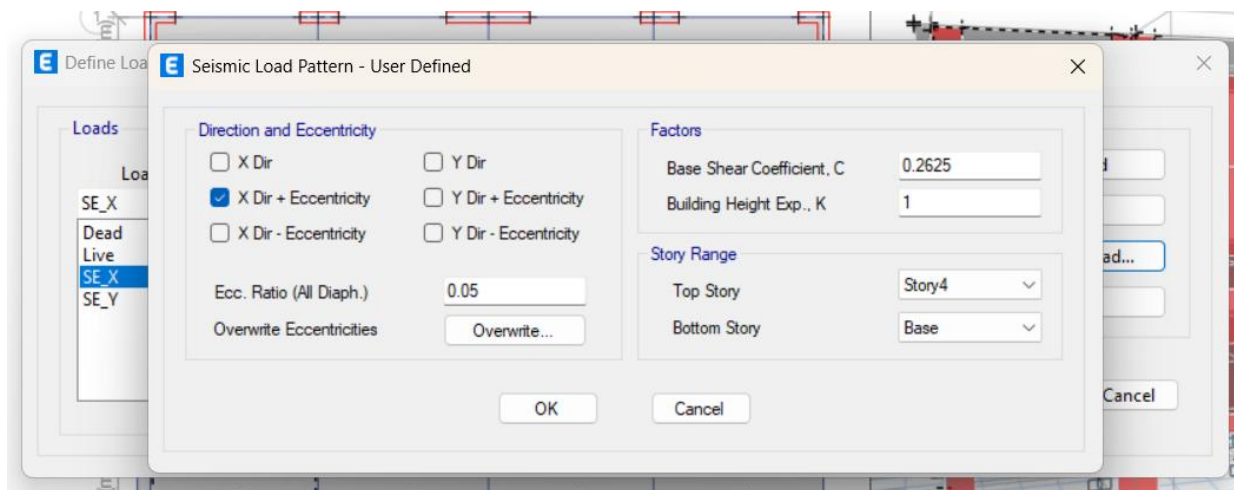
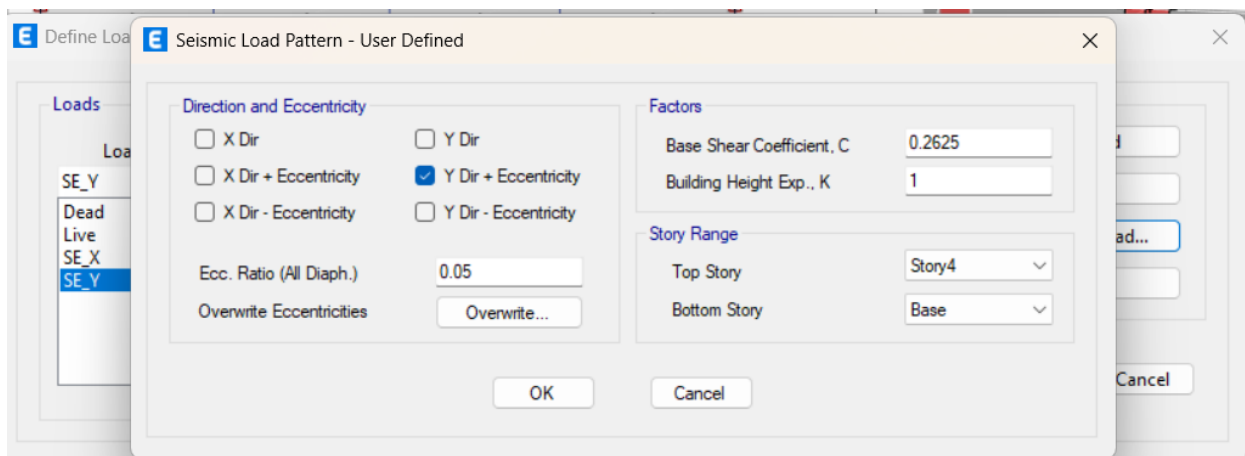


Figura 9.

Configuración de Sismo Estático en Y



En primer lugar, se detallan las Fuerzas Cortantes actuantes en los muros estructurales del modelo MA-35, resultantes de la aplicación del sismo espectral (SE-X y SE-Y).

Tabla 13.

Fuerza Cortante de Muros Estructurales SE-X en MA-35

Story	Pier	Output Case	Location	P kgf	V2 kgf	V3 kgf
Story1	M1	SE_X	Bottom	21153.46	31234.03	276.88
Story1	M2	SE_X	Bottom	-2052.2	97128.39	-9.07
Story1	M3	SE_X	Bottom	-15895.51	31331.32	-134.45
Story1	M5	SE_X	Bottom	-18475.62	-4326.08	-9895.13
Story1	M7	SE_X	Bottom	48867.12	89083.5	7035.44
Story1	M8	SE_X	Bottom	-80157.04	-21909.14	-1051.33
Story1	M9	SE_X	Bottom	-40601.05	31185.6	169.26
Story1	M10	SE_X	Bottom	40311.67	30097.8	-5064
Story1	M11	SE_X	Bottom	3434.7	24524.1	-410.65
Story1	M12	SE_X	Bottom	-57777.46	30494.33	2441.82
					338843.85	

Tabla 14.

Fuerza Cortante de Muros Estructurales SE-Y en MA-35

Story	Pier	Output Case	Location	P kgf	V2 kgf	V3 kgf
Story1	M4	SE_Y	Bottom	-60353.81	65346.7	282.73
Story1	M5	SE_Y	Bottom	-50643.64	87258.08	-5366.32
Story1	M6	SE_Y	Bottom	-39808.74	80677.23	-334.27
Story1	M7	SE_Y	Bottom	20909.76	8434.93	20879.11
Story1	M8	SE_Y	Bottom	111472.2	100004.2	160.11
Story1	M10	SE_Y	Bottom	56613.72	37.67	15977.64
Story1	M12	SE_Y	Bottom	51316.67	14516.24	21843.2
Story1	M13	SE_Y	Bottom	19461.92	35944.01	-512.94
					392219.06	

De manera análoga, se procede a exponer los resultados para el modelo MA-30.

Tabla 15.

Fuerza Cortante de Muros Estructurales SE-X en MA-30

Story	Pier	Output Case	Location	P kgf	V2 kgf	V3 kgf
Story1	M1	SE_X	Bottom	19389	28786.12	247.01
Story1	M2	SE_X	Bottom	-1918.3	93591.85	-16.74
Story1	M3	SE_X	Bottom	-14249.19	28877.35	-125.82
Story1	M5	SE_X	Bottom	-16053.85	-4551.07	-8829.88
Story1	M7	SE_X	Bottom	49668.2	86329.35	7001.35
Story1	M8	SE_X	Bottom	-82046.07	-22013.18	-798.87
Story1	M9	SE_X	Bottom	-56426.52	31970.65	142.01
Story1	M10	SE_X	Bottom	36563.13	28391.23	-4937.92
Story1	M11	SE_X	Bottom	2911	22388.3	-377.82
Story1	M12	SE_X	Bottom	-53876.84	28739.91	2373.35
					322510.51	

Tabla 16.

Fuerza Cortante de Muros Estructurales SE-Y en MA-30

Story	Pier	Output Case	Location	P kgf	V2 kgf	V3 kgf
Story1	M4	SE_Y	Bottom	-55225.4	61579.13	245.73
Story1	M5	SE_Y	Bottom	-47152.19	84762.64	-5392.78
Story1	M6	SE_Y	Bottom	-62656.06	79715.26	-281.13
Story1	M7	SE_Y	Bottom	20340.18	8686.9	18947.98
Story1	M8	SE_Y	Bottom	116887.83	97125.43	119.93
Story1	M10	SE_Y	Bottom	53161.44	364.52	14522.62
Story1	M12	SE_Y	Bottom	46075.12	14627.89	20375.23
Story1	M13	SE_Y	Bottom	18099.64	33412.27	-447.43
					380274.04	

Por último, se presentan las fuerzas cortantes correspondientes al modelo MA-25.

Tabla 17.

Fuerza Cortante de Muros Estructurales SE-X en MA-25

Story	Pier	Output Case	Location	P kgf	V2 kgf	V3 kgf
Story1	M1	SE_X	Bottom	17474.31	25933.09	192.15
Story1	M2	SE_X	Bottom	-1676.68	86074.38	-23.18
Story1	M3	SE_X	Bottom	-12566.54	26018.66	-105.55
Story1	M5	SE_X	Bottom	-13787.12	-4699	-7642.91
Story1	M7	SE_X	Bottom	47985.35	79239.92	6488.03
Story1	M8	SE_X	Bottom	-78706.1	-21023.48	-571.74
Story1	M9	SE_X	Bottom	-67619.53	31601.28	109.67
Story1	M10	SE_X	Bottom	32388.12	25522.13	-4550.71
Story1	M11	SE_X	Bottom	2230.28	19897.91	-315.88
Story1	M12	SE_X	Bottom	-49234.89	25825.3	2060.35
					294390.19	

Tabla 18.

Fuerza Cortante de Muros Estructurales SE-Y en MA-25

Story	Pier	Output Case	Location	P kgf	V2 kgf	V3 kgf
Story1	M4	SE_Y	Bottom	-49967.01	55756.54	200.02
Story1	M5	SE_Y	Bottom	-43124.81	78477.08	-5073.31
Story1	M6	SE_Y	Bottom	-79372.89	75844.81	-220.1
Story1	M7	SE_Y	Bottom	19027.64	8318.29	16833.68
Story1	M8	SE_Y	Bottom	112561.01	90012.33	75.01
Story1	M10	SE_Y	Bottom	48965.76	641.68	12893.07
Story1	M12	SE_Y	Bottom	41105.66	13965.97	18487.15
Story1	M13	SE_Y	Bottom	16583.03	30418.04	-342.97
					353434.74	

Una vez concluida la revisión de la serie MA, se procede a evaluar el comportamiento de los modelos correspondientes a la serie MC. A continuación, se detallan las fuerzas cortantes obtenidas para esta configuración estructural bajo las mismas condiciones de carga sísmica espectral (SE-X y SE-Y).

Se inicia presentando los resultados para el modelo MC-35.

Tabla 19.

Fuerza Cortante de Muros Estructurales SE-X en MC-35

Story	Pier	Output Case	Location	P kgf	V2 kgf	V3 kgf
Story1	M1	SE_X	Bottom	17891.68	38592.59	205.45
Story1	M2	SE_X	Bottom	2414.77	120203.62	120.02
Story1	M3	SE_X	Bottom	-21135.05	38871.06	-603.57
Story1	M4	SE_X	Bottom	36854.5	2915.2	-18076.1
Story1	M5	SE_X	Bottom	-21820.68	8295.82	-11347.5
Story1	M6	SE_X	Bottom	31838.73	23409.92	-19425.31
Story1	M7	SE_X	Bottom	25401	15818.53	12428.46
Story1	M8	SE_X	Bottom	70917.26	39279.64	-4077.22
Story1	M9	SE_X	Bottom	-3404.71	31157.3	497.43
Story1	M10	SE_X	Bottom	-51471.37	39234.82	7651.55
Story1	M12	SE_X	Bottom	4091.15	32269.44	-461.54
					390047.94	

Tabla 20.*Fuerza Cortante de Muros Estructurales SE-Y en MC-35*

Story	Pier	Output Case	Location	P kgf	V2 kgf	V3 kgf
Story1	M4	SE_Y	Bottom	-9473.04	81167.86	7312.68
Story1	M5	SE_Y	Bottom	-12564.84	98160.49	-3476.76
Story1	M6	SE_Y	Bottom	-7817.58	80581.28	-7559.47
Story1	M7	SE_Y	Bottom	3813.6	95271.92	3214.04
Story1	M8	SE_Y	Bottom	63931.97	-737.62	17293.4
Story1	M10	SE_Y	Bottom	39866.75	13187.28	20730.77
Story1	M11	SE_Y	Bottom	16946.91	28684.74	-53.88
					396315.95	

Seguidamente, el análisis se centra en el modelo MC-30.

Tabla 21.*Fuerza Cortante de Muros Estructurales SE-X en MC-30*

Story	Pier	Output Case	Location	P kgf	V2 kgf	V3 kgf
Story1	M1	SE_X	Bottom	17029.42	37476.2	168.35
Story1	M2	SE_X	Bottom	2347.96	113238.08	100.06
Story1	M3	SE_X	Bottom	-20306.13	37754.54	-492.74
Story1	M4	SE_X	Bottom	36898.96	3294.16	-16820.15
Story1	M5	SE_X	Bottom	-22813.58	-8006.93	-10936.24
Story1	M6	SE_X	Bottom	31651.2	22188.7	-18134.66
Story1	M7	SE_X	Bottom	-25844.16	-14909.59	-12097.09
Story1	M8	SE_X	Bottom	69374.65	36881.01	-3628.41
Story1	M9	SE_X	Bottom	-2903.54	30139.14	456.67
Story1	M10	SE_X	Bottom	-50164.78	36762.64	7182.32
Story1	M12	SE_X	Bottom	4220.78	31395.42	-387.84
					326213.37	

Tabla 22.*Fuerza Cortante de Muros Estructurales SE-Y en MC-30*

Story	Pier	Output Case	Location	P kgf	V2 kgf	V3 kgf
Story1	M4	SE_Y	Bottom	-6367.62	77897.56	6808.89
Story1	M5	SE_Y	Bottom	-8805.93	94013.2	-3323.76
Story1	M6	SE_Y	Bottom	-7302.79	76710	-7064.56
Story1	M7	SE_Y	Bottom	3532.82	90415.31	3008.95
Story1	M8	SE_Y	Bottom	62749.9	-789.29	16668.48
Story1	M10	SE_Y	Bottom	39451.26	12360.58	19809.67
Story1	M11	SE_Y	Bottom	16889.98	28173.1	-57.13
					378780.46	

Finalmente, se completa el registro de fuerzas internas con el modelo MC-25.

Tabla 23.*Fuerza Cortante de Muros Estructurales SE-X en MC-25*

Story	Pier	Output Case	Location	P kgf	V2 kgf	V3 kgf
Story1	M1	SE_X	Bottom	15976.27	36003.15	127.93
Story1	M2	SE_X	Bottom	2239.79	105476.07	75.96
Story1	M3	SE_X	Bottom	-19230.94	36281.51	-370.25
Story1	M4	SE_X	Bottom	36971.59	3738.32	-15531.44
Story1	M5	SE_X	Bottom	-24364.49	-7693.85	-10707.74
Story1	M6	SE_X	Bottom	31297.81	20871.59	-16816.89
Story1	M7	SE_X	Bottom	-26637.13	-13908.39	-11966.29
Story1	M8	SE_X	Bottom	67375.03	34223.01	-3141.27
Story1	M9	SE_X	Bottom	-2419.77	28796.24	389.52
Story1	M10	SE_X	Bottom	-48493.42	34026.61	6682.37
Story1	M12	SE_X	Bottom	4419.34	30299.87	-309.26
					308114.13	

Tabla 24.*Fuerza Cortante de Muros Estructurales SE-Y en MC-25*

Story	Pier	Output Case	Location	P kgf	V2 kgf	V3 kgf
Story1	M4	SE_Y	Bottom	-1654.55	74403.56	6261.48
Story1	M5	SE_Y	Bottom	-3089.48	89522.1	-3175.83
Story1	M6	SE_Y	Bottom	-6644.06	72284.75	-6530.24
Story1	M7	SE_Y	Bottom	3320.59	84826.23	2789.13
Story1	M8	SE_Y	Bottom	60940.64	-854.36	15946.21
Story1	M10	SE_Y	Bottom	38668.73	11422.95	18767.99
Story1	M11	SE_Y	Bottom	16699.84	27372.45	-58.01
					358977.68	

3.8.1.3. Análisis Dinámico (V_d)

Para la evaluación del comportamiento sísmico de la estructura, también se realizó un Análisis Dinámico Modal Espectral, conforme a los lineamientos de la normativa vigente. El insumo principal para este procedimiento es la definición del Espectro de Diseño o diagrama de pseudo-aceleraciones (S_a).

Para la construcción de dicha curva espectral, se utilizaron los parámetros de sitio (Z , S), uso (U) y estructuración (R) que fueron definidos y justificados en la sección precedente. Los valores numéricos específicos adoptados para el cálculo de la aceleración espectral corresponden a los presentados en la Tabla 5.

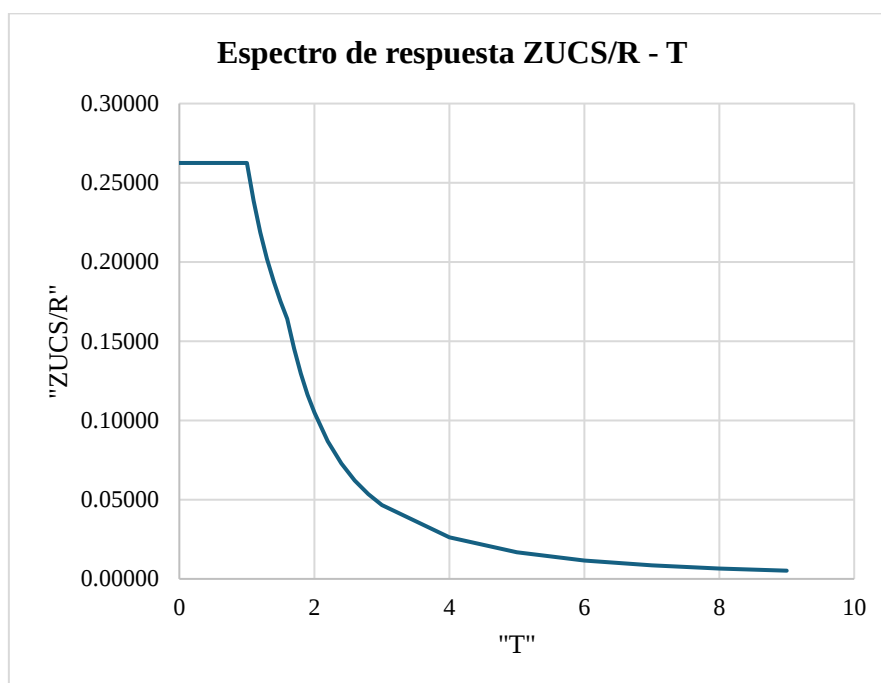
Tabla 25.*Datos para Espectro de Diseño*

Tn	C	ZUCS/R	Sa
0	2.50	0.26250	2.57425
0.02	2.50	0.26250	2.57425
0.04	2.50	0.26250	2.57425
0.06	2.50	0.26250	2.57425
0.08	2.50	0.26250	2.57425
0.1	2.50	0.26250	2.57425
0.12	2.50	0.26250	2.57425
0.14	2.50	0.26250	2.57425
0.16	2.50	0.26250	2.57425
0.18	2.50	0.26250	2.57425
0.2	2.50	0.26250	2.57425
0.25	2.50	0.26250	2.57425
0.3	2.50	0.26250	2.57425
0.35	2.50	0.26250	2.57425
0.4	2.50	0.26250	2.57425
0.45	2.50	0.26250	2.57425
0.5	2.50	0.26250	2.57425
0.55	2.50	0.26250	2.57425
0.6	2.50	0.26250	2.57425
0.65	2.50	0.26250	2.57425
0.7	2.50	0.26250	2.57425
0.75	2.50	0.26250	2.57425
0.8	2.50	0.26250	2.57425
0.85	2.50	0.26250	2.57425
0.9	2.50	0.26250	2.57425
0.95	2.50	0.26250	2.57425
1	2.50	0.26250	2.57425
1.1	2.27	0.23864	2.34022
1.2	2.08	0.21875	2.14520
1.3	1.92	0.20192	1.98019
1.4	1.79	0.18750	1.83875
1.5	1.67	0.17500	1.71616
1.6	1.56	0.16406	1.60890
1.7	1.38	0.14533	1.42519
1.8	1.23	0.12963	1.27123
1.9	1.11	0.11634	1.14094
2	1.00	0.10500	1.02970
2.2	0.83	0.08678	0.85099
2.4	0.69	0.07292	0.71507

2.6	0.59	0.06213	0.60929
2.8	0.51	0.05357	0.52536
3	0.44	0.04667	0.45764
4	0.25	0.02625	0.25742
5	0.16	0.01680	0.16475
6	0.11	0.01167	0.11441
7	0.08	0.00857	0.08406
8	0.06	0.00656	0.06436
9	0.05	0.00519	0.05085

Figura 10.

Espectro de Respuesta ZUCS/R - T



La determinación de las fuerzas internas en los elementos verticales es consecuencia directa de la aplicación del espectro de pseudo-aceleraciones (S_a) definido anteriormente. Al introducir estos valores de aceleración espectral en el software ETABS, se obtuvo la Fuerza Cortante en los muros estructurales.

Los resultados que se presentan a continuación corresponden a las solicitaciones máximas bajo los casos de carga dinámica SD-X (sismo en dirección X) y SD-Y (sismo en dirección Y), organizados según la tipología del bloque analizado.

Tabla 27.*Fuerza Cortante de Muros Estructurales SD-Y en MA-35*

Story	Pier	Output Case	Step Type	Location	P kgf	V2 kgf	V3 kgf
Story1	M4	SD_Y	Max	Bottom	47243.65	50312.74	307.05
Story1	M5	SD_Y	Max	Bottom	43169.9	72792.95	4616.89
Story1	M6	SD_Y	Max	Bottom	30664.11	62161.5	371.02
Story1	M7	SD_Y	Max	Bottom	18241.15	11287.09	16817.78
Story1	M8	SD_Y	Max	Bottom	93165.01	83295.53	145.1
Story1	M10	SD_Y	Max	Bottom	49415.65	5658.22	12486.94
Story1	M12	SD_Y	Max	Bottom	41008.05	15055.65	18509.51
Story1	M13	SD_Y	Max	Bottom	16015.09	29958.31	564.17
						330521.99	

Para el Modelo MA-30, se presentan a continuación las solicitaciones de corte resultantes.

Tabla 28.*Fuerza Cortante de Muros Estructurales SD-X en MA-30*

Story	Pier	Output Case	Location	P kgf	V2 kgf	V3 kgf
Story1	M1	SD_X	Bottom	15880.68	23819.61	378.23
Story1	M2	SD_X	Bottom	3264.03	77576.82	463.35
Story1	M3	SD_X	Bottom	12372.28	23897.92	215.18
Story1	M5	SD_X	Bottom	15783.05	11476.87	7270.08
Story1	M7	SD_X	Bottom	41649.44	69471.22	6983.15
Story1	M8	SD_X	Bottom	65678.14	20194.08	630.41
Story1	M9	SD_X	Bottom	44061.05	25114.41	246.36
Story1	M10	SD_X	Bottom	31857.13	21858.84	3654.72
Story1	M11	SD_X	Bottom	3475.91	17474.02	297.55
Story1	M12	SD_X	Bottom	41721.48	22750.2	3775.3
					313633.99	

Tabla 29.*Fuerza Cortante de Muros Estructurales SD-Y en MA-30*

Story	Pier	Output Case	Location	P kgf	V2 kgf	V3 kgf
Story1	M4	SD_Y	Bottom	42707.13	46756.83	346.23
Story1	M5	SD_Y	Bottom	40939.8	71780.98	4774.85
Story1	M6	SD_Y	Bottom	47715.84	60568.58	376.99
Story1	M7	SD_Y	Bottom	18814.38	14719.88	15328.5
Story1	M8	SD_Y	Bottom	99567.79	82114.43	136.47
Story1	M10	SD_Y	Bottom	47626.65	7029.38	11261.29
Story1	M12	SD_Y	Bottom	37179.18	16228.67	17648.53
Story1	M13	SD_Y	Bottom	15103.3	28277.44	554.8
					327476.19	

Finalmente, para este grupo, se presentan las fuerzas de corte para el Modelo MA-25.

Tabla 30.*Fuerza Cortante de Muros Estructurales SD-X en MA-25*

Story	Pier	Output Case	Location	P kgf	V2 kgf	V3 kgf
Story1	M1	SD_X	Bottom	14319.3	21480.17	334.38
Story1	M2	SD_X	Bottom	3820.27	71419.92	526.24
Story1	M3	SD_X	Bottom	11007.63	21555.04	237.37
Story1	M5	SD_X	Bottom	15061.63	14361.83	6367.42
Story1	M7	SD_X	Bottom	40453.32	63787.41	6815.01
Story1	M8	SD_X	Bottom	63996.3	21728.8	449.61
Story1	M9	SD_X	Bottom	52964.63	24822.76	205.49
Story1	M10	SD_X	Bottom	29330.98	19594.82	3564.9
Story1	M11	SD_X	Bottom	3442.09	15547.01	263.91
Story1	M12	SD_X	Bottom	38176.72	20603.91	4171.99
					294901.67	

Tabla 31.*Fuerza Cortante de Muros Estructurales SD-Y en MA-25*

Story	Pier	Output Case	Location	P kgf	V2 kgf	V3 kgf
Story1	M4	SD_Y	Bottom	38521.27	42213.64	335.69
Story1	M5	SD_Y	Bottom	37943.47	67181.11	4619.12
Story1	M6	SD_Y	Bottom	60312.99	57467.78	345.25
Story1	M7	SD_Y	Bottom	18918.99	16956.96	13719.49
Story1	M8	SD_Y	Bottom	97341.54	76932.42	116.17
Story1	M10	SD_Y	Bottom	44679.04	7586.74	9985.01
Story1	M12	SD_Y	Bottom	33756.65	16136.42	16250.94
Story1	M13	SD_Y	Bottom	14053.56	26028.67	467.38
					310503.74	

Iniciando con el segundo grupo de análisis, se muestra la fuerza cortante basal para el Modelo MC-35, calculada a partir del mismo espectro de pseudo-aceleración asignado anteriormente.

Tabla 32.*Fuerza Cortante de Muros Estructurales SD-X en MC-35*

Story	Pier	Output Case	Location	P kgf	V2 kgf	V3 kgf
Story1	M1	SD_X	Bottom	14753.66	30721.57	215.26
Story1	M2	SD_X	Bottom	2281.32	95886.37	285.6
Story1	M3	SD_X	Bottom	17031.7	30949.64	534.99
Story1	M4	SD_X	Bottom	30168.03	8108.08	14606.65
Story1	M5	SD_X	Bottom	17598.78	11719.38	9029.94
Story2	M6	SD_X	Bottom	26176.73	18579.97	15363.02
Story1	M7	SD_X	Bottom	20750.6	16119.87	9988.93
Story1	M8	SD_X	Bottom	56898.43	32015.62	4330.95
Story1	M9	SD_X	Bottom	3440.75	25221	393.88
Story1	M10	SD_X	Bottom	43328.83	31657.82	6135.58
Story1	M12	SD_X	Bottom	3316.55	25974.97	419.92
					326954.29	

Tabla 33.*Fuerza Cortante de Muros Estructurales SD-Y en MC-35*

Story	Pier	Output Case	Location	P kgf	V2 kgf	V3 kgf
Story1	M4	SD_Y	Bottom	6855.58	64041.58	5276.25
Story1	M5	SD_Y	Bottom	11505.08	80228.54	3404.55
Story1	M6	SD_Y	Bottom	5611.2	64416.91	6937.87
Story1	M7	SD_Y	Bottom	2884.28	77538.82	2297.55
Story1	M8	SD_Y	Bottom	55958.43	6156.82	13362.04
Story1	M10	SD_Y	Bottom	30174.4	14031.59	17075.92
Story1	M11	SD_Y	Bottom	14814	22686.66	325.44
					329100.92	

Seguidamente, se tabulan los resultados del análisis dinámico para el Modelo MC-30.

Tabla 34.*Fuerza Cortante de Muros Estructurales SD-X en MC-30*

Story	Pier	Output Case	Location	P kgf	V2 kgf	V3 kgf
Story1	M1	SD_X	Bottom	14002.24	29850.53	173.33
Story1	M2	SD_X	Bottom	2186.59	90370.07	233.22
Story1	M3	SD_X	Bottom	16362.26	30078.07	432.82
Story1	M4	SD_X	Bottom	30079.42	7726.46	13589.36
Story1	M5	SD_X	Bottom	18424.16	11013.8	8715.45
Story2	M6	SD_X	Bottom	25975.13	17703.76	14363.18
Story1	M7	SD_X	Bottom	21083.29	15017.38	9725.65
Story1	M8	SD_X	Bottom	55692.79	30081.3	3927.32
Story1	M9	SD_X	Bottom	3010.96	24421.97	361.34
Story1	M10	SD_X	Bottom	42143.3	29699.04	5779.08
Story1	M12	SD_X	Bottom	3423.32	25293.78	346.6
					311256.16	

Tabla 35.*Fuerza Cortante de Muros Estructurales SD-Y en MC-30*

Story	Pier	Output Case	Location	P kgf	V2 kgf	V3 kgf
Story1	M4	SD_Y	Bottom	4673.09	61583.81	4935.43
Story1	M5	SD_Y	Bottom	8376.26	76693.02	3233.42
Story1	M6	SD_Y	Bottom	5262.28	61387.23	6453.19
Story1	M7	SD_Y	Bottom	2718.62	73462.64	2152.36
Story1	M8	SD_Y	Bottom	54628.01	5640.02	12929.25
Story1	M10	SD_Y	Bottom	29954.44	13008.64	16280.71
Story1	M11	SD_Y	Bottom	14659.77	22318.43	257.59
					314093.79	

Para concluir, la siguiente tabla expone las fuerzas cortantes de diseño para el Modelo MC-25, completando así la evaluación de la respuesta sísmica en los muros del Bloque C.

Tabla 36.*Fuerza Cortante de Muros Estructurales SD-X en MC-25*

Story	Pier	Output Case	Location	P kgf	V2 kgf	V3 kgf
Story1	M1	SD_X	Bottom	13083.38	28658.21	128.01
Story1	M2	SD_X	Bottom	2037.37	84105.02	175.74
Story1	M3	SD_X	Bottom	15480.36	28884.83	321.91
Story1	M4	SD_X	Bottom	29960.58	7264.68	12527.88
Story1	M5	SD_X	Bottom	19694.7	10129.71	8536.33
Story2	M6	SD_X	Bottom	25610.36	16687.89	13324.57
Story1	M7	SD_X	Bottom	21679.14	13711.06	9611.08
Story1	M8	SD_X	Bottom	54070.36	27898.22	3476.46
Story1	M9	SD_X	Bottom	2577.31	23330.13	308.06
Story1	M10	SD_X	Bottom	40598.47	27489.92	5381.74
Story1	M12	SD_X	Bottom	3580.4	24403.75	270.41
					292563.42	

Tabla 37.*Fuerza Cortante de Muros Estructurales SD-Y en MC-25*

Story	Pier	Output Case	Location	P kgf	V2 kgf	V3 kgf
Story1	M4	SD_Y	Bottom	2526.76	58943.98	4556.64
Story1	M5	SD_Y	Bottom	3820.61	72856.01	3065.69
Story1	M6	SD_Y	Bottom	4793.33	57902.51	5925.62
Story1	M7	SD_Y	Bottom	2568.78	68773.78	1987.66
Story1	M8	SD_Y	Bottom	52719.01	5049.55	12421.28
Story1	M10	SD_Y	Bottom	29463.41	11850.28	15381.09
Story1	M11	SD_Y	Bottom	14389.12	21720.01	190.42
					297096.12	

3.8.2. Verificación de Criterios Normativos

Antes de analizar los resultados finales, se aplicaron los dos filtros de control que exige la norma:

3.8.2.1. Criterio de Participación de Masa

Con el fin de asegurar que la respuesta dinámica sea representativa, se verificó el Criterio de Participación de Masa. Se extrajeron los datos de 'Modal Participating Mass Ratios' para constatar que los modos de vibración seleccionados acumulen más del 90% de la masa participativa en las direcciones de análisis ortogonales (SumUX y SumUY).

En la Tabla 38 correspondiente al Modelo MA-35, se observa el acumulado de masa para cada modo. Se aprecia que se logra superar el 90% de la masa total, validando así el número de modos empleados para este análisis.

Tabla 38.*Masa Participativa en MA-35*

Case	Mode	Period sec	UX	UY	SumUX	SumUY
Modal	1	0.356	0.0369	0.7074	0.0369	0.7074
Modal	2	0.345	0.7229	4.97E-02	0.7598	0.7571
Modal	3	0.247	0.0283	0.0292	0.788	0.7863
Modal	4	0.097	0.0046	0.1283	0.7927	0.9146
Modal	5	0.094	0.1267	6.40E-03	0.9194	0.9209
Modal	6	0.068	0.0039	0.0031	0.9233	0.9241
Modal	7	0.045	1.00E-03	0.0515	0.9242	0.9755
Modal	8	0.044	0.0517	1.30E-03	0.9759	0.9768
Modal	9	0.032	0.0011	0.0009	0.977	0.9777
Modal	10	0.027	0.0005	0.0211	0.9775	0.9988
Modal	11	0.025	0.0217	0.0007	0.9992	0.9995
Modal	12	0.019	0.0006	0.0004	0.9998	0.9998
Modal	13	0.013	2.11E-06	0.0001	0.9998	1
Modal	14	0.012	0.0002	1.07E-05	1	1
Modal	15	0.01	9.86E-06	2.47E-05	1	1

De manera similar, para el Modelo MA-30, la siguiente tabla confirma que la participación de masa modal cumple con el requisito mínimo en las direcciones X e Y, garantizando la precisión de los resultados dinámicos.

Tabla 39.*Masa Participativa en MA-30*

Case	Mode	Period sec	UX	UY	SumUX	SumUY
Modal	1	0.392	0.1069	0.6109	0.1069	0.6109
Modal	2	0.38	0.644	0.1315	0.7509	0.7424
Modal	3	0.266	0.0324	0.0404	0.7832	0.7828
Modal	4	0.105	0.0113	0.1215	0.7945	0.9042
Modal	5	0.102	0.1227	0.0143	0.9172	0.9185
Modal	6	0.073	0.0044	0.0043	0.9217	0.9228
Modal	7	0.048	0.0012	0.0515	0.9229	0.9743
Modal	8	0.047	0.0523	1.60E-03	0.9752	0.9759
Modal	9	0.034	0.0012	0.0011	0.9764	0.977
Modal	10	0.028	0.0006	0.0216	0.977	0.9986
Modal	11	0.027	0.0222	0.0008	0.9992	0.9994
Modal	12	0.02	0.0006	0.0004	0.9998	0.9998
Modal	13	0.013	0.00E+00	0.0001	0.9998	1
Modal	14	0.012	0.0002	8.26E-06	1	1
Modal	15	0.01	9.16E-06	3.34E-05	1	1

Finalmente, para el Modelo MA-25, se verifica en la tabla adjunta que la suma de masas participativas (SumUX y SumUY) excede el porcentaje reglamentario, validando la suficiencia de los modos de vibración considerados.

Tabla 40.*Masa Participativa en MA-25*

Case	Mode	Period sec	UX	UY	SumUX	SumUY
Modal	1	0.421	0.1714	0.5296	0.1714	0.5296
Modal	2	0.406	0.5736	0.2038	0.745	0.7334
Modal	3	0.279	0.0354	0.0479	0.7804	0.7813
Modal	4	0.112	0.017	0.115	0.7974	0.8963
Modal	5	0.109	0.1184	0.0207	0.9158	0.9171
Modal	6	0.076	0.0049	0.0051	0.9207	0.9222
Modal	7	0.051	1.30E-03	0.0512	0.9221	0.9735
Modal	8	0.049	0.0526	0.0018	0.9747	0.9752
Modal	9	0.035	0.0013	0.0013	0.976	0.9765
Modal	10	0.03	0.0006	0.022	0.9766	0.9985
Modal	11	0.028	0.0225	0.0008	0.9991	0.9994
Modal	12	0.021	0.0006	0.0004	0.9998	0.9998
Modal	13	0.013	0.00E+00	0.0001	0.9998	0.9999
Modal	14	0.012	0.0002	6.19E-06	1	1
Modal	15	0.01	8.26E-06	4.23E-05	1	1

Procediendo con el bloque C, se presentan los ratios de participación para el Modelo MC-35. Como se muestra a continuación, el modelo alcanza la participación de masa requerida (>90%) dentro de los primeros modos de vibración.

Tabla 41.*Masa Participativa en MC-35*

Case	Mode	Period sec	UX	UY	SumUX	SumUY
Modal	1	0.392	0.7621	0.0136	0.7621	0.0136
Modal	2	0.369	0.0182	0.7438	0.7803	0.7574
Modal	3	0.265	0.0085	0.0225	0.7888	0.7799
Modal	4	0.108	0.1295	0.0007	0.9183	0.7806
Modal	5	0.1	0.0009	0.1387	0.9191	0.9193
Modal	6	0.072	0.0012	0.0037	0.9203	0.923
Modal	7	0.05	0.0543	0.0001	0.9746	0.9231
Modal	8	0.046	0.0001	0.0547	0.9747	0.9777
Modal	9	0.033	0.0005	0.0009	0.9752	0.9786
Modal	10	0.028	0.008	0.0139	0.9832	0.9925
Modal	11	0.027	0.0164	0.0073	0.9996	0.9998
Modal	12	0.02	0.0004	0.0002	1	1
Modal	13	0.008	8.86E-07	0	1	1
Modal	14	0.006	0	0.00E+00	1	1
Modal	15	0.005	0.00E+00	0.00E+00	1	1

Para el caso del Modelo MC-30, la tabla de resultados muestra el progreso de la masa acumulada modo a modo, verificándose el cumplimiento del criterio de representatividad dinámica en ambas direcciones principales.

Tabla 42.*Masa Participativa en MC-30*

Case	Mode	Period sec	UX	UY	SumUX	SumUY
Modal	1	0.403	0.7643	0.0134	0.7643	0.0134
Modal	2	0.38	0.0179	0.7481	0.7823	0.7615
Modal	3	0.273	0.0086	0.0217	0.7909	0.7832
Modal	4	0.112	0.128	0.0007	0.9189	0.7839
Modal	5	0.104	0.0008	0.1363	0.9198	0.9202
Modal	6	0.075	0.0012	0.0035	0.921	0.9237
Modal	7	0.052	0.0538	0.0001	0.9747	0.9237
Modal	8	0.049	0.0001	0.054	0.9748	0.9777
Modal	9	0.035	0.0005	0.0008	0.9753	0.9785
Modal	10	0.029	0.0052	0.0164	0.9806	0.9949
Modal	11	0.028	0.0191	0.0049	0.9996	0.9998
Modal	12	0.021	0.0004	0.0002	1	1
Modal	13	0.008	6.50E-07	0	1	1
Modal	14	0.006	0	0.00E+00	1	1
Modal	15	0.005	0.00E+00	0.00E+00	1	1

Concluyendo con la verificación, la tabla del Modelo MC-25 demuestra que la estructura incorpora la cantidad suficiente de masa participativa.

Tabla 43.*Masa Participativa en MC-25*

Case	Mode	Period sec	UX	UY	SumUX	SumUY
Modal	1	0.418	0.7674	0.0121	0.7674	0.0121
Modal	2	0.395	0.0163	0.7534	0.7837	0.7655
Modal	3	0.283	0.0088	0.0209	0.7925	0.7864
Modal	4	0.117	0.127	0.0006	0.9195	0.787
Modal	5	0.11	0.0007	0.134	0.9202	0.921
Modal	6	0.078	0.0012	0.0032	0.9214	0.9242
Modal	7	0.054	0.0534	2.64E-05	0.9748	0.9243
Modal	8	0.051	4.40E-05	0.0534	0.9749	0.9776
Modal	9	0.037	0.0005	0.0007	0.9754	0.9784
Modal	10	0.03	0.0026	0.019	0.978	0.9973
Modal	11	0.03	0.0216	0.0025	0.9996	0.9998
Modal	12	0.022	0.0004	0.0002	1	1
Modal	13	0.008	0.00E+00	0	1	1
Modal	14	0.006	0	0.00E+00	1	1
Modal	15	0.005	0.00E+00	0.00E+00	1	1

3.8.2.2.Criterio de Corte Mínimo y Aplicación del Factor de Escala

Como paso fundamental para la validación de las fuerzas de diseño, se procedió a verificar el Criterio de Corte Mínimo. Este procedimiento consiste en comparar la cortante basal obtenida del análisis dinámico (V_d) frente a la cortante basal estática (V_s) calculada previamente.

De acuerdo con la normativa vigente, para considerar válido el análisis sin modificaciones, la cortante dinámica debe ser por lo menos el 80% de la estática.

$$V_d \geq 0.80 V_s$$

Si cumple, el análisis es válido tal cual. El factor de escalada (F_{mi}) considera 1.0. Si no cumple la estructura, se considera "sobrerígida" y está penalizada por la norma. Se debe calcular un Factor de Escala (F_{mi}) para aumentar sus resultados.

A continuación, se presentan las comparativas y los factores adoptados para cada modelo.

La Tabla 42 resume la verificación para el Modelo MA-35.

Tabla 44.

Cortante Basal Original en MA-35

Output Case	FX kgf	FY kgf	FZ kgf	MX kgf-m	MY kgf-m	MZ kgf-m
SE_X	-559737	-0.0002598	0	0.01	-5677671.36	7885766.01
SE_Y	0	-559736.99	0	5677671.32	5.21E-05	-7267268.14
SD_X	433192.14	45396.48	0	471489.7	4434012.84	6128015.76
SD_Y	45396.4	431393.75	0	4414626.27	469071.08	5887317.86

Derivado de lo anterior, la Tabla 45 detalla el cálculo del Factor de Corrección adoptado. Este coeficiente garantiza que el diseño final cumpla estrictamente con la fuerza cortante mínima exigida por la norma E.030.

Tabla 45.

Coeficiente de Corrección para MA-35

V_s (E estático) (kgf)	80% V_s (Límite) (kgf)	V_d (E estático) (kgf)	$V_d > 80\% V_s$	Factor de Escala (F_{mi})
559737	447789.6	433192.14	NO	1.034
559736.99	447789.59	431393.75	NO	1.038

Para el Modelo MA-30, se muestra a continuación el cotejo entre el cortante dinámico y el estático en ambas direcciones.

Tabla 46.

Cortante Basal Original en MA-30

Output Case	FX kgf	FY kgf	FZ kgf	MX kgf-m	MY kgf-m	MZ kgf-m
SE_X	-549026.96	0.0005673	0	-0.01	-5571550.65	7747343.48
SE_Y	0	-549026.96	0	5571550.67	5.68E-05	-7113430.11
SD_X	417470.56	69819.24	0	726086.57	4282242.66	5910662.24
SD_Y	69819.2	412586.18	0	4228414.96	724783.27	5776282.33

En función de dicho resultado, se presenta en la tabla subsiguiente el Factor de Escala requerido.

Tabla 47.

Coefficiente de Corrección para MA-30

V_s (E estático) (kgf)	80%V_s (Límite) (kgf)	V_d (E estático) (kgf)	V_d>80%V_s	Factor de Escala (F_{mi})
549026.96	439221.568	417470.56	NO	1.053
549026.96	439221.568	412586.18	NO	1.065

Finalmente, para el Bloque A, la siguiente tabla verifica la suficiencia del cortante dinámico para el Modelo MA-25.

Tabla 48.*Cortante Basal Original en MA-25*

Output Case	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
	kgf	kgf	kgf	kgf-m	kgf-m	kgf-m
SE_X	-522251.86	0.001492	0	-0.02	-5306237.27	7401229.81
SE_Y	0	-522251.87	0	5306237.33	0.0002121	-6728903.06
SD_X	390356.21	87728.82	0	914041.89	4011978.44	5575706.37
SD_Y	87728.8	384122.02	0	3942340.96	913901.8	5460143.31

Consecuentemente, se expone el coeficiente de corrección final para este modelo.

Tabla 49.*Coeficiente de Corrección para MA-25*

V_s (E estático)	80%V_s (Límite)	V_d (E estático)	V_d>80%V_s	Factor de Escala
(kgf)	(kgf)	(kgf)		(F_{mi})
522251.86	417801.488	390356.21	NO	1.07
522251.87	417801.496	384122.02	NO	1.09

Iniciando el análisis del Bloque C, se procede a la validación de fuerzas para el Modelo MC-35 mediante la comparación de cortantes basales.

Tabla 50.*Cortante Basal Original en MC-35*

Output Case	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
	kgf	kgf	kgf	kgf-m	kgf-m	kgf-m
SE_X	-582585.25	0	0	7.18E-05	-5894351.25	8378430.34
SE_Y	0.00E+00	-582585.25	0	5894351.24	-0.000277	-7052354.54
SD_X	460233.8	48092.86	0	499870.54	4695575.2	6696584.84
SD_Y	48092.86	449691.77	0	4602610.05	493707.95	5349142.43

Basado en la verificación anterior, la tabla adjunta muestra el Factor de Corrección definitivo para este modelo, asegurando la consistencia normativa del análisis espectral.

Tabla 51.

Coefficiente de Corrección para MC-35

V_s (E estático) (kgf)	80%V_s (Límite) (kgf)	V_d (E estático) (kgf)	V_d>80%V_s	Factor de Escala (F_{mi})
582585.25	466068.2	460233.8	NO	1.013
582585.25	466068.2	449691.77	NO	1.037

Seguidamente, para el Modelo MC-30, se evalúa la relación entre la respuesta dinámica y la estática.

Tabla 52.

Cortante Basal Original en MC-30

Output Case	FX kgf	FY kgf	FZ kgf	MX kgf-m	MY kgf-m	MZ kgf-m
SE_X	-572973.81	0	0	0.0002018	-5799464.47	8252744.15
SE_Y	2.00E-04	-572973.81	0	5799464.46	0.00215	-6947395.5
SD_X	453759.56	45984.06	0	477443.67	4627479.12	6601747.03
SD_Y	45984.06	444355.4	0	4544613.33	471872.44	5288832.15

Como resultado, se determina el Coeficiente de Corrección mostrado a continuación, el cual corrige cualquier déficit de cortante basal que pudiera presentar la estructura.

Tabla 53.*Coeficiente de Corrección para MC-30*

V_s (E estático) (kgf)	80%V_s (Límite) (kgf)	V_d (E estático) (kgf)	V_d>80%V_s	Factor de Escala (F_{mi})
572973.81	458379.048	453759.56	NO	1.011
572973.81	458379.048	444355.4	NO	1.032

Por último, se concluye la validación con el Modelo MC-25, verificando si la cortante dinámica alcanza el límite del 80% del estático.

Tabla 54.*Cortante Basal Original en MC-25*

Output Case	FX kgf	FY kgf	FZ kgf	MX kgf-m	MY kgf-m	MZ kgf-m
SE_X	-563362.37	0	0	0.0003199	-5704575.65	8127047.1
SE_Y	0.00E+00	-563362.37	0	5704575.64	-0.000338	-6842426.64
SD_X	447121.74	42680.63	0	442802.58	4558760.92	6502084.05
SD_Y	42680.63	439060.04	0	4487348.78	437940.8	5228414.72

La tabla final de esta sección resume el Factor de Escala calculado para el modelo MC-25, completando así la definición de las cargas sísmicas de diseño para todos los casos estudiados.

Tabla 55.*Coefficiente de Corrección para MC-25*

V_s (E estático) (kgf)	80%V_s (Límite) (kgf)	V_d (E estático) (kgf)	V_d>80%V_s	Factor de Escala (F_{mi})
563362.37	450689.896	447121.74	NO	1.008
563362.37	450689.896	439060.04	NO	1.03

3.8.3. Análisis de Resultados Finales y Criterio de Aceptación**3.8.3.1.Extracción del Corte Basal Final**

Una vez incorporados los factores de escala (F_{mi}) determinados en la sección anterior, se procedió a ejecutar el análisis final. Los valores presentados a continuación corresponden al Corte Basal de Diseño (V_{final}), los cuales representan la fuerza sísmica real que incide sobre la estructura y que servirán para la validación de la hipótesis.

La Tabla 56 muestra el corte basal final para el Modelo MA-35. Estos valores corresponden a la fuerza cortante máxima en la base tras aplicar la corrección por rigidez, constituyendo la demanda sísmica definitiva para el diseño en las direcciones X e Y.

Tabla 56.*Cortante Basal Corregido para MA-35*

Output Case	FX kgf	FY kgf	FZ kgf	MX kgf-m	MY kgf-m	MZ kgf-m
SE_X	-559737	-0.0002598	0	0.01	-5677671.36	7885766.01
SE_Y	0	-559736.99	0	5677671.32	5.21E-05	-7267268.14
SD_X	447919.44	46939.83	0	487519.02	4584756.7	6336350.93
SD_Y	47167.04	448219.81	0	4586814.12	487366.7	6116946.49

Para el Modelo MA-30, se obtuvieron las fuerzas basales de diseño detalladas en la siguiente tabla. Este resultado refleja la respuesta sísmica escalada de la estructura con la reducción de espesor intermedia, lista para su comparación.

Tabla 57.

Cortante Basal Corregido para MA-30

Output Case	FX kgf	FY kgf	FZ kgf	MX kgf-m	MY kgf-m	MZ kgf-m
SE_X	-549026.96	0.0005673	0	-0.01	-5571550.65	7747343.48
SE_Y	0	-549026.96	0	5571550.67	5.68E-05	-7113430.11
SD_X	439598.41	73519.98	0	764572.48	4509221.13	6223954.41
SD_Y	74357.2	439402.79	0	4503246.63	771891.56	6151719.78

Finalmente, para cerrar el análisis del primer bloque, se presenta el cortante basal último del Modelo MA-25. Los datos mostrados a continuación ya incluyen la amplificación normativa necesaria y representan la carga inercial total para este caso.

Tabla 58.

Cortante Basal Corregido para MA-25

Output Case	FX kgf	FY kgf	FZ kgf	MX kgf-m	MY kgf-m	MZ kgf-m
SE_X	-522251.86	0.001492	0	-0.02	-5306237.27	7401229.81
SE_Y	0	-522251.87	0	5306237.33	0.0002121	-6728903.06
SD_X	417682.38	93870.11	0	978027.72	4292829.61	5966023.44
SD_Y	95624.36	418692.89	0	4297150.44	996152.68	5951554.54

Iniciando con la segunda serie, la tabla adjunta resume el corte basal de diseño para el Modelo MC-35. Se observa la magnitud de la fuerza sísmica total en la base, validada bajo los criterios de corte mínimo exigidos.

Tabla 59.

Cortante Basal Corregido para MC-35

Output Case	FX kgf	FY kgf	FZ kgf	MX kgf-m	MY kgf-m	MZ kgf-m
SE_X	0	0	-1.69E-04	-5894351.24	8378430.33	-582585.25
SE_Y	-582585.25	0	5894351.24	-0.001653	-7052354.54	-1.52E-04
SD_X	48718.06	0	506368.86	4756617.67	6783640.43	466216.84
SD_Y	466328.17	0	4772884.14	511972.73	5547034.58	49872.06

Continuando con la evaluación, se reportan los valores finales de cortante para el Modelo MC-30. Estas fuerzas basales escaladas serán el insumo principal para verificar el comportamiento de la estructura bajo esta configuración geométrica.

Tabla 60.

Cortante Basal Corregido para MC-30

Output Case	FX kgf	FY kgf	FZ kgf	MX kgf-m	MY kgf-m	MZ kgf-m
SE_X	0	0	0.0002018	-5799464.47	8252744.15	-572973.81
SE_Y	-572973.81	0	5799464.46	0.00215	-6947395.5	2.00E-04
SD_X	46489.89	0	482695.55	4678381.39	6674366.24	458750.92
SD_Y	458574.12	0	4690034.28	486971.66	5458067.02	47455.49

Concluyendo el proceso de extracción de datos, la Tabla 61 expone el corte basal definitivo para el Modelo MC-25. Con este valor se completa la base de datos de fuerzas de diseño necesarias para contrastar la hipótesis de la investigación.

Tabla 61.

Cortante Basal Corregido para MC-25

Output Case	FX kgf	FY kgf	FZ kgf	MX kgf-m	MY kgf-m	MZ kgf-m
SE_X	0	0	0.0003199	-5704575.65	8127047.1	-563362.37
SE_Y	-563362.37	0	5704575.64	-0.000338	-6842426.64	0
SD_X	43022.28	0	446347.1	4595252.58	6554131.48	450700.83
SD_Y	450696.13	0	4606273.8	449547.24	5366979.68	43811.77

3.8.3.2.Extracción de Derivas Inelásticas (Δ_i)

Para este paso, se crearon en ETABS combinaciones de carga especiales que multiplicaban el resultado del sismo dinámico ya escalado por el factor de amplificación $0.75xR$; de esta manera, el valor "Drift" extraído de la tabla "Story Drifts" para estas combinaciones corresponde directamente a la deriva inelástica final (Δ_i).

3.8.3.3.Criterio de Aceptación (Viabilidad)

El criterio final para determinar si una reducción de espesor es viable es el cumplimiento del control de rigidez de la Norma E.030 (Tabla N° 2).

$$\Delta_i \leq 0.007$$

Solo si un modelo cumple este criterio en todos sus niveles y direcciones, se considera un diseño aceptable.

3.9. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

3.9.1. *Presentación de los Modelos de Estudio*

En el presente apartado se exponen y analizan los resultados numéricos obtenidos del software estructural ETABS. El objetivo es cuantificar la influencia de la disminución del espesor de los muros de corte en la respuesta sísmica de la edificación, comparando los parámetros de respuesta estructural (períodos, corte basal y derivados) entre los modelos de 35 cm, 30 cm y 25 cm.

3.9.1.1.Descripción de los Bloques

El proyecto de la Escuela de Obstetricia, para fines de análisis sísmico, se ha estructurado en tres unidades independientes separadas por juntas sísmicas. Los bloques de interés para esta investigación son:

- Bloque A: Corresponde a la edificación que abarca aulas pedagógicas y laboratorios.
- Bloque B: Un bloque intermedio que alberga las escaleras y servicios higiénicos.
- Bloque C: Corresponde a la edificación que abarca oficinas, auditorios, biblioteca, aula de uso múltiple, aulas pedagógicas y laboratorios.

Para esta investigación, se han modelado los Bloques A y C, ya que ambos poseen un sistema estructural de muros de corte susceptibles a la variación de espesor planteada. El Bloque B se ha excluido del modelamiento y análisis, dado que su estructuración no se modifica y, por tanto, no forma parte del alcance de esta tesis, cuyo fin es estudiar la influencia de la disminución de espesor.

3.9.1.2. Nomenclatura de los 6 Modelos Analizados

Para cada bloque analizado (A y C), se han generado tres escenarios, resultando en un total de seis modelos de estudio:

- MA-35: Modelo Bloque A, espesor de muro $e = 35$ cm (Modelo Base).
- MA-30: Modelo Bloque A, espesor de muro $e = 30$ cm.
- MA-25: Modelo Bloque A, espesor de muro $e = 25$ cm.
- MC-35: Modelo Bloque C, espesor de muro $e = 35$ cm (Modelo Base).
- MC-30: Modelo Bloque C, espesor de muro $e = 30$ cm.
- MC-25: Modelo Bloque C, espesor de muro $e = 25$ cm.

Figura 11.

Vista 3D del Modelo Base MA – 35 en ETABS

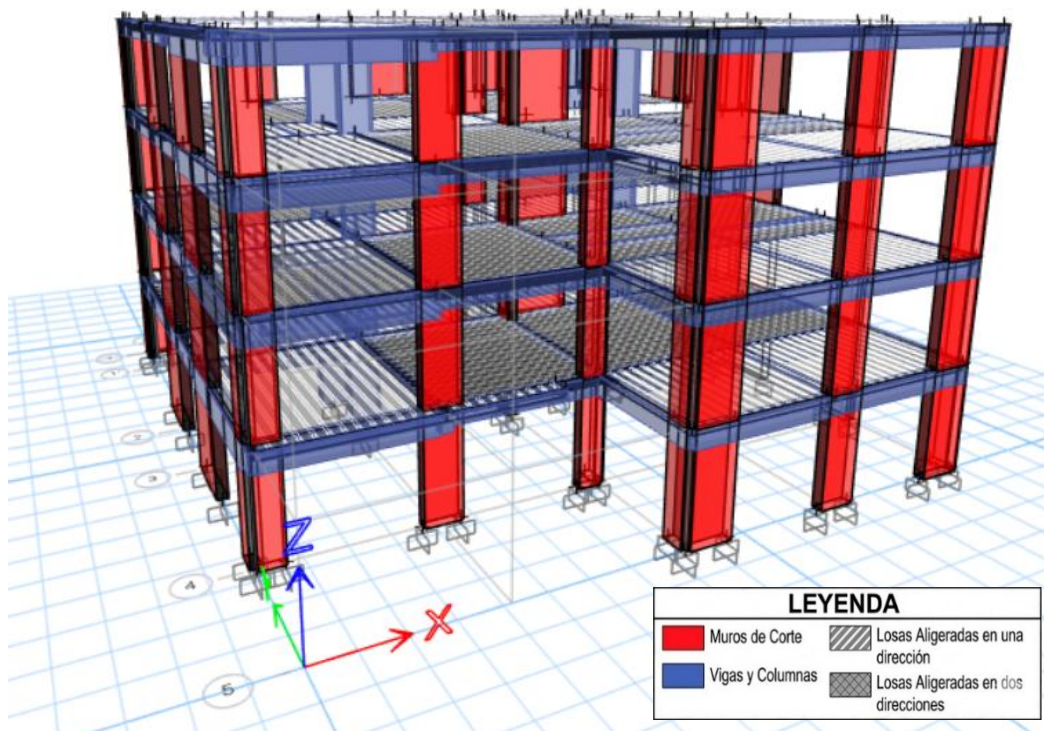
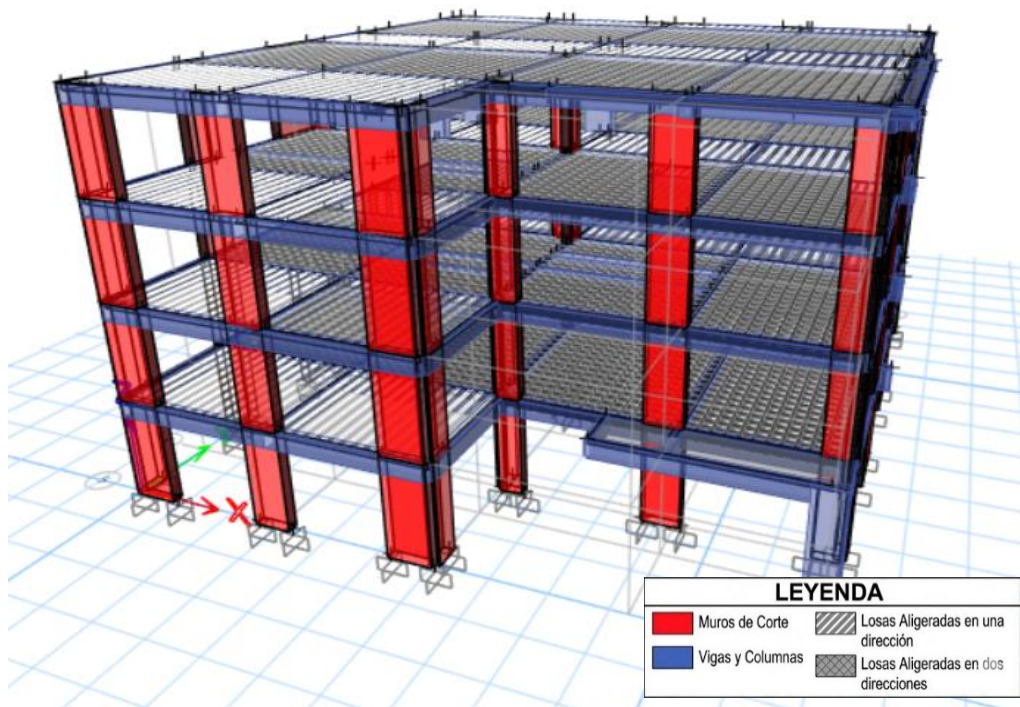


Figura 12.*Vista 3D del Modelo Base MC – 35 en ETABS*

Las propiedades de los materiales y las cargas aplicadas se han mantenido constantes en todos los modelos, siendo la única variable el espesor de los muros de corte.

3.9.2. Resultados de Períodos de Vibración (T)

El período fundamental de vibración (T) es una propiedad intrínseca que define la flexibilidad de una estructura. Teóricamente, el período es inversamente proporcional a la raíz cuadrada de la rigidez lateral ($T \approx 1/\sqrt{K}$). Por lo tanto, una disminución en la rigidez, como la causada por la reducción del espesor del muro, debe alargar el período.

Se extrajeron los períodos modales de ETABS, asegurando que los modos traslacionales principales acumularán más del 90% de la masa participativa, conforme al Art. 28.1 de la Norma E.030.

La Tabla 62 presenta el resumen de los períodos fundamentales obtenidos para el Bloque A, detallando la variación temporal entre el modelo base y las propuestas de reducción.

Tabla 62.

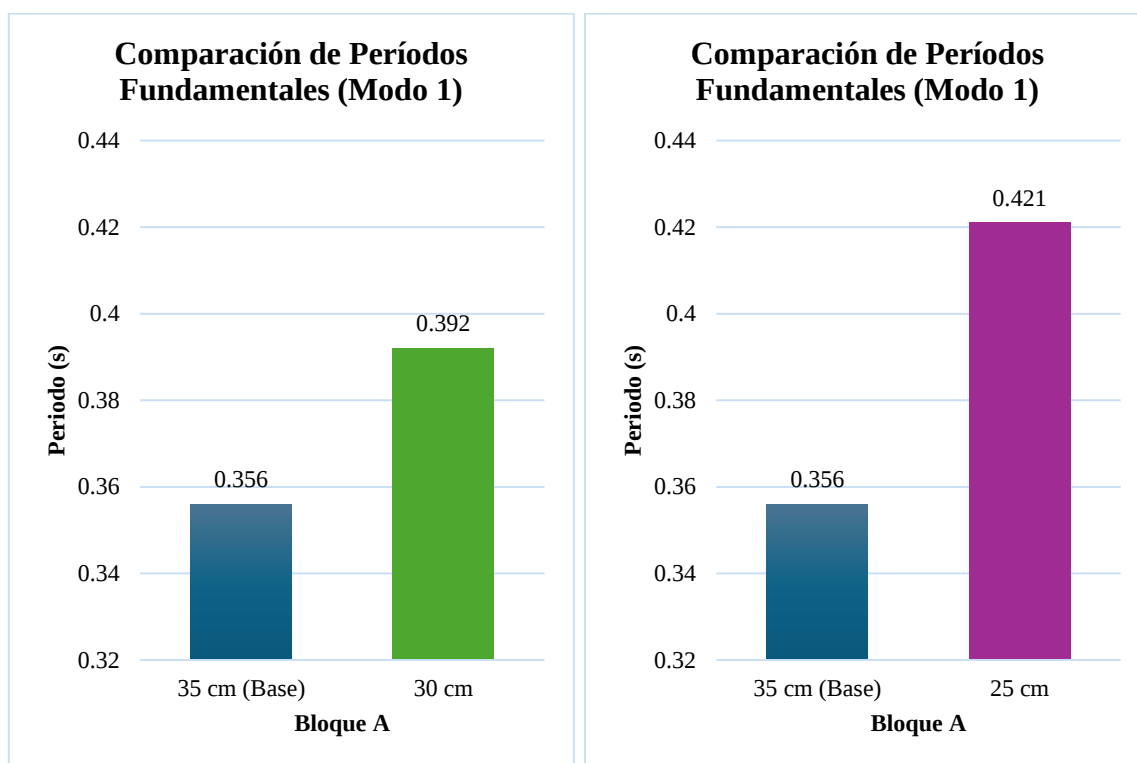
Comparación de Períodos Fundamentales (T) en Segundos del Bloque A

Modelo	Período Modo 1 (s)	Dirección	Período Modo 2 (s)	Dirección	Variación T (Modo 1) vs.M-Base
MA-35	0.356	Y	0.345	X	0.0%
MA-30	0.392	Y	0.380	X	10.11%
MA-25	0.421	Y	0.406	X	18.25%

Para facilitar la visualización del impacto de la pérdida de rigidez lateral, se ha elaborado una comparación gráfica de los periodos fundamentales.

Figura 13.

Comparación de Periodos Fundamentales Bloque A



Como se aprecia en la Figura 13, el Bloque A exhibe una alta sensibilidad a la reducción de rigidez. Al disminuir el espesor de los muros de 35 cm a 25 cm, el período fundamental se incrementa de 0.356 s a 0.421 s, lo que representa una variación máxima del 18.25%. Este comportamiento indica que, para el Bloque A, el aporte de inercia de los muros de corte es crítico para controlar la flexibilidad global, por lo que una reducción de sección impacta significativamente en su respuesta dinámica.

De manera análoga, se procedió a evaluar la respuesta dinámica del Bloque C. Al igual que en el caso anterior, se extrajeron los períodos de los modos con mayor participación de masa traslacional para cuantificar la pérdida de rigidez asociada a la reducción de la sección de los muros.

La Tabla 63 resume los períodos fundamentales obtenidos para los tres modelos analizados (MC-35, MC-30 y MC-25), identificando la dirección predominante de vibración.

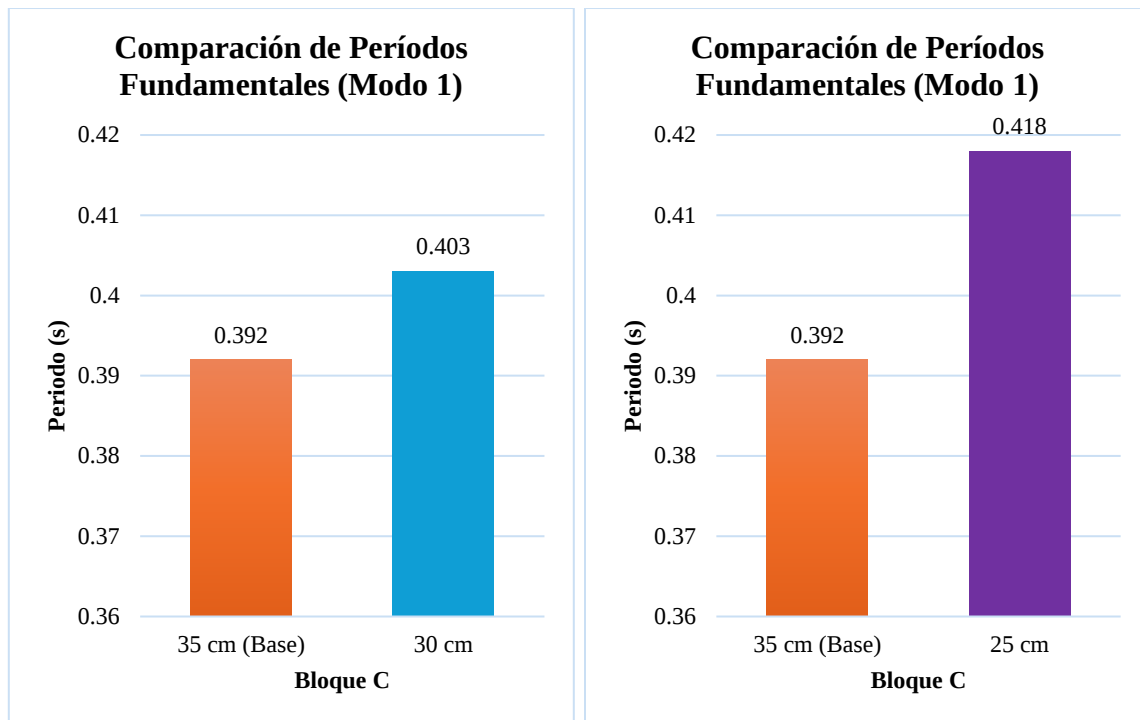
Tabla 63.

Comparación de Períodos Fundamentales (T) en Segundos del Bloque C

Modelo	Período Modo 1 (s)	Dirección	Período Modo 2 (s)	Dirección	Variación T (Modo 1) vs.M-Base
MC-35	0.392	X	0.369	Y	0.0%
MC-30	0.403	X	0.380	Y	2.81%
MC-25	0.418	X	0.395	Y	6.63%

En el Bloque C, el Modo 1 gobierna la vibración en la Dirección X (0.392 s), mientras que el Modo 2 actúa en la Dirección Y.

Para apreciar visualmente la evolución del período fundamental en los distintos escenarios, se presenta la Figura 14.

Figura 14.*Comparación de Periodos Fundamentales Bloque C*

La Figura 14 revela un comportamiento más estable para el Bloque C. La transición del diseño base (35 cm) a la propuesta optimizada (25 cm) genera un desplazamiento del período de 0.392 s a 0.418 s, resultando en una variación de apenas 6.63%. Esta diferencia reducida sugiere que el Bloque C posee una configuración estructural con mayor redundancia o rigidez geométrica inherente, lo que le permite asimilar la reducción de espesor sin perder capacidad reactiva de manera tan drástica como el Bloque A.

3.9.3. Resultados de Fuerza de Corte Basal (V)

La fuerza de corte basal (V) es la demanda sísmica total en la base. La Norma E.030 (Art. 28) exige que el corte basal dinámico (V_d) de un análisis modal espectral no sea inferior al 80% del corte estático (V_s) para edificaciones regulares. Se realizó esta verificación para los 6 modelos.

En cumplimiento de esta disposición, se realizó la verificación de cortante mínimo para los modelos del Bloque A. Las Tablas 64 y 65 presentan el resumen consolidado, contrastando los valores del cortante estático (V_s) y dinámico (V_d) para cada dirección de análisis. Este contraste permite determinar dónde es necesario aplicar un factor de escala (F_{mi}) para cumplir con la fuerza mínima de diseño estipulada por la normativa.

Tabla 64.

Verificación de Corte Mínimo en X en el Bloque A

Modelo	V_s (E estático) (kgf)	$80\%V_s$ (Límite) (kgf)	V_d (E estático) (kgf)	$V_d > 80\%V_s$	Factor de Escala (F_{mi})
MA-35	559737	447789.6	433192.14	NO	1.034
MA-30	549026.96	439221.57	417470.56	NO	1.056
MA-25	522251.86	417801.488	390356.21	NO	1.070

Tabla 65.

Verificación de Corte Mínimo en Y en el Bloque A

Modelo	V_s (E estático) (kgf)	$80\%V_s$ (Límite) (kgf)	V_d (E estático) (kgf)	$V_d > 80\%V_s$	Factor de Escala (F_{mi})
MA-35	559736.99	447789.59	431393.75	NO	1.040
MA-30	549026.97	439221.57	412586.18	NO	1.065
MA-25	522251.87	417801.496	384122.02	NO	1.090

En todos los escenarios evaluados y en ambas direcciones, el cortante dinámico inicial resultó inferior al límite del 80% del estático. Esto confirma la necesidad de amplificar las fuerzas internas y desplazamientos mediante los factores de escala (F_{mi}) calculados.

Siguiendo el mismo procedimiento de verificación normativa, se evaluó la demanda sísmica en la base para el Bloque C.

Las Tablas 66 y 67 resumen los valores de cortante basal obtenidos y el cálculo del factor de escala (F_{mi}) para las direcciones X e Y respectivamente.

Tabla 66.

Verificación de Corte Mínimo en X en el Bloque C

Modelo	V_s (E estático) (kgf)	$80\%V_s$ (Límite) (kgf)	V_d (E estático) (kgf)	$V_d > 80\%V_s$	Factor de Escala (F_{mi})
MC-35	582585.25	466068.2	460233.8	NO	1.013
MC-30	572973.81	458379.05	453759.56	NO	1.011
MC-25	563362.37	450689.896	447121.74	NO	1.008

Tabla 67.

Verificación de Corte Mínimo en Y en el Bloque C

Modelo	V_s (E estático) (kgf)	$80\%V_s$ (Límite) (kgf)	V_d (E estático) (kgf)	$V_d > 80\%V_s$	Factor de Escala (F_{mi})
MC-35	582585.25	466068.2	449691.77	NO	1.037
MC-30	572973.81	458379.05	444355.4	NO	1.032
MC-25	563362.37	450689.9	439060.04	NO	1.030

Al igual que en el Bloque A, el cortante dinámico (V_d) resultó inferior al límite normativo del 80% del estático en todos los casos, siendo necesaria la aplicación de factores de escala. Sin embargo, es notable que los factores obtenidos son muy cercanos a la unidad, oscilando entre 1.008 y 1.037. Esto sugiere que la configuración estructural del Bloque C posee una distribución de masa y rigidez muy regular, haciendo que su respuesta dinámica sea altamente consistente con la estimación estática teórica.

Una vez determinados los factores de escala (F_{mi}), se procedió a calcular la fuerza cortante basal de diseño definitiva.

La Tabla 68 presenta la variación porcentual de esta fuerza sísmica final para el Bloque A, permitiendo cuantificar el "alivio de carga" obtenido al reducir la masa de los muros.

Tabla 68.

Comparación de Corte Basal Dinámico Final (Escalado) en el Bloque A

Modelo	Corteza basal X (kgf)	Variación % (vs. Base)	Corteza basal Y (kgf)	Variación % (vs. Base)
MA-35	447919.44	0.00%	448219.81	0.00%
MA-30	439598.41	-1.86%	439402.79	-1.97%
MA-25	417682.38	-6.75%	418692.89	-6.59%

A continuación, se ilustra comparativamente la disminución del Cortante Basal de Diseño en las direcciones X e Y, contrastando el modelo original (35 cm) frente a las propuestas de optimización.

Figura 15.

Comparación de Corte Basal (Dirección X) Bloque A

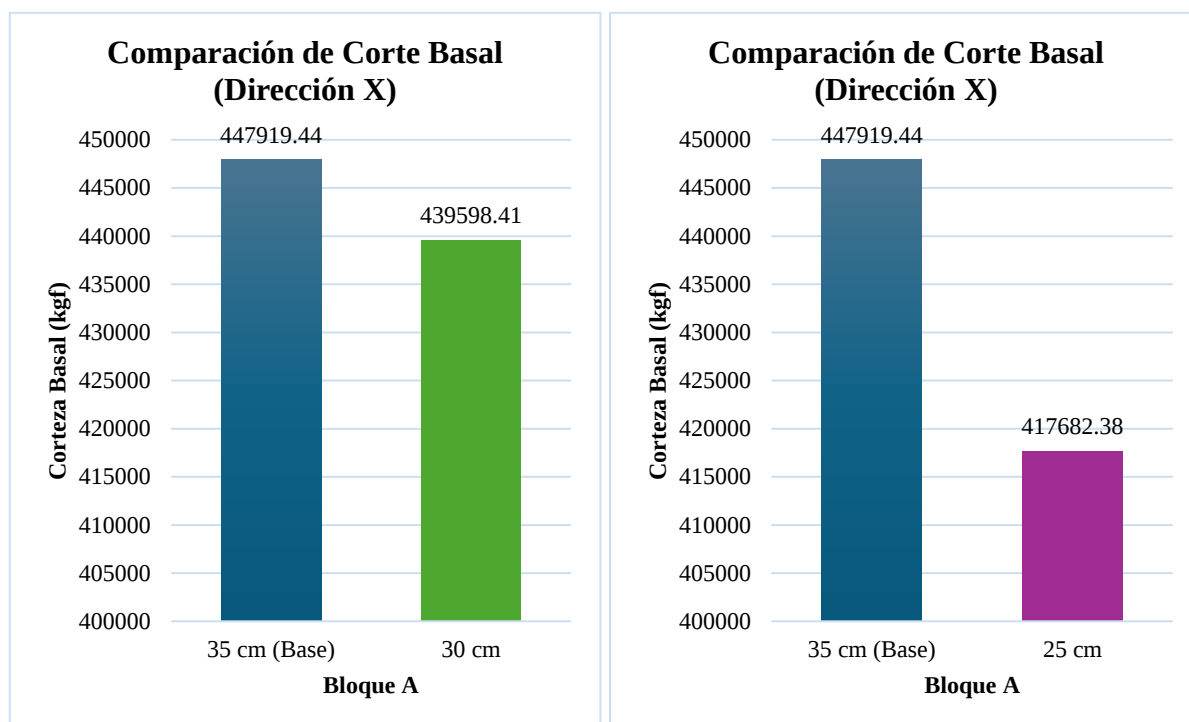
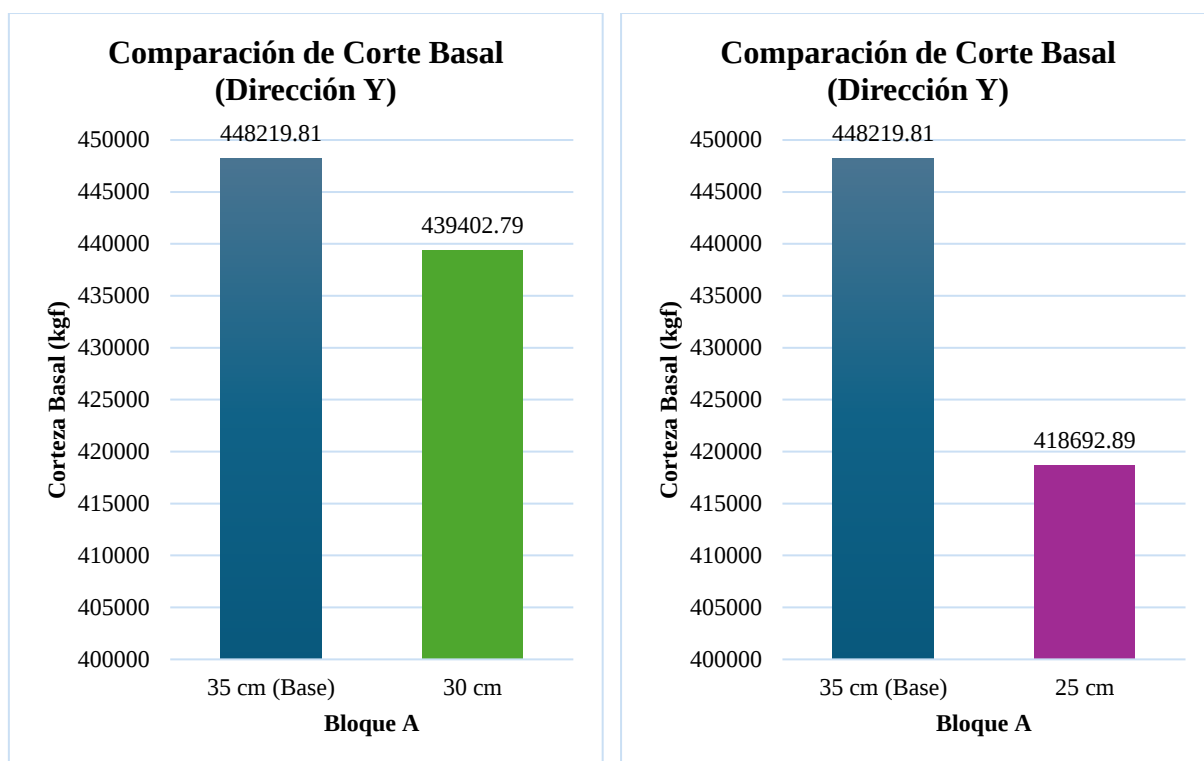


Figura 16.

Comparación de Corte Basal (Dirección Y) Bloque A



Las Figuras 15 y 16 confirman que el Bloque A responde de manera significativa a la reducción de espesores. Se observa una tendencia decreciente uniforme en ambas direcciones:

- En la Dirección X, la fuerza basal disminuye de 447919.44 kgf a 417682.38 kgf, representando una caída del 6.75% en el modelo MA-25.
- En la Dirección Y, el comportamiento es análogo, con una reducción del 6.59%.

Esta disminución de aproximadamente 30 toneladas de fuerza sísmica es beneficiosa para el diseño de la cimentación, ya que reduce el momento de vuelco y las presiones sobre el suelo, siempre que la estructura mantenga su rigidez lateral dentro de los límites normativos.

Finalmente, se determinó la fuerza cortante de diseño para el Bloque C aplicando los factores de escala (F_{mi}) a los resultados del análisis espectral. La Tabla 69 consolida los valores finales y la variación porcentual respecto al modelo original.

Tabla 69.

Comparación de Corte Basal Dinámico Final (Escalado) en el Bloque C

Modelo	Corteza basal X (kgf)	Variación % (vs. Base)	Corteza basal Y (kgf)	Variación % (vs. Base)
MC-35	466216.84	0.00%	466328.17	0.00%
MC-30	458750.92	-1.60%	458574.12	-1.66%
MC-25	450700.83	-3.33%	450696.13	-3.35%

Para complementar los datos tabulados, las Figuras 17 y 18 ilustran la evolución del cortante basal de diseño en el Bloque C.

Figura 17.

Comparación de Corte Basal (Dirección X) Bloque C

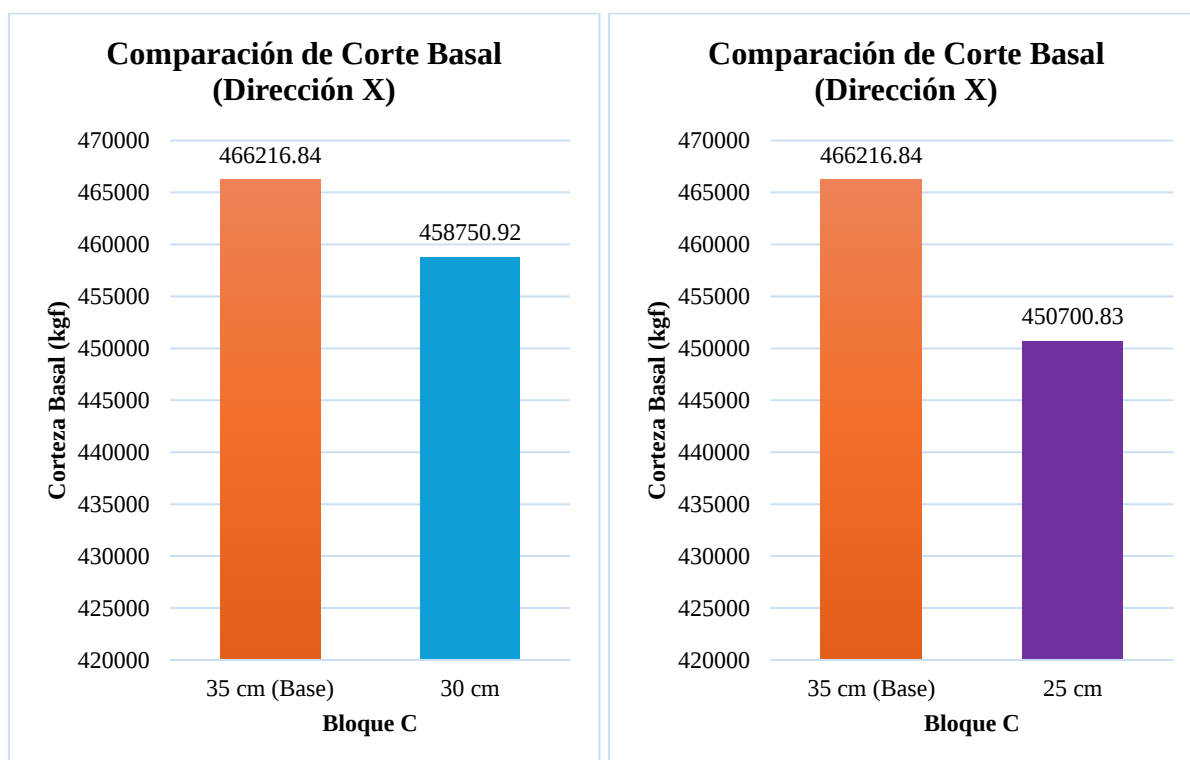
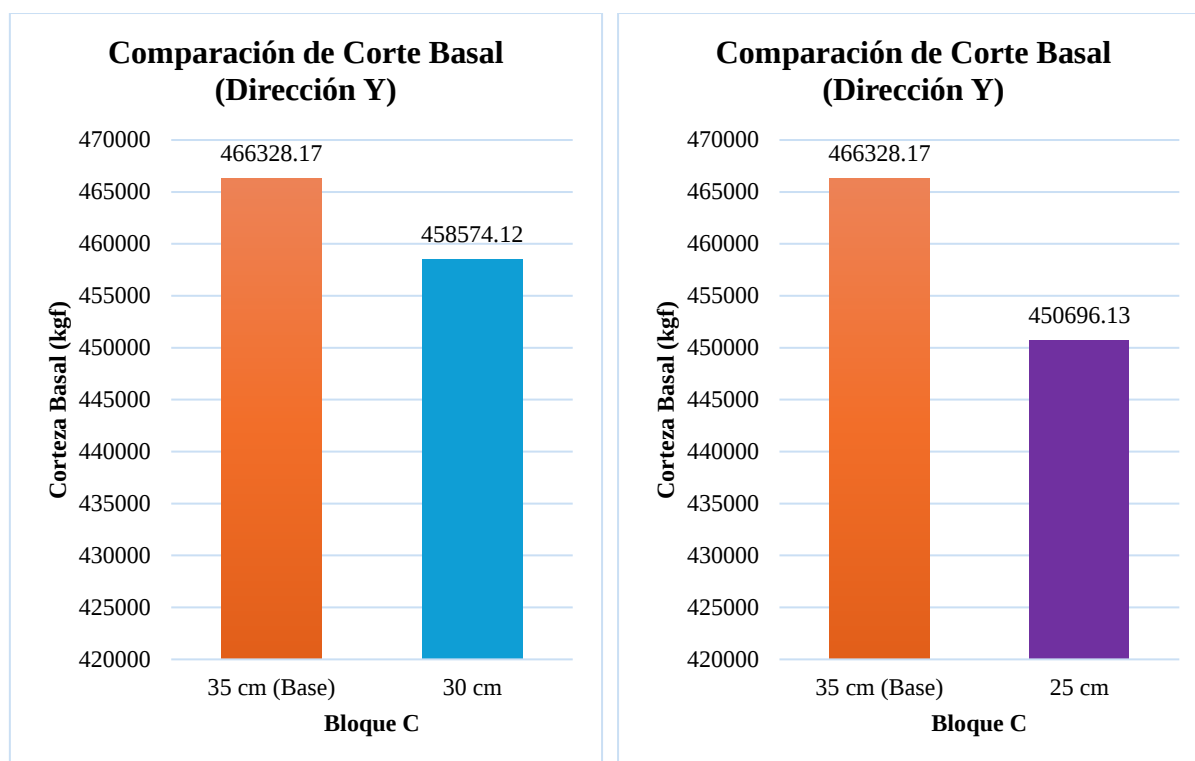


Figura 18.

Comparación de Corte Basal (Dirección Y) Bloque C



Las Figuras 17 y 18 revelan un comportamiento más estable en el Bloque C. Aunque existe una reducción de la fuerza cortante, esta es menos pronunciada que en el Bloque A: La variación máxima se presenta en el modelo MC-25 con una disminución del 3.33% en la Dirección X (de 466216.84 kgf a 450700.83 kgf) y 3.35% en la Dirección Y.

Este menor porcentaje de reducción sugiere que, en el Bloque C, los muros de corte representan una fracción menor de la masa total del edificio en comparación con el Bloque A, o que su configuración geométrica distribuye la rigidez de manera que la pérdida de masa no altera drásticamente la atracción de fuerzas sísmicas.

3.9.4. Resultados de Derivas de Entrepiso (Δ_i)

El control de las derivas de entrepiso es el parámetro más importante para la viabilidad del diseño, ya que garantiza la rigidez lateral y el control de los daños. La Norma E.030 (Art. 18) exige que la deriva inelástica (Δ_i) no exceda 0.007 veces la altura del entrepiso (h_{mi}).

La deriva inelástica se calcula amplificando la deriva elástica (Δ_{mi}):

$$\Delta_i = 0.75 \times R \times \Delta_{mi}$$

Para muros estructurales ($R=6$), el factor de amplificación es 4.5 ($\Delta_i = 4.5 \times \Delta_{mi}$).

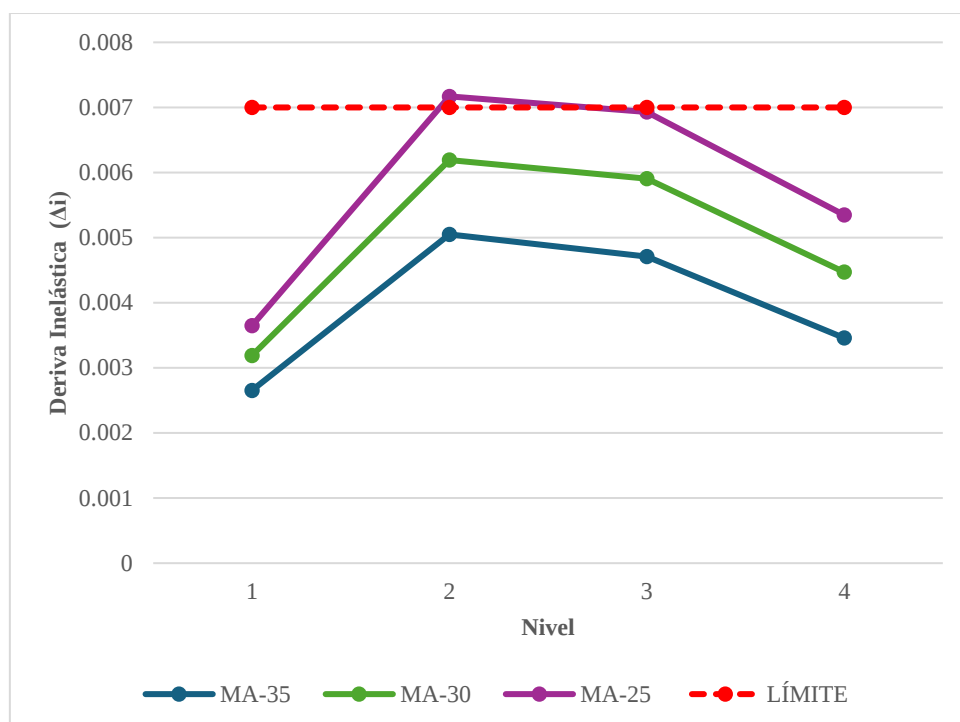
Finalmente, se procedió a la verificación del parámetro de control más estricto de la normativa sismorresistente: las Derivas Inelásticas de Entrepiso (Δ_i).

La Tabla 70 y la Figura 19 presentan la evolución de los desplazamientos relativos máximos para el Bloque A en la dirección X, contrastando los valores obtenidos frente al límite de 0.007 establecido por la Norma E.030 para estructuras de concreto armado.

Tabla 70.

Derivas Inelásticas Máximas (Δ_i) - Bloque A (Dirección X)

NIVEL	$h_{mi}(m)$	MA-35 (Δ_i)	MA-30 (Δ_i)	VARIACIÓN % (VS. BASE)	MA-25 (Δ_i)	VARIACIÓN % (VS. BASE)
4	3.55	0.003461	0.004473	29.24%	0.005349	54.55%
3	3.55	0.004709	0.005904	25.38%	0.006931	47.19%
2	3.55	0.00505	0.006192	22.61%	0.00717	41.98%
1	3.70	0.002654	0.003189	20.16%	0.003647	37.42%

Figura 19.*Derivas Inelásticas - Bloque A - Dirección X*

El análisis de las derivas revela un hallazgo determinante para la viabilidad técnica de la propuesta. Como se observa en la Tabla 70 y se ilustra gráficamente en la Figura 19, la reducción del espesor de los muros genera un impacto exponencial en la flexibilidad lateral del edificio.

1. Incumplimiento Normativo del Modelo MA-25: Mientras que los modelos de 35 cm y 30 cm mantienen sus derivas dentro del rango seguro (máximos de 0.0050 y 0.0062 respectivamente), el modelo optimizado de 25 cm (MA-25) supera el límite tolerable en el Nivel 2, alcanzando una deriva de 0.00717.
2. Identificación de Piso Blando: La Figura 19 muestra claramente que la demanda de deformación se concentra en los niveles intermedios (pisos 2 y 3). El hecho de que la curva del MA-25 (línea morada) cruce la línea roja de límite normativo indica que, con

muros de 25 cm, el Bloque A carece de la rigidez lateral suficiente en la dirección X para controlar los desplazamientos ante un sismo de diseño.

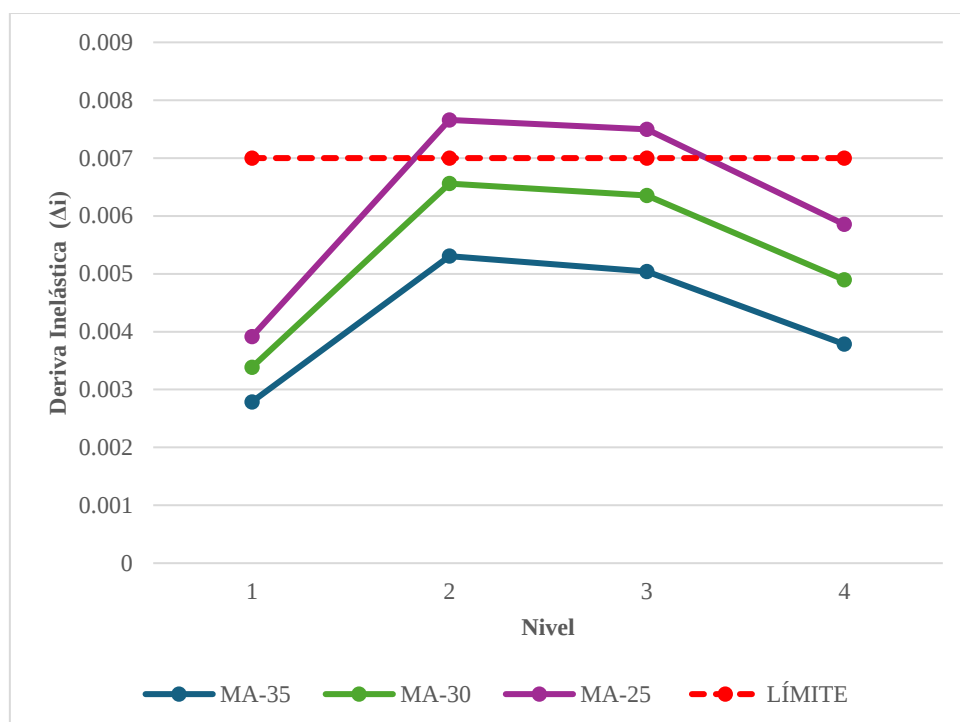
Este resultado sugiere que reducir el espesor a 25 cm en el Bloque A no es viable técnicamente bajo la configuración actual, ya que vulnera los criterios de seguridad de la Norma E.030, comprometiendo la estabilidad estructural y aumentando el riesgo de daño severo en los elementos no estructurales.

Continuando con la evaluación del desempeño sísmico del Bloque A, se procede a analizar la respuesta en la Dirección Y.

Tabla 71.

Derivas Inelásticas Máximas (Δ_i) - Bloque A (Dirección Y)

NIVEL	$h_{mi}(m)$	MA-35 (Δ_i)	MA-30 (Δ_i)	VARIACIÓN % (VS. BASE)	MA-25 (Δ_i)	VARIACIÓN % (VS. BASE)
4	3.55	0.003785	0.004897	29.38%	0.005858	54.77%
3	3.55	0.00504	0.006352	26.03%	0.007496	48.73%
2	3.55	0.005305	0.006559	23.64%	0.007659	44.37%
1	3.70	0.002787	0.003385	21.46%	0.003914	40.44%

Figura 20.*Derivas Inelásticas - Bloque A - Dirección Y*

Los resultados expuestos en la Tabla 71 y la Figura 20 corroboran y amplifican la inviabilidad técnica del escenario de 25 cm para el Bloque A.

1. Agravamiento de la Falla: A diferencia de la dirección X, donde el incumplimiento se focalizaba en un solo nivel, en la dirección Y el modelo MA-25 exhibe una deficiencia de rigidez más extensa. Se observa que tanto el Nivel 2 ($\Delta_i = 0.007659$) como el Nivel 3 ($\Delta_i = 0.007496$) superan el límite normativo de 0.007, indicando que el edificio ha perdido su capacidad de controlar las deformaciones en la mitad de su altura total.
2. Validación del Modelo Intermedio: Por el contrario, el modelo de 30 cm (MA-30), representado por la línea verde en la Figura 20, se mantiene consistentemente por debajo del límite rojo, con un valor máximo de 0.0065.

La propuesta de muros de 25 cm para el Bloque A queda técnicamente descartada por incumplimiento normativo en ambas direcciones principales de análisis.

Una vez concluida la evaluación del Bloque A, se procede al análisis del Bloque C.

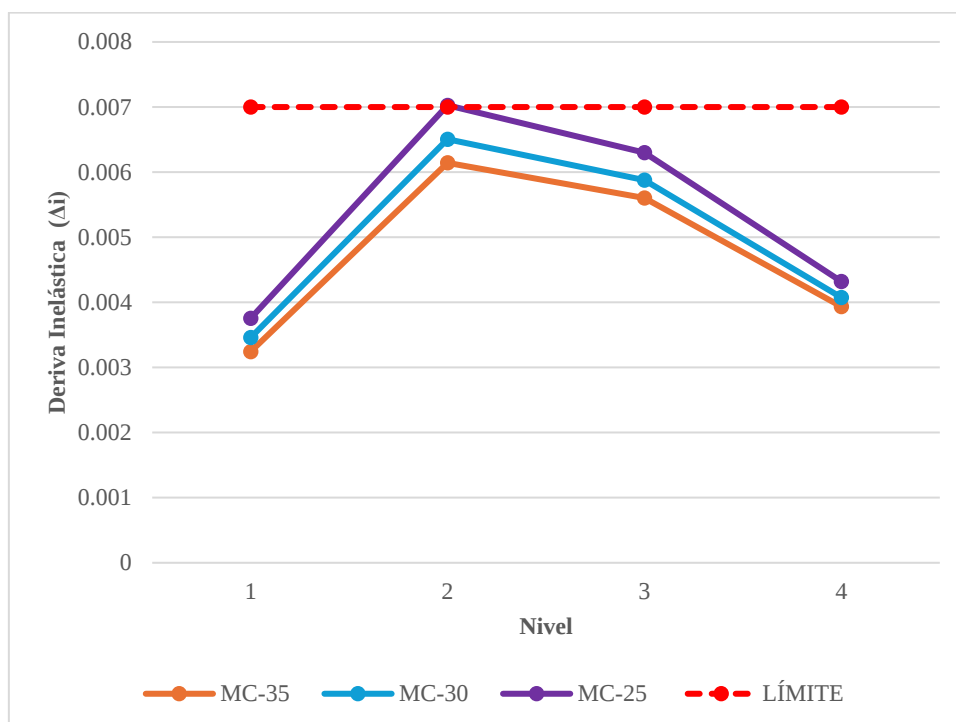
Tabla 72.

Derivas Inelásticas Máximas (Δ_i) - Bloque C (Dirección X)

NIVEL	$h_{mi}(m)$	MC-35 (Δ_i)	MC-30 (Δ_i)	VARIACIÓN % (VS. BASE)	MC-25 (Δ_i)	VARIACIÓN % (VS. BASE)
4	3.55	0.003935	0.004073	3.51%	0.004319	9.76%
3	3.55	0.005602	0.005877	4.91%	0.006299	12.44%
2	3.55	0.006143	0.006506	5.91%	0.007027	14.39%
1	3.70	0.003244	0.003459	6.63%	0.003755	15.75%

Figura 21.

Derivas Inelásticas - Bloque C - Dirección X



La evaluación de las derivas para el Bloque C en el sentido X, presentada en la Tabla 72 y Figura 21, arroja un resultado determinante para la definición del espesor óptimo.

1. Falla Marginal en el Límite de Fluencia: Se identifica que el modelo optimizado MC-25 incumple levemente la normativa en el Nivel 2, registrando una deriva de 0.007027, valor que excede matemáticamente el límite de 0.00700. Aunque la transgresión es mínima, la ingeniería sismorresistente exige un cumplimiento estricto, por lo que el diseño se considera no conforme.
2. Comportamiento del Modelo de 30 cm: En contraste, el modelo MC-30 demuestra un desempeño idóneo. Su deriva máxima es de 0.006506 en el segundo nivel, lo que le otorga una 'holgura de seguridad' adecuada respecto al límite normativo.

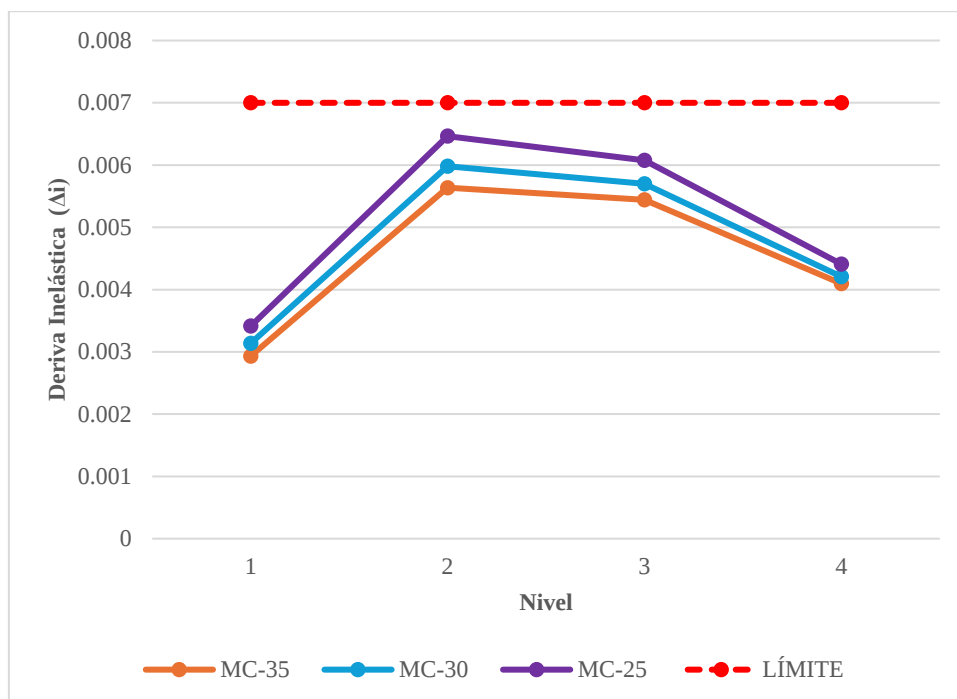
Se confirma que, incluso en el Bloque C, reducir los muros a 25 cm elimina el margen de seguridad necesario, situando a la estructura en una zona de incumplimiento normativo, mientras que la opción de 30 cm se valida como la alternativa límite eficiente.

Para finalizar el diagnóstico estructural del Bloque C, se presenta la verificación de Derivas en la Dirección Y.

Tabla 73.

Derivas Inelásticas Máximas (Δ_i) - Bloque C (Dirección Y)

NIVEL	$h_{mi}(m)$	MC-35 (Δ_i)	MC-30 (Δ_i)	VARIACIÓN % (VS. BASE)	MC-25 (Δ_i)	VARIACIÓN % (VS. BASE)
4	3.55	0.004096	0.00421	2.78%	0.004408	7.62%
3	3.55	0.005442	0.005698	4.70%	0.006078	11.69%
2	3.55	0.005637	0.005981	6.10%	0.006464	14.67%
1	3.70	0.002932	0.003137	6.99%	0.003414	16.44%

Figura 22.*Derivas Inelásticas - Bloque C - Dirección Y*

Los resultados consolidados en la Tabla 73 y la Figura 22 revelan un escenario favorable para todas las propuestas en la dirección Y, contrastando con lo observado en la dirección X.

1. Cumplimiento Integral de la Normativa: Incluso en el modelo más desfavorable de 25 cm, las derivas se mantienen holgadamente por debajo del límite de 0.007. El valor máximo registrado se ubica en el Nivel 2 con una deriva de 0.006464, lo cual representa un margen de seguridad del 7.6% respecto al tope normativo.
2. Mayor Rigidez Transversal: Al comparar visualmente la Figura 22 con la Figura 21 (Dirección X), se evidencia que la línea morada (MC-25) en el sentido Y nunca llega a tocar la línea roja de peligro. Esto indica que el Bloque C posee una densidad de muros o una configuración geométrica más eficiente en el sentido Y.

Aunque la reducción a 25 cm es técnicamente viable para la Dirección Y, la validación final del diseño depende del cumplimiento en ambas direcciones ortogonales. Dado que el modelo falló en la Dirección X, la propuesta de 25 cm para el Bloque C resulta improcedente.

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Este capítulo se dedica exclusivamente a la interpretación, análisis crítico y discusión de los resultados cuantitativos obtenidos de la modelación estructural de los Bloques A y C. Los datos brutos, tablas detalladas y gráficos correspondientes a la validación de los modelos, periodos de vibración, fuerzas de corte basal y derivas de entrepiso fueron presentados previamente en la sección final del Capítulo III.

A continuación, se evalúa la influencia de la reducción del espesor de los muros de corte sobre la respuesta sísmica de la edificación, contrastando los hallazgos con el marco teórico, la normativa vigente E.030 y la hipótesis planteada en esta investigación.

4.1. VERIFICACIÓN DE ESPESORES DE MURO DE CORTE

Previo al desarrollo del modelamiento numérico, se procedió a verificar la factibilidad constructiva y la estabilidad geométrica de las secciones propuestas (30 cm y 25 cm). Esta validación se realizó aplicando el criterio de Control de Esbeltez estipulado en la Norma Técnica E.060 (Concreto Armado), el cual garantiza que los muros posean un grosor suficiente para prevenir la inestabilidad por pandeo ante cargas gravitatorias.

Se determinó el espesor mínimo ($t_{\min}$) necesario para asegurar la estabilidad lateral del muro en función de su altura libre efectiva (h_n), utilizando la relación límite de esbeltez para elementos de compresión. Tras realizar el cálculo considerando la altura libre crítica del entrepiso, se obtuvo un espesor mínimo de referencia de 12.40 cm.

Finalmente se confirma que la reducción de espesores a 30 cm y 25 cm es técnicamente factible desde el punto de vista geométrico. Ambas propuestas satisfacen los criterios de predimensionamiento de la Norma E.060, garantizando la estabilidad ante cargas de gravedad y habilitando la estructura para el posterior análisis sísmico dinámico.

4.2. ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE PARÁMETROS SÍSMICOS

Habiendo validado la geometría, se procedió a cuantificar la variación porcentual de la respuesta estructural al reducir el espesor respecto al diseño base (35 cm).

4.2.1. Variación en los Períodos de Vibración

Basado en los resultados presentados en el Capítulo III (Tablas 62 y 63, Figuras 13 y 14) se evidencia lo siguiente:

1. Sensibilidad del Bloque A: Este bloque demostró ser altamente sensible a la modificación de los espesores. Al reducir los muros de 35 cm (Diseño Base) a 25 cm, el período fundamental se incrementó de 0.356 s a 0.421 s. Esta variación representa un aumento del 18.25% en la flexibilidad, lo cual indica que la estabilidad lateral del Bloque A depende críticamente de la inercia proporcionada por el espesor de sus placas.
2. Estabilidad del Bloque C: En contraste, el Bloque C exhibió un comportamiento más robusto. Bajo las mismas condiciones de reducción (de 35 cm a 25 cm), el período varió de 0.392 s a 0.418 s, lo que constituye un incremento de apenas 6.63%. Esto sugiere que el Bloque C posee una configuración geométrica o una distribución de elementos rígidos que le permite asimilar la pérdida de masa y rigidez de manera más eficiente que el Bloque A.

La reducción a 25 cm altera significativamente las propiedades dinámicas del Bloque A, acercándolo a rangos de mayor amplificación sísmica, mientras que en el Bloque C el impacto es marginal.

4.2.2. Variación en la Fuerza de Corte Basal

El procesamiento de las fuerzas cortantes de diseño (Tablas 68 y 69) revela una tendencia decreciente en la demanda sísmica. Tras el escalado normativo, se observó lo siguiente:

1. Reducción de Demanda: Se observa una disminución sistemática del cortante basal en ambos bloques. Para el caso más agresivo (reducción a 25 cm), el Bloque A logró una reducción de la fuerza sísmica del 6.75% (aprox. 30 toneladas menos en la base), mientras que el Bloque C registró una disminución del 3.35%.
2. Interpretación Física: Aunque los factores de escala (F_{mi}) aumentaron ligeramente al reducir la rigidez (indicando que el edificio se vuelve más flexible frente al espectro), la reducción de peso propio predominó en la ecuación final. Esto resulta beneficioso desde la perspectiva del diseño de la cimentación, ya que reduce los momentos de vuelco y las presiones sobre el terreno, siempre y cuando la estructura mantenga la rigidez necesaria para controlar los desplazamientos.

Por lo tanto, se concluye que la reducción del corte basal es atribuible casi en su totalidad a la reducción de la masa sísmica de la edificación.

4.2.3. Variación en las Derivas de Entrepiso

Este apartado constituye el núcleo de la discusión; el análisis de los desplazamientos laterales máximos presentados en las Tablas 70, 71, 72, 73 muestra los resultados más críticos de la investigación.

4.2.3.1.Evaluación del Bloque A

El análisis de derivas evidenció que la reducción a 25 cm compromete la seguridad del Bloque A:

- Dirección X: El modelo MA-25 presenta una deriva máxima de 0.00717 en el segundo nivel, superando el límite normativo y evidenciando un piso blando.
- Dirección Y: La situación es más crítica, con incumplimientos en el Nivel 2 (0.00766) y Nivel 3 (0.00750).

La propuesta de 25 cm es inviable para este bloque. Sin embargo, el modelo intermedio de 30 cm (MA-30) cumple satisfactoriamente en ambas direcciones, con derivas máximas controladas alrededor de 0.0065.

4.2.3.2.Evaluación del Bloque C

El Bloque C mostró un comportamiento dual:

- Dirección X: Se detectó una falla marginal en el modelo MC-25 con una deriva de 0.00703 en el segundo nivel. Aunque el exceso es mínimo, técnicamente representa una condición de "NO CUMPLE".
- Dirección Y: La estructura mantiene una rigidez excelente, cumpliendo holgadamente la norma incluso con 25 cm (Deriva máx: 0.00646).

A pesar del buen desempeño en Y, la falla en X obliga a descartar la opción de 25 cm para garantizar la seguridad integral del edificio. El modelo de 30 cm (MC-30) cumple con seguridad en ambos sentidos.

Al disminuir el espesor del muro, se reduce su momento de inercia. Esto vuelve al edificio progresivamente más flexible y, como resultado, experimenta mayores desplazamientos ante la misma acción sísmica.

4.3.EVALUACIÓN DE REDUCCIÓN DE ESPESORES

El factor decisivo para determinar la viabilidad de la reducción es el cumplimiento obligatorio del control de desplazamientos (derivas) de la Norma E.030.

El análisis de derivas es contundente y permite diferenciar la viabilidad de cada escenario:

1. Inviabilidad del Escenario de 25 cm: Se concluye que reducir el espesor de los muros a 25 cm no es viable. Aunque esta opción genera el mayor ahorro de material y la mayor reducción de fuerza sísmica, conlleva una pérdida excesiva de rigidez lateral. Esto provoca que las derivas de entrepiso superen el límite de 0.007 en el Bloque A (ambas direcciones) y en el Bloque C (Dirección X), situando a la edificación en una zona de riesgo de daño severo ante un sismo de diseño.
2. Viabilidad Óptima del Escenario de 30 cm: La propuesta de reducir el espesor a 30 cm se valida como la solución óptima.
 - Seguridad: Cumple rigurosamente con el control de derivas ($\Delta_i < 0.007$) en todos los niveles y direcciones de ambos bloques.
 - Eficiencia: Logra una reducción de la fuerza cortante basal cercana al 2% y alivia el peso de la estructura respecto al diseño original de 35 cm, sin sacrificar la rigidez necesaria para el control de daños.

Desde el punto de vista estructural y normativo, se establece que 30 cm es el espesor mínimo seguro para los muros de corte de los Bloques A y C del edificio analizado.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.CONCLUSIONES

- La disminución del espesor de los muros de corte influyó de manera significativa en la respuesta sísmica del nuevo Edificio de la Escuela Académico Profesional de Obstetricia, generando un aumento promedio del 14.33% en sus parámetros fundamentales.
- Se verificó que los espesores propuestos de 30 cm y 25 cm cumplen satisfactoriamente con el criterio de estabilidad lateral exigido por el artículo 14.5 de la Norma E.060.
- Se registró un incremento en el periodo fundamental de vibración en ambos bloques, en el Bloque A el periodo tuvo una variación de 18.25% mientras que en el Bloque C la variación fue de 6.63%.
- Se registró una reducción general de la fuerza sísmica basal en ambos bloques, en el Bloque A se experimentó una reducción de hasta 6.75% en su cortante basal y de manera similar, el Bloque C registró una disminución de hasta 3.35%.
- Se registró un incremento en los desplazamientos laterales debido a la menor inercia de los muros, en el Bloque A, la deriva máxima aumentó hasta en un 54.77%, mientras que en el Bloque C llegó a aumentar hasta en un 16.44%.

5.2.RECOMENDACIONES

- Realizar un Estudio de Mecánica de Suelos con fines de verificación en el emplazamiento exacto del edificio. Esta medida es necesaria para ratificar que las condiciones reales del terreno coinciden con la información preexistente, garantizando así la seguridad estructural ante posibles discrepancias con los datos del Expediente Técnico.

- Realizar investigaciones orientadas a la recopilación y el análisis de la historia sísmica e instrumental de la ciudad de Cajamarca para generar espectros de sitio específicos que consideren las características particulares de las fuentes sismogénicas locales y la amplificación de ondas en los suelos de la región.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carmona Rodríguez, C. A. (2025, octubre 30). Ingeniería estructural del futuro: Análisis sísmico no lineal aplicado al diseño por desempeño. *KINEDRIK*.
<https://kinedrik.com/k-now-es/ingenieria-estructural-del-futuro-analisis-sismico-no-lineal-aplicado-al-diseno-por-desempeno/>
- Cerè, G., Rezgui, Y., Zhao, W., & Petri, I. (2022). Shear walls optimization in a reinforced concrete framed building for seismic risk reduction. *Journal of Building Engineering*, 54, 104620. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2022.104620>
- Earthquake Engineering Research Institute. (2018, septiembre 24). The Mw 8.8 Chile Earthquake of February 27, 2010. *Learning From Earthquakes*.
<https://learningfromearthquakes.org/resources/the-mw-8-8-chile-earthquake-of-february-27-2010/>
- Gálvez Roldan, C. A., & Olivos Mendoza, C. A. (2024). *Modelación numérica del comportamiento sísmico de placas de concreto armado de ductilidad limitada* [Pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú].
<http://hdl.handle.net/20.500.12404/28372>
- Gonzales Cancino, J. J., & Mendoza Farfan, L. I. (2023). *Diseño de muro de corte para una estructura de concreto armado de seis niveles para mejorar la calidad estructural, Tarapoto, 2023* [Pregrado, Universidad César Vallejo].
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/123297>
- Harmsen, T. (2019). *Diseño de estructuras de concreto armado* (6ta ed.). Fondo Editorial PUCP. <https://www.fondoeditorial.pucp.edu.pe/ciencias-e-ingenieria-/613-diseno-de-estructuras-de-concreto-armado.html>
- INDECI. (2019). *Reporte de Situación N° 06—Sismo en el departamento de Loreto (Lagunas y afectación en Cajamarca*. <https://portal.indeci.gob.pe/wp->

content/uploads/2021/03/INFORME-DE-EMERGENCIA-N%C2%BA-431-5ABR2021-SISMO-DE-MAGNITUD-8-0-CON-EPICENTRO-EN-LAGUNAS-LORETO-INFORME-DE-CIERRE.pdf

Kandoori, R., Vani B., D., & Nicolson.V, N. (2018). *Effect of Shear Wall Thickness on Structural Behavior Building*. 17(2).

Kumawat, K., Gupta, T., Shekhawat, R. S., & Agrawal, Y. (2024). Seismic Response of Stiffness Irregularity at Ground Floor with and without Shear Walls. *Journal of Scientific Research and Reports*, 30(1), 12-24.
<https://doi.org/10.9734/jsrr/2024/v30i11819>

Mansilla Quispe, B. A. (2024). *Análisis del comportamiento sísmico de una edificación de concreto armado de 5 niveles con aisladores de base* [Pregrado, Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez]. <https://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/4531>

Mayta Llanco, J. A. (2020). Comportamiento sísmico de un edificio de 15 pisos cimentado en suelo rígido en función a su configuración estructural: Tipo muro - pórtico y muro de corte en el distrito de El Tambo - Huancayo - Junín. *Universidad Peruana del Centro*.
<http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/6602451>

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2020a). Norma E.030 Diseño sismorresistente. En *Reglamento Nacional de Edificaciones* (Primera). SENCICO.
https://drive.google.com/file/d/1W14N6JldWPN8wUZSqWZnUphg6C559bi-/view?usp=sharing&usp=embed_facebook

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2020b). Norma E.060 Concreto armado. En *Reglamento Nacional de Edificaciones* (Primera). SENCICO.
https://drive.google.com/file/d/19EYUVMgwm6rDs47GV374avco2ylU5Kz/view?usp=sharing&usp=embed_facebook

- Reinhorn, A. M., Deierlein, G. G., & Willford, M. (2020). Nonlinear Structural Analysis for Seismic Design- A Guide for Practicing Engineers. *ResearchGate*.
https://www.researchgate.net/publication/304395056_Nonlinear_Structural_Analysis_for_Seismic_Design-_A_Guide_for_Practicing_Engineers
- Sifuentes Jiménez, A. I., Suarez Antunez, M. C., & Estacio Flores, L. E. (2022). Monitoreo de la salud estructural de un edificio residencial de muros de corte de hormigón armado en Lima, Perú, utilizando un sensor 4d raspberry shake. *TECNIA*, 32(2), 162-170.
<https://doi.org/10.21754/tecnia.v32i2.1412>
- UNICEF. (2017, septiembre 25). *La educación de miles de niños mexicanos está en riesgo tras los terremotos, advierte UNICEF*. Naciones Unidas.
<https://news.un.org/es/story/2017/09/1386661>
- Velarde Cruz, F. de J., Bojórquez, J., Bojórquez, E., Reyes, H., Chávez, R., Llanes, M. D., Valenzuela, F., Baca, V., & Acosta, J. (2025). Influencia de la Configuración de Muros de Corte en la Fragilidad Sísmica de Edificios con Sistema Dual de Concreto Reforzado. *Revista Ingeniería Sísmica*, (114), 1-14.
<https://doi.org/10.18867/ris.114.671>
- Zhang, P., Chen, F., & Yi, J. (2025). Seismic behaviour of slender concrete walls with high-strength reinforcement. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 52(7), 1391-1401.
<https://doi.org/10.1139/cjce-2024-0330>

APÉNDICES

APÉNDICE A:

DESARROLLO DE MODELO COMPUTACIONAL ETABS

Figura A1

Configuración de secciones de vigas

The screenshot shows the 'Frame Section Property Data' dialog box for configuring a beam section. The 'General Data' section includes fields for Property Name (V_0.35x0.60), Material (f_c=2100 kg/cm²), Notional Size Data (Modify/Show Notional Size...), Display Color (red), and Notes (Modify/Show Notes...). The 'Shape' section shows 'Concrete Rectangular'. The 'Section Property Source' is 'User Defined'. The 'Section Dimensions' section shows Depth (0.6 m) and Width (0.35 m). The 'Property Modifiers' section shows 'Currently User Specified'. The 'Reinforcement' section shows 'Modify/Show Rebar...'. The 'Show Section Properties...' button is at the bottom. The 'Include Automatic Rigid Zone Area Over Column' checkbox is unchecked. A diagram on the right shows a rectangular section with dimensions 0.6m (vertical) and 0.35m (horizontal).

Figura A2

Configuración de secciones de columnas

The screenshot shows the 'Frame Section Property Data' dialog box for configuring a column section. The 'General Data' section includes fields for Property Name (C3_0.35x1.00), Material (f_c=2100 kg/cm²), Notional Size Data (Modify/Show Notional Size...), Display Color (red), and Notes (Modify/Show Notes...). The 'Shape' section shows 'Concrete Rectangular'. The 'Section Property Source' is 'User Defined'. The 'Section Dimensions' section shows Depth (0.35 m) and Width (1 m). The 'Property Modifiers' section shows 'Currently Default'. The 'Reinforcement' section shows 'Modify/Show Rebar...'. The 'Show Section Properties...' button is at the bottom. The 'Include Automatic Rigid Zone Area Over Column' checkbox is unchecked. A diagram on the right shows a rectangular section with dimensions 1m (vertical) and 0.35m (horizontal).

Figura A3*Configuración de losas aligeradas*

Slab Property Data (Left):

- Property Name: LA_2D_0.25 m
- Slab Material: $f_c=2100 \text{ kg/cm}^2$
- Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...
- Modeling Type: Membrane
- Modifiers (Currently Default): Modify/Show...
- Display Color: Change...
- Property Notes: Modify/Show...
- ☒ Use Special One-Way Load Distribution
- Type: Waffle
- Overall Depth: 0.25 m
- Slab Thickness: 0.05 m
- Stem Width at Top: 0.1 m
- Stem Width at Bottom: 0.1 m
- Spacing of Ribs that are Parallel to Slab 1-Axis: 0.4 m
- Spacing of Ribs that are Parallel to Slab 2-Axis: 0.4 m

Slab Property Data (Right):

- Property Name: LA_1D_0.25 m
- Slab Material: $f_c=2100 \text{ kg/cm}^2$
- Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...
- Modeling Type: Membrane
- Modifiers (Currently Default): Modify/Show...
- Display Color: Change...
- Property Notes: Modify/Show...
- ☒ Use Special One-Way Load Distribution
- Type: Ribbed
- Overall Depth: 0.25 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 2 Axis

Figura A4*Configuración de muro de corte*

Wall Property Data:

- Property Name: M_0.35 m
- Property Type: Specified
- Wall Material: $f_c=2100 \text{ kg/cm}^2$
- Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...
- Modeling Type: Shell-Thin
- Modifiers (Currently User Specified): Modify/Show...
- Display Color: Change...
- Property Notes: Modify/Show...
- Thickness: 0.35 m
- ☐ Include Automatic Rigid Zone Area Over Wall

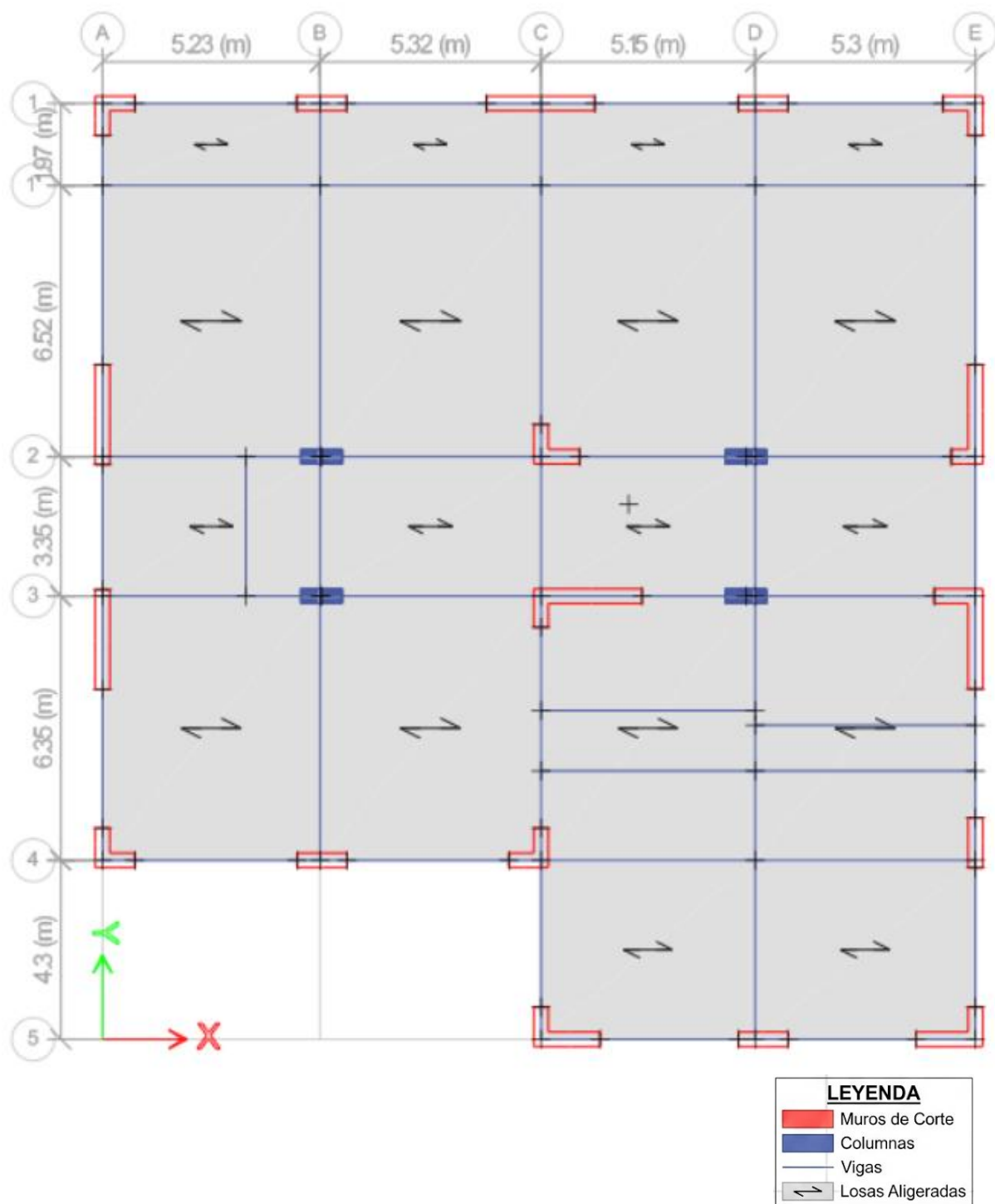
Figura A5*Modelado en planta de Bloque A*

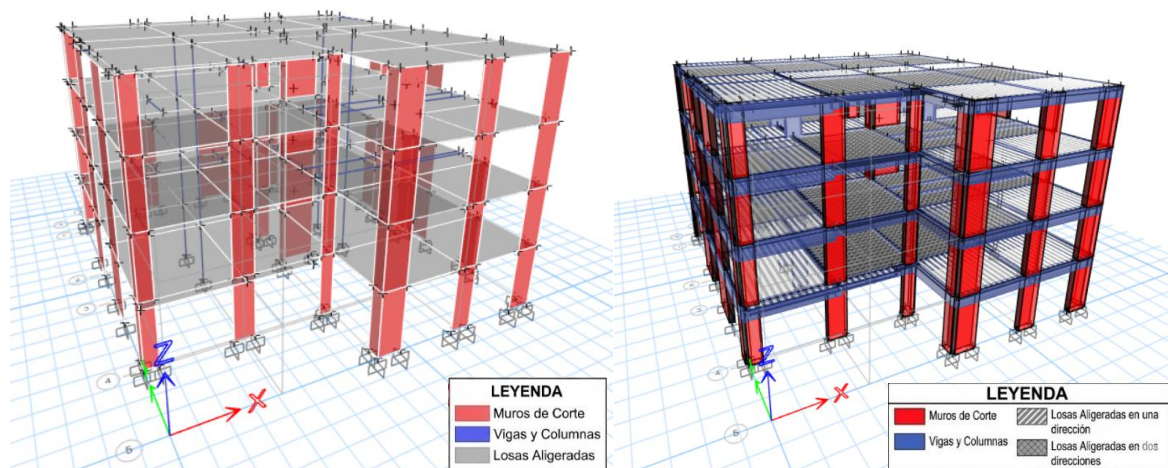
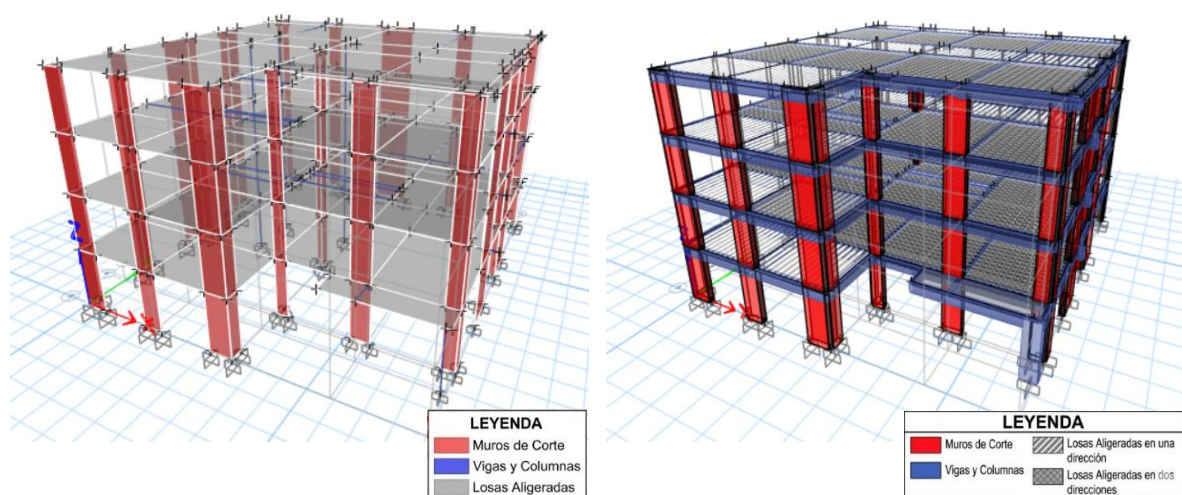
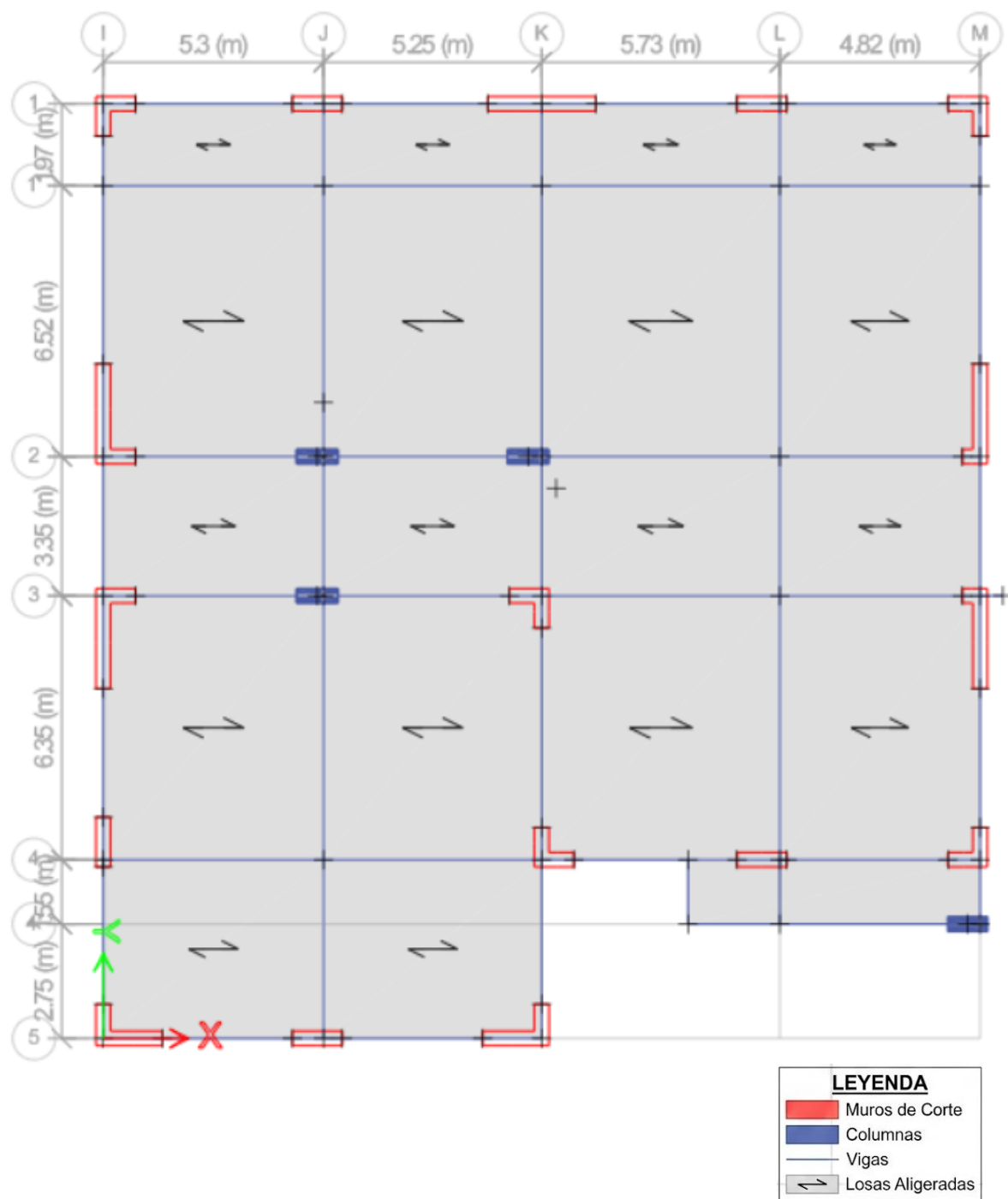
Figura A6*Modelado en 3D de Bloque A***Figura A7***Modelado en 3D de Bloque C*

Figura A8*Modelado en planta de Bloque C*

APÉNDICE B:

VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDADES EN EL MODELO MA-35

1. Irregularidad en Altura

1.1. Irregularidad de Rigidez y Extrema Rigidez– Piso Blando

Tabla B1.

Irregularidad de Rigidez en X

Irregularidad de Rigidez - Piso Blando - X								
Norma E.030			Rigidez		VERIFICACIÓN			
STORY	r Absoluto (m)	r Relativo (m)	Vx (Tonf)	Lateral "Ki" (Kgf/m) K_L $= \frac{V}{\Delta_{relativo}}$	Caso I	Caso II	Caso I	Caso II
							Si: $K_i < 0.70K_{i+1}$ Presenta Irregularidad	Si: $K_i < 0.80 \left(\frac{K_{i+1} + K_{i+2} + K_{i+3}}{3} \right)$ Presenta Irregularidad
4	0.012879	0.002676	161566.69	60693970				
3	0.010203	0.003778	361481.44	97838317.4	1.61	1.61	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
2	0.006425	0.004134	492908.06	122467047	1.25	1.55	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
1	0.002291	0.002291	559737	249736584	2.04	2.67	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad

Tabla B2.*Irregularidad de Rigidez en Y*

Irregularidad de Rigidez - Piso Blando - Y								
STORY	Norma E.030		Vx (Tonf)	Rigidez Lateral "Ki" (Kgf/m)	VERIFICACIÓN			
	Δ Absoluto (m)	Δ Relativo (m)			Caso I	Caso II	Caso I	Caso II
4	0.013682	0.002806	161566.69	55989566.38				
3	0.010876	0.00407	361481.44	91953411	1.64	1.64	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
2	0.006806	0.004368	492908.06	116892094.4	1.27	1.58	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
1	0.002438	0.002438	559736.99	237590573.1	2.03	2.69	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad

1.2.Irregularidad de Resistencia y Extrema Resistencia– Piso Débil**Tabla B3.***Irregularidad de Resistencia en X*

STORY	Carga	Vx (Kgf)	Caso I		VERIFICACIÓN
			Si: $V_i < 0.80V_{i+1}$, presenta Irregularidad		
4	SE_X	161566.69			
3	SE_X	361481.44		2.237	No presenta Irregularidad
2	SE_X	492908.06		1.364	No presenta Irregularidad
1	SE_X	559737		1.136	No presenta Irregularidad

Tabla B4.*Irregularidad de Resistencia en Y*

STORY	Carga	Vx (Kgf)	Caso I Si: $V_i < 0.80V_{i+1}$, presenta Irregularidad	VERIFICACIÓN
4	SE_Y	161566.69		
3	SE_Y	361481.44	2.237	No presenta Irregularidad
2	SE_Y	492908.06	1.364	No presenta Irregularidad
1	SE_Y	559736.99	1.136	No presenta Irregularidad

1.3.Irregularidad de Masa o Peso**Tabla B5.***Irregularidad de Masa o Peso*

STORY	Output Case	P (kgf)	P_Piso (kgf)	Caso I Si: $P_i > 1.50P_{i+1}$ Presenta Irregularidad No aplica en azoteas ni sótanos	VERIFICACIÓN
4	Peso_100%CM+50%CV	421950.9	421950.9		
3	Peso_100%CM+50%CV	1020681.55	598730.65	1.42	No presenta Irregularidad
2	Peso_100%CM+50%CV	1606397.57	585716.02	0.98	No presenta Irregularidad
1	Peso_100%CM+50%CV	2192750.94	586353.37	1.00	No presenta Irregularidad

1.4. Irregularidad Geométrica Vertical

Tabla B6.

Irregularidad Geométrica Vertical

D	L1 (m)	L2 (m)	Caso I	VERIFICACIÓN
			Si: $L_1 > 1.30L_2$, presenta Irregularidad	
			No aplica en azoteas ni sótanos	
D_X	21	21	1	No presenta Irregularidad
D_Y	22.49	22.49	1	No presenta Irregularidad

2. Irregularidad en Planta

2.1. Irregularidad Torsional y Torsional Extrema

$$\text{Si: } \frac{\Delta_{M\acute{a}x}}{h_i} > 1.30 \frac{\Delta_{prom}}{h_i}; 1.50 \frac{\Delta_{prom}}{h_i}$$

$$Drift = \frac{\Delta_{M\acute{a}x}}{h_i} > 0.5 \left(\frac{\Delta}{h} \right)_{permisible}; Drift > 3.5/1000$$

Presenta Irregularidad (No aplica en azoteas ni sótanos)

Tabla B7.

Irregularidad Torsional en X

STORY	Output Case	Max Drift	Avg Drift	Ratio	VERIFICACIÓN	VERIFICACIÓN Irregularidad Extrema
4	Deriva_XX	0.000904	0.00075	1.206	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
3	Deriva_XX	0.001239	0.001041	1.19	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
2	Deriva_XX	0.001331	0.001129	1.178	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
1	Deriva_XX	0.00071	0.000606	1.172	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad

Tabla B8.*Irregularidad Torsional en Y*

STORY	Output Case	Max Drift	Avg Drift	Ratio	VERIFICACIÓN	VERIFICACIÓN Irregularidad Extrema
4	Deriva_YY	0.000976	0.000813	1.201	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
3	Deriva_YY	0.001309	0.001108	1.182	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
2	Deriva_YY	0.001385	0.001188	1.166	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
1	Deriva_YY	0.000738	0.000638	1.156	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad

2.2.Esquinas entrantes**Tabla B9.***Esquinas Entrantes*

D	Le (a,b)	LT (A.B)	Caso I	VERIFICACIÓN
			Si: $L_{Entr} > 0.20L_{Total}$ Presenta Irregularidad	
D_X	10.55	21	0.50	Presenta irregularidad
D_Y	4.3	22.49	0.19	No presenta Irregularidad

2.3.Discontinuidad del Diafragma**Tabla B10.***Discontinuidad del Diafragma*

ÁREA	A' (Aberturas)	A (Bruta)	Caso I	VERIFICACIÓN
			Si: $A_{Abertura} > 0.5A_{Bruta}$ Presenta Irregularidad	
1	0	472.29	0	No presenta Irregularidad

2.4.Sistemas no Paralelos

No presenta Irregularidad

APÉNDICE C:

VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDADES EN EL MODELO MA-30

1. Irregularidad en Altura

1.1. Irregularidad de Rigidez y Extrema Rigidez– Piso Blando

Tabla C1.

Irregularidad de Rigidez en X

Irregularidad de Rigidez - Piso Blando - X								
Norma E.030			Rigidez Lateral "Ki"		VERIFICACIÓN			
STORY	Δ Absoluto (m)	Δ Relativo (m)	Vx (Tonf)	K_L (Kgf/m) $= \frac{V}{\Delta_{relativo}}$	Caso I	Caso II	Caso I	Caso II
							Si: $K_i < 0.70K_{i+1}$ Presenta Irregularidad	Si: $K_i < 0.80 \left(\frac{K_{i+1} + K_{i+2} + K_{i+3}}{3} \right)$ Presenta Irregularidad
4	0.015755	0.003382	158864.32	47306339.62				
3	0.012373	0.004655	354787.81	78144578.75	1.65	1.65	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
2	0.007718	0.004999	483573.48	99618649.09	1.27	1.59	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
1	0.002719	0.002719	549026.96	206760397	2.08	2.76	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad

Tabla C2.

Irregularidad de Rigidez en Y

Irregularidad de Rigidez - Piso Blando - Y								
STORY	Norma E.030		Vx (Tonf)	Rigidez Lateral "Ki" (Kgf/m)	VERIFICACIÓN			
	Δ Absoluto (m)	Δ Relativo (m)			Caso I	Caso II	Caso I	Caso II
4	0.016489	0.003453	158864.32	44617144.42				
3	0.013036	0.004939	354787.81	74735754.33	1.68	1.68	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
2	0.008097	0.005224	483573.48	96337925.91	1.29	1.61	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
1	0.002873	0.002873	549026.96	198495247.1	2.06	2.76	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad

1.2.Irregularidad de Resistencia y Extrema Resistencia– Piso Débil

Tabla C3.

Irregularidad de Resistencia en X

Irregularidad de Resistencia - Piso Débil						
STORY	Carga	Ubicación	Vx (Kgf)	Caso I		VERIFICACIÓN
				Si: $V_i < 0.80V_{i+1}$, presenta Irregularidad		
4	SE_X	Bottom	158864.32			
3	SE_X	Bottom	354787.81		2.233	No presenta Irregularidad
2	SE_X	Bottom	483573.48		1.363	No presenta Irregularidad
1	SE_X	Bottom	549026.96		1.135	No presenta Irregularidad

Tabla C4.*Irregularidad de Resistencia en Y*

Irregularidad de Resistencia - Piso Débil						
STORY	Carga	Ubicación	Vx (Kgf)	Caso I		VERIFICACIÓN
				Si: $V_i < 0.80V_{i+1}$, presenta Irregularidad		
4	SE_Y	Bottom	158864.32			
3	SE_Y	Bottom	354787.81	2.233		No presenta Irregularidad
2	SE_Y	Bottom	483573.48	1.363		No presenta Irregularidad
1	SE_Y	Bottom	549026.96	1.135		No presenta Irregularidad

1.3.Irregularidad de Masa o Peso**Tabla C5.***Irregularidad de Masa o Peso*

STORY	Output Case	Location	P (kgf)	P_Piso (kgf)	Caso I	
					Si: $P_i > 1.50P_{i+1}$	
					Presenta Irregularidad	
					No aplica en azoteas ni sótanos	
4	Peso_100%CM+50%CV	Bottom	410127.27	410127.27		
3	Peso_100%CM+50%CV	Bottom	997364.44	587237.17	1.43	No presenta Irregularidad
2	Peso_100%CM+50%CV	Bottom	1571586.98	574222.54	0.98	No presenta Irregularidad
1	Peso_100%CM+50%CV	Bottom	2145961.23	574374.25	1.00	No presenta Irregularidad

1.4.Irregularidad Geométrica Vertical

Tabla C6.

Irregularidad Geométrica Vertical

D	L1 (m)	L2 (m)	Caso I	VERIFICACIÓN
			Si: $L_1 > 1.30L_2$, presenta Irregularidad	
			No aplica en azoteas ni sótanos	
D_X	21	21	1	No presenta Irregularidad
D_Y	22.49	22.49	1	No presenta Irregularidad

2. Irregularidad en Planta

2.1.Irregularidad Torsional y Torsional Extrema

$$\text{Si: } \frac{\Delta_{Máx}}{h_i} > 1.30 \frac{\Delta_{prom}}{h_i}; 1.50 \frac{\Delta_{prom}}{h_i}$$

$$Drift = \frac{\Delta_{Máx}}{h_i} > 0.5 \left(\frac{\Delta}{h} \right)_{permisible}; Drift > 3.5/1000$$

Presenta Irregularidad (No aplica en azoteas ni sótanos)

Tabla C7.

Irregularidad Torsional en X

STORY	Output Case	Max Drift	Avg Drift	Ratio	VERIFICACIÓN	VERIFICACIÓN Irregularidad Extrema
4	Deriva_XX	0.001161	0.000946	1.227	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
3	Deriva_XX	0.001544	0.001279	1.207	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
2	Deriva_XX	0.001624	0.001362	1.192	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
1	Deriva_XX	0.000849	0.000718	1.183	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad

Tabla C8.*Irregularidad Torsional en Y*

STORY	Output Case	Max Drift	Avg Drift	Ratio	VERIFICACIÓN	VERIFICACIÓN Irregularidad Extrema
4	Deriva_YY	0.001238	0.001003	1.235	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
3	Deriva_YY	0.00162	0.001338	1.211	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
2	Deriva_YY	0.001683	0.001414	1.19	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
1	Deriva_YY	0.000881	0.000749	1.176	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad

2.2.Esquinas entrantes**Tabla C9.***Esquinas Entrantes*

D	Le (a,b)	LT (A.B)	Caso I	VERIFICACIÓN
			Si: $L_{Entr} > 0.20L_{Total}$ Presenta Irregularidad	
D_X	10.55	21	0.50	Presenta irregularidad
D_Y	4.3	22.49	0.19	No presenta Irregularidad

2.3.Discontinuidad del Diafragma**Tabla C10.***Discontinuidad del Diafragma*

ÁREA	A' (Aberturas)	A (Bruta)	Caso I	VERIFICACIÓN
			Si: $A_{Abertura} > 0.5A_{Bruta}$ Presenta Irregularidad	
1	0	472.29	0	No presenta Irregularidad

2.4.Sistemas no Paralelos

No presenta Irregularidad

APÉNDICE D:

VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDADES EN EL MODELO MA-25

1. Irregularidad en Altura

1.1. Irregularidad de Rigidez y Extrema Rigidez– Piso Blando

Tabla D1.

Irregularidad de Rigidez en X

Irregularidad de Rigidez - Piso Blando - X								
Norma E.030			Rigidez		VERIFICACIÓN			
STORY	Δ Absoluto (m)	Δ Relativo (m)	Vx (Tonf)	Rigidez Lateral "Ki" (Kgf/m) K_L $= \frac{V}{\Delta_{relativo}}$	Caso I	Caso II	Caso I	Caso II
							Si: $K_i < 0.70K_{i+1}$ Presenta Irregularidad	Si: $K_i < 0.80 \left(\frac{K_{i+1} + K_{i+2} + K_{i+3}}{3} \right)$ Presenta Irregularidad
4	0.018195	0.003981	152106.61	38534496.39				
3	0.014214	0.005398	338052.7	64404950.97	1.67	1.67	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
2	0.008816	0.005734	460236.57	82975238.29	1.29	1.61	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
1	0.003082	0.003082	522251.86	174011414.7	2.10	2.81	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad

Tabla D2.

Irregularidad de Rigidez en Y

Irregularidad de Rigidez - Piso Blando - Y								
STORY	Norma E.030		Vx (Tonf)	Rigidez Lateral "Ki" (Kgf/m)	VERIFICACIÓN			
	Δ Absoluto (m)	Δ Relativo (m)			Caso I	Caso II	Caso I	Caso II
4	0.018837	0.003983	152106.61	36926706.16				
3	0.014854	0.005662	338052.71	62252847.15	1.69	1.69	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
2	0.009192	0.005948	460236.58	80734684.48	1.30	1.63	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
1	0.003244	0.003244	522251.87	167508182.7	2.07	2.79	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad

1.2.Irregularidad de Resistencia y Extrema Resistencia– Piso Débil

Tabla D3.

Irregularidad de Resistencia en X

Irregularidad de Resistencia - Piso Débil						
STORY	Carga	Ubicación	Vx (Kgf)	Caso I		VERIFICACIÓN
				Si: $V_i < 0.80V_{i+1}$	presenta Irregularidad	
4	SE_X	Bottom	152106.61			
3	SE_X	Bottom	338052.7		2.222	No presenta Irregularidad
2	SE_X	Bottom	460236.57		1.361	No presenta Irregularidad
1	SE_X	Bottom	522251.86		1.135	No presenta Irregularidad

Tabla D4.*Irregularidad de Resistencia en Y*

Irregularidad de Resistencia - Piso Débil						
STORY	Carga	Ubicación	Vx (Kgf)	Caso I Si: $V_i < 0.80V_{i+1}$, presenta Irregularidad		VERIFICACIÓN
4	SE_Y	Bottom	152106.61			
3	SE_Y	Bottom	338052.71	2.222		No presenta Irregularidad
2	SE_Y	Bottom	460236.58	1.361		No presenta Irregularidad
1	SE_Y	Bottom	522251.87	1.135		No presenta Irregularidad

1.3.Irregularidad de Masa o Peso**Tabla D5.***Irregularidad de Masa o Peso*

STORY	Output Case	Location	P (kgf)	P_Piso (kgf)	Caso I	VERIFICACIÓN
					Si: $P_i > 1.50P_{i+1}$	
					Presenta Irregularidad	
					No aplica en azoteas ni sótanos	
4	Peso_100%CM+50%CV	Bottom	380568.2	380568.2		
3	Peso_100%CM+50%CV	Bottom	939071.67	558503.47	1.47	No presenta Irregularidad
2	Peso_100%CM+50%CV	Bottom	1484560.5	545488.83	0.98	No presenta Irregularidad
1	Peso_100%CM+50%CV	Bottom	2028986.96	544426.46	1.00	No presenta Irregularidad

1.4.Irregularidad Geométrica Vertical

Tabla D6.

Irregularidad Geométrica Vertical

D	L1 (m)	L2 (m)	Caso I	VERIFICACIÓN
			Si: $L_1 > 1.30L_2$, presenta Irregularidad	
			No aplica en azoteas ni sótanos	
D_X	21	21	1	No presenta Irregularidad
D_Y	22.49	22.49	1	No presenta Irregularidad

2. Irregularidad en Planta

2.1.Irregularidad Torsional y Torsional Extrema

$$\text{Si: } \frac{\Delta_{M\acute{a}x}}{h_i} > 1.30 \frac{\Delta_{prom}}{h_i}; 1.50 \frac{\Delta_{prom}}{h_i}$$

$$Drift = \frac{\Delta_{M\acute{a}x}}{h_i} > 0.5 \left(\frac{\Delta}{h} \right)_{permisible}; Drift > 3.5/1000$$

Presenta Irregularidad (No aplica en azoteas ni sótanos)

Tabla D7.

Irregularidad Torsional en X

STORY	Output Case	Max Drift	Avg Drift	Ratio	VERIFICACIÓN	VERIFICACIÓN Irregularidad Extrema
4	Deriva_XX	0.001386	0.001112	1.246	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
3	Deriva_XX	0.00181	0.001479	1.224	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
2	Deriva_XX	0.001878	0.001556	1.207	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
1	Deriva_XX	0.00097	0.000811	1.196	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad

Tabla D8.*Irregularidad Torsional en Y*

STORY	Output Case	Max Drift	Avg Drift	Ratio	VERIFICACIÓN	VERIFICACIÓN Irregularidad Extrema
4	Deriva_YY	0.001462	0.00116	1.26	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
3	Deriva_YY	0.001888	0.001531	1.233	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
2	Deriva_YY	0.001943	0.001606	1.21	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
1	Deriva_YY	0.001007	0.000844	1.193	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad

2.2.Esquinas entrantes**Tabla D9.***Esquinas Entrantes*

D	Le (a,b)	LT (A.B)	Caso I	VERIFICACIÓN
			Si: $L_{Entr} > 0.20L_{Total}$ Presenta Irregularidad	
D_X	10.55	21	0.50	Presenta irregularidad
D_Y	4.3	22.49	0.19	No presenta Irregularidad

2.3.Discontinuidad del Diafragma**Tabla D10.***Discontinuidad del Diafragma*

ÁREA	A' (Aberturas)	A (Bruta)	Caso I	VERIFICACIÓN
			Si: $A_{Abertura} > 0.5A_{Bruta}$ Presenta Irregularidad	
1	0	472.29	0	No presenta Irregularidad

2.4.Sistemas no Paralelos

No presenta Irregularidad

APÉNDICE E:

VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDADES EN EL MODELO MC-35

1. Irregularidad en Altura

1.1. Irregularidad de Rigidez y Extrema Rigidez– Piso Blando

Tabla E1.

Irregularidad de Rigidez en X

Irregularidad de Rigidez - Piso Blando - X								
STORY	Norma E.030		Vx (Tonf)	Rigidez Lateral "Ki" (Kgf/m) $K_L = \frac{V}{\Delta_{relativo}}$	VERIFICACIÓN			
	Δ Absoluto (m)	Δ Relativo (m)			Caso I	Caso II	Caso I Si: $K_i < 0.70K_{i+1}$ Presenta Irregularidad	Caso II Si: $K_i < 0.80 \left(\frac{K_{i+1} + K_{i+2} + K_{i+3}}{3} \right)$ Presenta Irregularidad
4	0.016726	0.003376	168332.55	51124226.98				
3	0.01335	0.004899	373227.47	78115110.79	1.53	1.53	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
2	0.008451	0.005439	511619.08	96205407.42	1.23	1.49	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
1	0.003012	0.003012	582585.25	197826354	2.06	2.63	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad

Tabla E2.*Irregularidad de Rigidez en Y*

Irregularidad de Rigidez - Piso Blando - Y								
STORY	Norma E.030		Vx (Tonf)	Rigidez Lateral "Ki" (Kgf/m)	VERIFICACIÓN			
	Δ Absoluto (m)	Δ Relativo (m)			Caso I	Caso II	Caso I	Caso II
4	0.015107	0.003391	168332.55	51044170.36				
3	0.011716	0.00444	373227.47	84076915.33	1.65	1.65	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
2	0.007276	0.004688	511619.08	109334175.3	1.30	1.62	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
1	0.002588	0.002588	582585.25	226160378.2	2.07	2.78	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad

1.2.Irregularidad de Resistencia y Extrema Resistencia– Piso Débil**Tabla E3.***Irregularidad de Resistencia en X*

Irregularidad de Resistencia - Piso Débil						
STORY	Carga	Ubicación	Vx (Kgf)	Caso I		VERIFICACIÓN
				Si: $V_i < 0.80V_{i+1}$, presenta Irregularidad		
4	SE_X	Bottom	168332.55			
3	SE_X	Bottom	373227.47		2.217	No presenta Irregularidad
2	SE_X	Bottom	511619.08		1.371	No presenta Irregularidad
1	SE_X	Bottom	582585.25		1.139	No presenta Irregularidad

Tabla E4.*Irregularidad de Resistencia en Y*

Irregularidad de Resistencia - Piso Débil						
STORY	Carga	Ubicación	Vx (Kgf)	Caso I Si: $V_i < 0.80V_{i+1}$, presenta Irregularidad		VERIFICACIÓN
4	SE_Y	Bottom	168332.55			
3	SE_Y	Bottom	373227.47	2.217		No presenta Irregularidad
2	SE_Y	Bottom	511619.08	1.371		No presenta Irregularidad
1	SE_Y	Bottom	582585.25	1.139		No presenta Irregularidad

1.3.Irregularidad de Masa o Peso**Tabla E5.***Irregularidad de Masa o Peso*

STORY	Output Case	Location	P (kgf)	P_Piso (kgf)	Caso I Si: $P_i > 1.50P_{i+1}$ Presenta Irregularidad No aplica en azoteas ni sótanos		VERIFICACIÓN
4	Peso_100%CM+50%CV	Bottom	429892.49	429892.49			
3	Peso_100%CM+50%CV	Bottom	1040373.87	610481.38	1.42		No presenta Irregularidad
2	Peso_100%CM+50%CV	Bottom	1654611.98	614238.11	1.01		No presenta Irregularidad
1	Peso_100%CM+50%CV	Bottom	2275487.32	620875.34	1.01		No presenta Irregularidad

1.4.Irregularidad Geométrica Vertical

Tabla E6.

Irregularidad Geométrica Vertical

D	L1 (m)	L2 (m)	Caso I	VERIFICACIÓN
			Si: $L_1 > 1.30L_2$, presenta Irregularidad	
			No aplica en azoteas ni sótanos	
D_X	21	21	1	No presenta Irregularidad
D_Y	22.49	22.49	1	No presenta Irregularidad

2. Irregularidad en Planta

2.1.Irregularidad Torsional y Torsional Extrema

$$\text{Si: } \frac{\Delta_{Máx}}{h_i} > 1.30 \frac{\Delta_{prom}}{h_i}; 1.50 \frac{\Delta_{prom}}{h_i}$$

$$Drift = \frac{\Delta_{Máx}}{h_i} > 0.5 \left(\frac{\Delta}{h} \right)_{permisible}; Drift > 3.5/1000$$

Presenta Irregularidad (No aplica en azoteas ni sótanos)

Tabla E7.

Irregularidad Torsional en X

STORY	Output Case	Max Drift	Avg Drift	Ratio	VERIFICACIÓN	VERIFICACIÓN Irregularidad Extrema
4	Deriva_XX	0.001064	0.000927	1.147	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
3	Deriva_XX	0.001526	0.001346	1.134	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
2	Deriva_XX	0.001687	0.001498	1.126	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
1	Deriva_XX	0.000898	0.000796	1.128	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad

Tabla E8.*Irregularidad Torsional en Y*

STORY	Output Case	Max Drift	Avg Drift	Ratio	VERIFICACIÓN	VERIFICACIÓN Irregularidad Extrema
4	Deriva_YY	0.001074	0.000925	1.16	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
3	Deriva_YY	0.00144	0.001245	1.156	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
2	Deriva_YY	0.001508	0.001313	1.149	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
1	Deriva_YY	0.000793	0.000696	1.138	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad

2.2.Esquinas entrantes**Tabla E9.***Esquinas Entrantes*

D	Le (a,b)	LT (A.B)	Caso I	VERIFICACIÓN
			Si: $L_{Entr} > 0.20L_{Total}$ Presenta Irregularidad	
D_X	10.55	21	0.50	Presenta irregularidad
D_Y	4.3	22.49	0.19	No presenta Irregularidad

2.3.Discontinuidad del Diafragma**Tabla E10.***Discontinuidad del Diafragma*

ÁREA	A' (Aberturas)	A (Bruta)	Caso I	VERIFICACIÓN
			Si: $A_{Abertura} > 0.5A_{Bruta}$ Presenta Irregularidad	
1	0	472.29	0	No presenta Irregularidad

2.4.Sistemas no Paralelos

No presenta Irregularidad

APÉNDICE F:

VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDADES EN EL MODELO MC-30

1. Irregularidad en Altura

1.1. Irregularidad de Rigidez y Extrema Rigidez– Piso Blando

Tabla F1.

Irregularidad de Rigidez en X

Irregularidad de Rigidez - Piso Blando - X								
STORY	Norma E.030		Vx (Tonf)	Rigidez Lateral "Ki" (Kgf/m) $K_L = \frac{V}{\Delta_{relativo}}$	VERIFICACIÓN			
	Δ Absoluto (m)	Δ Relativo (m)			Caso I	Caso II	Caso I Si: $K_i < 0.70K_{i+1}$ Presenta Irregularidad	Caso II Si: $K_i < 0.80 \left(\frac{K_{i+1} + K_{i+2} + K_{i+3}}{3} \right)$ Presenta Irregularidad
4	0.017611	0.003499	165944.72	48623885.8				
3	0.014112	0.005144	367265.62	73238080.83	1.51	1.51	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
2	0.008968	0.005759	503257.65	89420793.71	1.22	1.47	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
1	0.003209	0.003209	572973.81	182712194.5	2.04	2.59	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad

Tabla F2.

Irregularidad de Rigidez en Y

Irregularidad de Rigidez - Piso Blando - Y								
STORY	Norma E.030		Vx (Tonf)	Rigidez Lateral "Ki" (Kgf/m)	VERIFICACIÓN			
	Δ Absoluto (m)	Δ Relativo (m)			Caso I	Caso II	Caso I	Caso II
4	0.015946	0.003502	165944.72	48769680.24				
3	0.012444	0.004669	367265.62	78706509.57	1.61	1.61	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
2	0.007775	0.004994	503257.65	100972253.2	1.28	1.58	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
1	0.002781	0.002781	572973.81	207028562.1	2.05	2.72	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad

1.2.Irregularidad de Resistencia y Extrema Resistencia– Piso Débil

Tabla F3.

Irregularidad de Resistencia en X

Irregularidad de Resistencia - Piso Débil						
STORY	Carga	Ubicación	Vx (Kgf)	Caso I Si: $V_i < 0.80V_{i+1}$, presenta Irregularidad		VERIFICACIÓN
4	SE_X	Bottom	165944.72			
3	SE_X	Bottom	367265.62		2.213	No presenta Irregularidad
2	SE_X	Bottom	503257.65		1.370	No presenta Irregularidad
1	SE_X	Bottom	572973.81		1.139	No presenta Irregularidad

Tabla F4.*Irregularidad de Resistencia en Y*

Irregularidad de Resistencia - Piso Débil						
STORY	Carga	Ubicación	Vx (Kgf)	Caso I Si: $V_i < 0.80V_{i+1}$, presenta Irregularidad		VERIFICACIÓN
4	SE_Y	Bottom	165944.72			
3	SE_Y	Bottom	367265.62	2.213		No presenta Irregularidad
2	SE_Y	Bottom	503257.65	1.370		No presenta Irregularidad
1	SE_Y	Bottom	572973.81	1.139		No presenta Irregularidad

1.3.Irregularidad de Masa o Peso**Tabla F5.***Irregularidad de Masa o Peso*

STORY	Output Case	Location	P (kgf)	P_Piso (kgf)	Caso I	
					Si: $P_i > 1.50P_{i+1}$	
					Presenta Irregularidad	
					No aplica en azoteas ni sótanos	
4	Peso_100%CM+50%CV	Bottom	419493.83	419493.83		
3	Peso_100%CM+50%CV	Bottom	1019576.55	600082.72	1.43	No presenta Irregularidad
2	Peso_100%CM+50%CV	Bottom	1623416	603839.45	1.01	No presenta Irregularidad
1	Peso_100%CM+50%CV	Bottom	2233453.3	610037.3	1.01	No presenta Irregularidad

1.4.Irregularidad Geométrica Vertical

Tabla F6.

Irregularidad Geométrica Vertical

D	L1 (m)	L2 (m)	Caso I	VERIFICACIÓN
			Si: $L_1 > 1.30L_2$, presenta	
			Irregularidad	
			No aplica en azoteas ni sótanos	
D_X	21	21	1	No presenta Irregularidad
D_Y	22.49	22.49	1	No presenta Irregularidad

2. Irregularidad en Planta

2.1.Irregularidad Torsional y Torsional Extrema

$$\text{Si: } \frac{\Delta_{M\acute{a}x}}{h_i} > 1.30 \frac{\Delta_{prom}}{h_i}; 1.50 \frac{\Delta_{prom}}{h_i}$$

$$Drift = \frac{\Delta_{M\acute{a}x}}{h_i} > 0.5 \left(\frac{\Delta}{h} \right)_{permisible}; Drift > 3.5/1000$$

Presenta Irregularidad (No aplica en azoteas ni sótanos)

Tabla F7.

Irregularidad Torsional en X

STORY	Output Case	Max Drift	Avg Drift	Ratio	VERIFICACIÓN	VERIFICACIÓN Irregularidad Extrema
4	Deriva_XX	0.001103	0.000961	1.147	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
3	Deriva_XX	0.001602	0.001413	1.134	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
2	Deriva_XX	0.001787	0.001585	1.127	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
1	Deriva_XX	0.000957	0.000848	1.13	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad

Tabla F8.*Irregularidad Torsional en Y*

STORY	Output Case	Max Drift	Avg Drift	Ratio	VERIFICACIÓN	VERIFICACIÓN Irregularidad Extrema
4	Deriva_YY	0.001108	0.000955	1.161	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
3	Deriva_YY	0.001513	0.001309	1.156	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
2	Deriva_YY	0.001605	0.001399	1.148	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
1	Deriva_YY	0.00085	0.000748	1.136	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad

2.2.Esquinas entrantes**Tabla F9.***Esquinas Entrantes*

D	Le (a,b)	LT (A.B)	Caso I	VERIFICACIÓN
			Si: $L_{Entr} > 0.20L_{Total}$ Presenta Irregularidad	
D_X	10.55	21	0.50	Presenta irregularidad
D_Y	4.3	22.49	0.19	No presenta Irregularidad

2.3.Discontinuidad del Diafragma**Tabla F10.***Discontinuidad del Diafragma*

ÁREA	A' (Aberturas)	A (Bruta)	Caso I	VERIFICACIÓN
			Si: $A_{Abertura} > 0.5A_{Bruta}$ Presenta Irregularidad	
1	0	472.29	0	No presenta Irregularidad

2.4.Sistemas no Paralelos

No presenta Irregularidad

APÉNDICE G:

VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDADES EN EL MODELO MC-25

1. Irregularidad en Altura

1.1. Irregularidad de Rigidez y Extrema Rigidez– Piso Blando

Tabla G1.

Irregularidad de Rigidez en X

Irregularidad de Rigidez - Piso Blando - X								
STORY	Norma E.030		Vx (Tonf)	Rigidez Lateral "Ki" (Kgf/m) $K_L = \frac{V}{\Delta_{relativo}}$	Caso I	Caso II	VERIFICACIÓN	
	Δ Absoluto (m)	Δ Relativo (m)					Caso I Si: $K_i < 0.70K_{i+1}$ Presenta Irregularidad	Caso II Si: $K_i < 0.80 \left(\frac{K_{i+1} + K_{i+2} + K_{i+3}}{3} \right)$ Presenta Irregularidad
4	0.018953	0.00372	163556.55	45081036.2				
3	0.015233	0.005524	361303.6	67117480.14	1.49	1.49	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
2	0.009709	0.006225	494896.15	81391631.01	1.21	1.45	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
1	0.003484	0.003484	563362.37	165560858.9	2.03	2.57	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad

Tabla G2.*Irregularidad de Rigidez en Y*

Irregularidad de Rigidez - Piso Blando - Y								
STORY	Norma E.030		Vx (Tonf)	Rigidez Lateral "Ki" (Kgf/m)	VERIFICACIÓN			
	Δ Absoluto (m)	Δ Relativo (m)			Caso I	Caso II	Caso I	Caso II
4	0.017155	0.003686	163556.55	45702985.69				
3	0.013469	0.005003	361303.6	72268037.18	1.58	1.58	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
2	0.008466	0.005423	494896.15	91464617.21	1.27	1.55	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
1	0.003043	0.003043	563362.37	186061113.8	2.03	2.67	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad

1.2.Irregularidad de Resistencia y Extrema Resistencia– Piso Débil**Tabla G3.***Irregularidad de Resistencia en X*

Irregularidad de Resistencia - Piso Débil						
STORY	Carga	Ubicación	Vx (Kgf)	Caso I		VERIFICACIÓN
				Si: $V_i < 0.80V_{i+1}$, presenta Irregularidad		
4	SE_X	Bottom	163556.55			
3	SE_X	Bottom	361303.6		2.209	No presenta Irregularidad
2	SE_X	Bottom	494896.15		1.370	No presenta Irregularidad
1	SE_X	Bottom	563362.37		1.138	No presenta Irregularidad

Tabla G4.*Irregularidad de Resistencia en Y*

Irregularidad de Resistencia - Piso Débil						
STORY	Carga	Ubicación	Vx (Kgf)	Caso I		VERIFICACIÓN
				Si: $V_i < 0.80V_{i+1}$, presenta Irregularidad		
4	SE_Y	Bottom	163556.55			
3	SE_Y	Bottom	361303.6	2.209		No presenta Irregularidad
2	SE_Y	Bottom	494896.15	1.370		No presenta Irregularidad
1	SE_Y	Bottom	563362.37	1.138		No presenta Irregularidad

1.3.Irregularidad de Masa o Peso**Tabla G5.***Irregularidad de Masa o Peso*

Caso I						
STORY	Output Case	Location	P (kgf)	P_Piso (kgf)	Si: $P_i > 1.50P_{i+1}$ Presenta Irregularidad	VERIFICACIÓN
					No aplica en azoteas ni sótanos	
4	Peso_100%CM+50%CV	Bottom	409095.17	409095.17		
3	Peso_100%CM+50%CV	Bottom	998779.23	589684.06	1.44	No presenta Irregularidad
2	Peso_100%CM+50%CV	Bottom	1592220.02	593440.79	1.01	No presenta Irregularidad
1	Peso_100%CM+50%CV	Bottom	2191419.28	599199.26	1.01	No presenta Irregularidad

1.4. Irregularidad Geométrica Vertical

Tabla G6.

Irregularidad Geométrica Vertical

D	L1 (m)	L2 (m)	Caso I	VERIFICACIÓN
			Si: $L_1 > 1.30L_2$, presenta	
			Irregularidad	
			No aplica en azoteas ni sótanos	
D_X	21	21	1	No presenta Irregularidad
D_Y	22.49	22.49	1	No presenta Irregularidad

2. Irregularidad en Planta

2.1. Irregularidad Torsional y Torsional Extrema

$$\text{Si: } \frac{\Delta_{M\acute{a}x}}{h_i} > 1.30 \frac{\Delta_{prom}}{h_i}; 1.50 \frac{\Delta_{prom}}{h_i}$$

$$Drift = \frac{\Delta_{M\acute{a}x}}{h_i} > 0.5 \left(\frac{\Delta}{h} \right)_{permisible}; Drift > 3.5/1000$$

Presenta Irregularidad (No aplica en azoteas ni sótanos)

Tabla G7.

Irregularidad Torsional en X

STORY	Output Case	Max Drift	Avg Drift	Ratio	VERIFICACIÓN	VERIFICACIÓN Irregularidad Extrema
4	Deriva_XX	0.001172	0.001022	1.147	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
3	Deriva_XX	0.001721	0.001516	1.135	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
2	Deriva_XX	0.001933	0.001713	1.129	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
1	Deriva_XX	0.001041	0.00092	1.131	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad

Tabla G8.*Irregularidad Torsional en Y*

STORY	Output Case	Max Drift	Avg Drift	Ratio	VERIFICACIÓN	VERIFICACIÓN Irregularidad Extrema
4	Deriva_YY	0.001166	0.001004	1.161	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
3	Deriva_YY	0.001621	0.001403	1.156	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
2	Deriva_YY	0.001741	0.001518	1.146	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad
1	Deriva_YY	0.000928	0.000818	1.134	No presenta Irregularidad	No presenta Irregularidad

2.2.Esquinas entrantes**Tabla G9.***Esquinas Entrantes*

D	Le (a,b)	LT (A.B)	Caso I	VERIFICACIÓN
			Si: $L_{Entr} > 0.20L_{Total}$ Presenta Irregularidad	
D_X	10.55	21	0.50	Presenta irregularidad
D_Y	4.3	22.49	0.19	No presenta Irregularidad

2.3.Discontinuidad del Diafragma**Tabla G10.***Discontinuidad del Diafragma*

ÁREA	A' (Aberturas)	A (Bruta)	Caso I	VERIFICACIÓN
			Si: $A_{Abertura} > 0.5A_{Bruta}$ Presenta Irregularidad	
1	0	472.29	0	No presenta Irregularidad

2.4.Sistemas no Paralelos

No presenta Irregularidad

ANEXOS

ANEXO A:

PARÁMETROS DE DISEÑO SÍSMICO

Tabla A1*Factores de Zona Z" (Referencia: Tabla N° 1 de la Norma E.030)*

Tabla N° 1 FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Nota. Norma E.030 por Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2020a, p. 13).

Tabla A2*Factor de Suelo "S" (Referencia: Tabla N° 3 de la Norma E.030)*

Tabla N° 3 FACTOR DE SUELO "S"				
ZONA \ SUELO	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₄	0,80	1,00	1,05	1,10
Z ₃	0,80	1,00	1,15	1,20
Z ₂	0,80	1,00	1,20	1,40
Z ₁	0,80	1,00	1,60	2,00

Nota. Norma E.030 por Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2020a, p. 16) .

Tabla A3*Periodos "T_P" y "T_L" (Referencia: Tabla N° 4 de la Norma E.030)*

Tabla N° 4 PERÍODOS "T _P " Y "T _L "				
	Perfil de suelo			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T _P (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T _L (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Nota. Norma E.030 por Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2020a, p. 16).

Tabla A4

Categoría de las Edificaciones y factor “U” (Referencia: Tabla N° 5 de la Norma E.030)

Tabla N° 5 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR “U”		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
	A2: Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Se incluyen las siguientes edificaciones: - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones. - Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. - Instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. - Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. - Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.	1,5
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se consideran depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Nota 1: Las nuevas edificaciones de categoría A1 tienen aislamiento sísmico en la base cuando se encuentren en las zonas sísmicas 4 y 3. En las zonas sísmicas 1 y 2, la entidad responsable puede decidir si usa o no aislamiento sísmico. Si no se utiliza aislamiento sísmico en las zonas sísmicas 1 y 2, el valor de *U* es como mínimo 1,5.

Nota 2: En estas edificaciones se provee resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales, a criterio del proyectista.

Nota. Norma E.030 por Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2020a, p. 18).

Tabla A5

Sistemas Estructurales (Referencia: Tabla N° 7 de la Norma E.030)

Tabla N° 7 SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coeficiente Básico de Reducción R_0 (*)
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	5
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	4
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	7
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	4
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera	7(**)

(*) Estos coeficientes se aplican únicamente a estructuras en las que los elementos verticales y horizontales permitan la disipación de la energía manteniendo la estabilidad de la estructura. No se aplican a estructuras tipo péndulo invertido.

(**) Para diseño por esfuerzos admisibles.

Nota. Norma E.030 por Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2020a, p. 21).

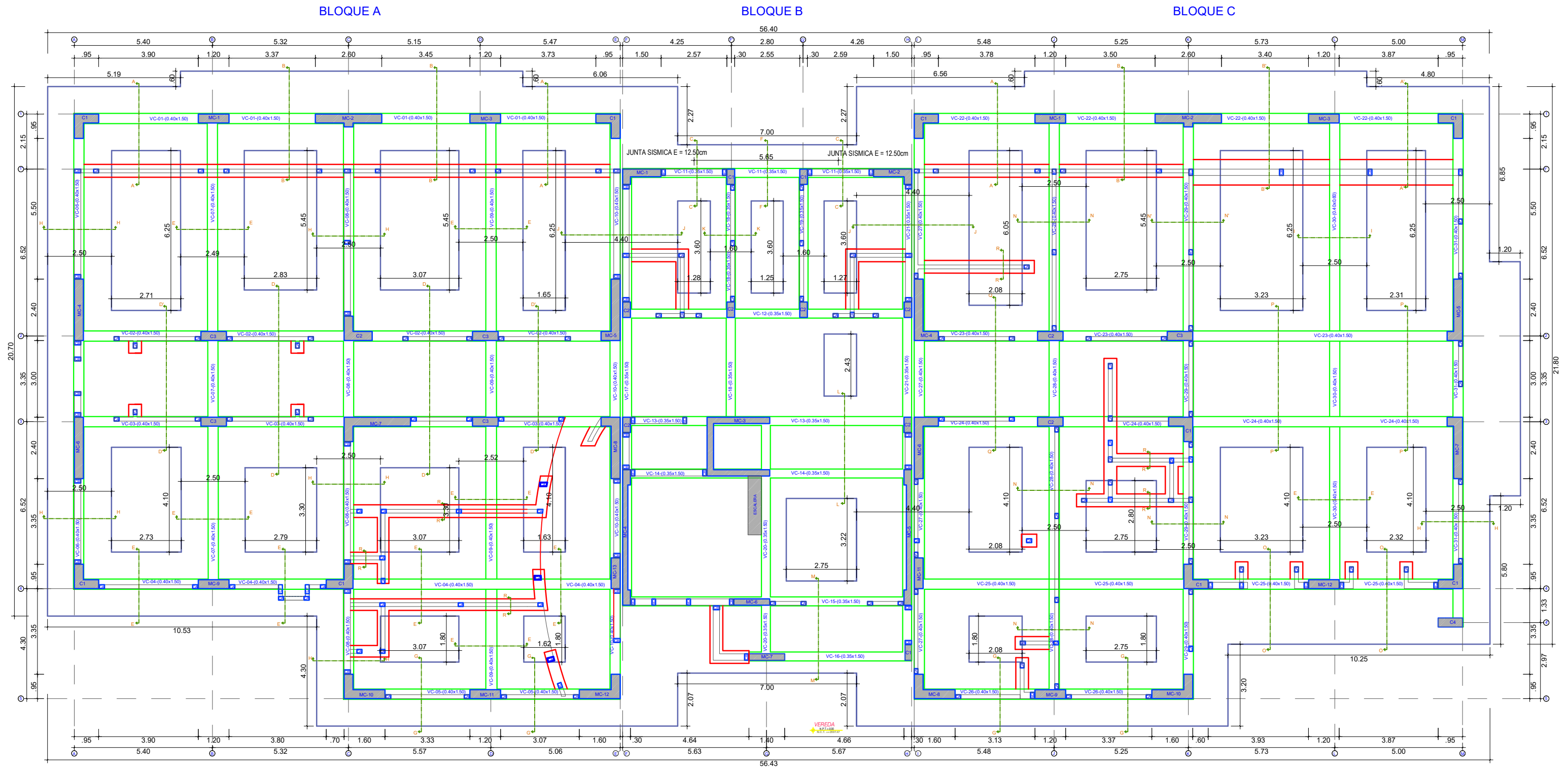
Tabla A6

Categoría y Regularidades de las Edificaciones (Referencia: Tabla N° 10 de la Norma E.030)

Tabla N° 10 CATEGORÍA Y REGULARIDAD DE LAS EDIFICACIONES		
Categoría de la Edificación	Zona	Restricciones
A1 y A2	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades
	1	No se permiten irregularidades extremas
B	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades extremas
	1	Sin restricciones
C	4 y 3	No se permiten irregularidades extremas
	2	No se permiten irregularidades extremas excepto en edificios de hasta 2 pisos u 8 m de altura total
	1	Sin restricciones

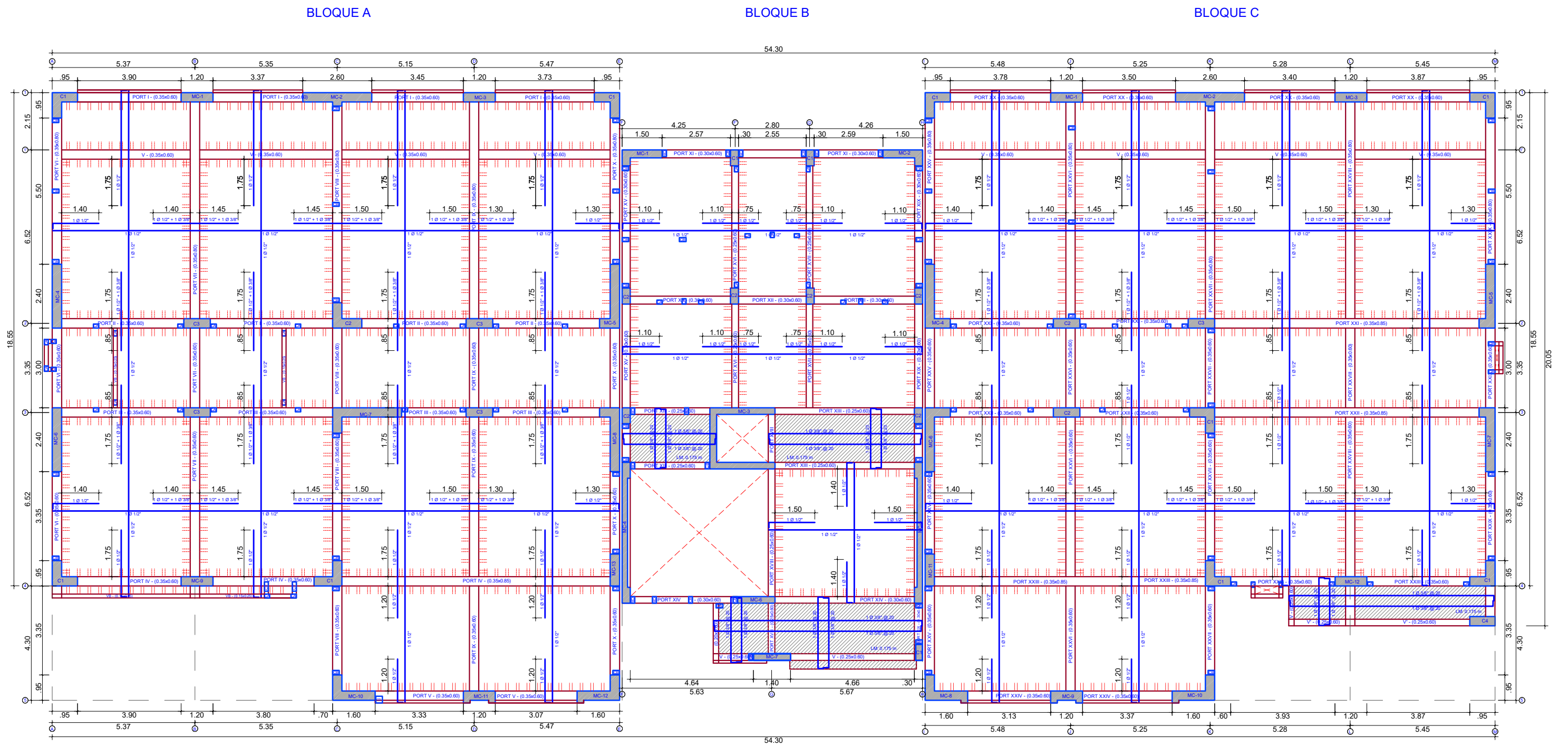
Nota. Norma E.030 por Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2020a, p. 24).

ANEXO B:
PLANOS ESTRUCTURALES Y ARQUITECTÓNICOS



PLANTA GENERAL DE CIMENTACIÓN
ESCALA: 1/75

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA	
PROYECTO: CONSULTORIA PARA LA ELABORACIÓN DEL EXPEDIENTE TÉCNICO DEL PROYECTO: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE OBSTETRICIA, FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD, UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, DISTRITO DE CAJAMARCA- PROVINCIA DE CAJAMARCA - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA"			
Lugar:	Región:	Cajamarca	
PLANO:	CIMENTACIÓN PLANTA GENERAL		
FECHA DE PROYECTO:	ING. JULIO ANAXIMANDRO VELAZQUEZ DAVILA	Escala:	1/75
ING. GERMÁN PÁZ OLIVERA	CAJ. P. 001	Fecha:	ENERO 2023



PLANTA GENERAL LOSA ALIGERADA PRIMER NIVEL
ESCALA: 1/75

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA	
PROYECTO: CONSULTORIA PARA LA ELABORACION DEL EXPEDIENTE TECNICO DEL PROYECTO: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE OBSTETRICIA, FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD, UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, DISTRITO DE CAJAMARCA- PROVINCIA DE CAJAMARCA - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA"			
Letras:	Region:	Uso:	Uso:
PG-02	CAJAMARCA	AV. ATAGUALPA N° 1081, CARRETERA A BARRIO DE LA ROSA	DE LA ROSA
PLANO:	LOSA ALIGERADA	Dist:	CAJAMARCA
PRIMER NIVEL	PRIMER NIVEL	Prov:	CAJAMARCA
Ing. DE PROYECTO	Ing. DE PROYECTO	Distrito:	CAJAMARCA
ING. GERMANO PAZ OLIVERA	ING. JULIO ANAXIMANDRO VELAZQUEZ DIAZ	Distrito:	CAJAMARCA
CAJ 01/2023	CAJ 01/2023	Escala:	1/75
		Fecha:	ENERO 2023

BLOQUE C



Lamina:	Region:	CAJAMARCA		Ubicacion:	AV. ATAHUALPA N° 1085, CARRETERA A BANCOS DEL INCA
	PLANO:	LOSA ALIGERADA PLANTA GENERAL SEGUNDO NIVEL		Dist:	CAJAMARCA
PG-03				Prov.:	CAJAMARCA
				Region:	CAJAMARCA
				Urbipio C-02:	ALFREDO DELFIN BERNAL
JEFE DE PROYECTO ARG. GERARDO PAZ OLIVERA I.P. 9.280				Escala: 1/75	Fecha: ENERO 2023

BLOQUE C

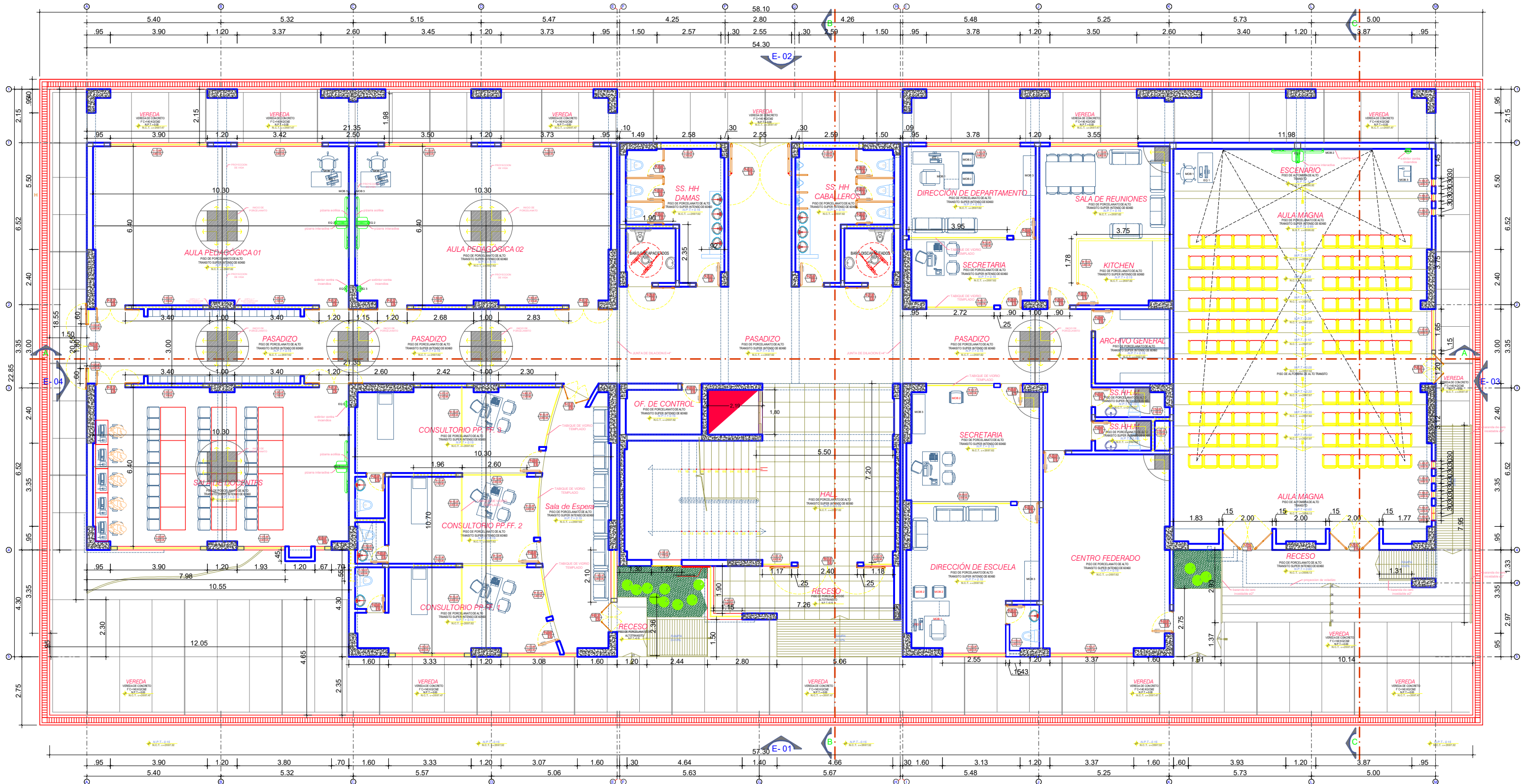


Lamina:	Region:	CAJAMARCA		Ubicacion:	AV. ATAHUALPA N° 1085, CARRETERA A BANCOS DEL RICA
	PLANO:	LOSA ALIGERADA PLANTA GENERAL CUARTO NIVEL		Dist:	CAJAMARCA
PG-05				Prov.:	CAJAMARCA
				Region:	CAJAMARCA
				Municipio:	ALFREDO DELFIN BERNAL
JEFE DE PROYECTO ARG. GERARDO PAZ OLIVERA C.U.P. 9.086				Escala: 1/75	Fecha: ENERO 2023

BLOQUE A

BLOQUE B

BLOQUE C



PLANTA PRIMER NIVEL

ESC:1/75

CUADRO DE VANOS (PUERTAS)				
TIPO	ANCHO	ALTO	ALFZ.	CANT.
P-01	1.20	2.20	-	07
P-02	1.00	2.20	-	04
P-03	0.60	1.80	-	06
P-04	2.55	2.20	-	01
P-05	0.90	2.10	-	10
P-06	0.80	2.10	-	08
P-07	2.00	2.40	-	02
P-08	1.20	2.10	-	01
P-09	2.40	2.40	-	01
P-10	1.20	2.20	-	01

CUADRO DE VANOS (VENTANAS)				
TIPO	ANCHO	ALTO	ALFZ.	CANT.
V-01	3.90	2.05	0.60	01
V-02	3.42	2.05	2.10	01
V-03	3.50	2.05	0.60	01
V-04	3.73	2.05	0.60	01
V-05	2.58	0.85	0.60	02
V-06	3.78	2.05	0.60	01
V-07	3.55	2.05	0.60	01
V-08	0.30	0.30	0.60	13
V-09	1.65	0.30	0.60	02
V-10	3.37	2.05	0.60	01
V-11	0.43	0.43	0.60	01
V-12	2.55	2.05	0.60	01
V-13	1.18	2.65	0.60	02

CUADRO DE VANOS (VENTANAS)				
TIPO	ANCHO	ALTO	ALFZ.	CANT.
V-14	3.05	9.80	0.60	01
V-15	1.20	11.83	2.10	01
V-16	2.10	2.05	0.60	01
V-17	3.08	2.05	0.60	01
V-18	3.33	2.05	0.60	02
V-19	0.55	0.55	0.60	01
V-20	0.67	12.65	0.60	01
V-21	0.67	12.65	0.60	01
V-22	3.90	2.05	0.60	01
V-23	0.60	2.95	0.60	01
V-24	3.40	0.85	0.60	04
V-25	2.68	0.85	0.60	01
V-26	2.83	2.650.85	0.60	01

CUADRO DE VANOS (VENTANAS)				
TIPO	ANCHO	ALTO	ALFZ.	CANT.
V-27	2.42	0.85	2.10	01
V-28	2.30	0.85	2.10	01



UNIVERSIDAD NACIONAL DE
CAJAMARCA

PROYECTO: CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DEL EXPEDIENTE TÉCNICO DEL PROYECTO:
"MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA ESCUELA
ACADEMICO PROFESIONAL DE OBSTETRICIA, FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD,
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, DISTRITO DE CAJAMARCA- PROVINCIA DE
CAJAMARCA - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA"

Lema:
A-01

Región:
CAJAMARCA

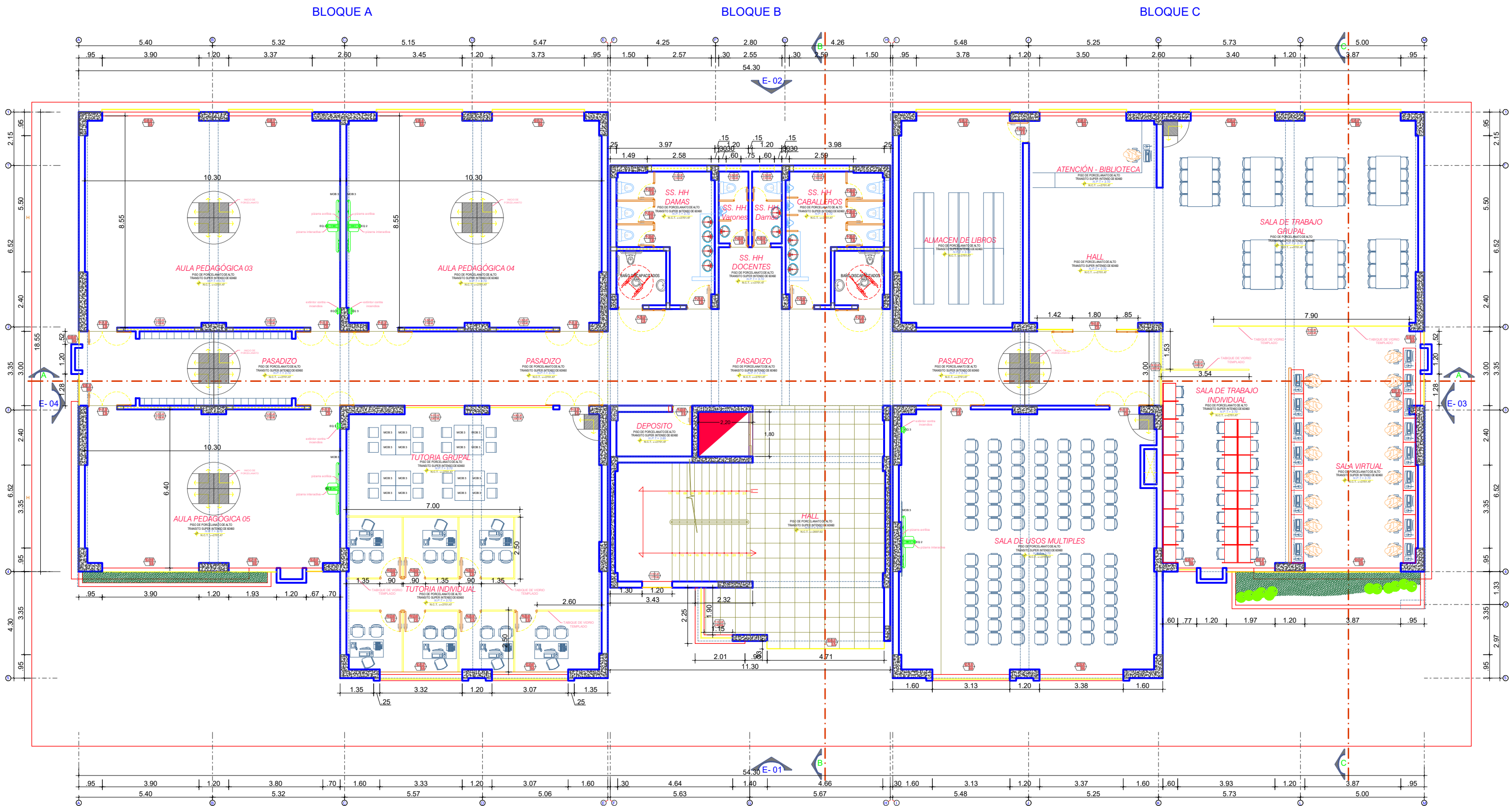
PLANO:
ARQUITECTURA DISTRIBUCION
PRIMER NIVEL

FECHA DE PROYECTO:
AÑO: 2023
DISEÑADOR: PABLO OLIVERA
CAP: 1000

FECHA DE PROYECTO:
AÑO: 2023
DISEÑADOR: ANA MARCELO VELASQUEZ DAVALA
CAP: 1000

Escala:
1/75

Fecha:
ENERO 2023



PLANTA SEGUNDO NIVEL
ESC:1/75

CUADRO DE VANOS (PUERTAS)				
TIPO	ANCHO	ALTO	ALFZ.	CANT.
P-01	1.20	2.20	-	09
P-02	1.00	2.20	-	04
P-03	0.60	1.80	-	06
P-04	2.55	2.20	-	
P-05	0.90	2.10	-	
P-06	0.80	2.10	-	03
P-07	2.00	2.40	-	
P-08	1.20	2.10	-	
P-09	2.40	2.40	-	
P-10	1.20	2.20	-	

CUADRO DE VANOS (VENTANAS)				
TIPO	ANCHO	ALTO	ALFZ.	CANT.
V-24	3.40	0.85	0.60	04
V-25	2.68	0.85	0.60	01
V-26	2.83	0.85	0.60	01
V-27	2.42	2.95	0.60	01
V-28	2.30	2.95	0.60	01



UNIVERSIDAD NACIONAL DE
CAJAMARCA

PROYECTO:
CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DEL EXPEDIENTE TÉCNICO DEL PROYECTO:
"MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA ESCUELA
ACADEMICO PROFESIONAL DE OBSTETRICIA, FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD,
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, DISTRITO DE CAJAMARCA- PROVINCIA DE
CAJAMARCA - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA"

Región:
CAJAMARCA

PLANO:
ARQUITECTURA DISTRIBUCION
SEGUNDO NIVEL

Escala:
1/75

Ubicación:
AV. ATAGUALPA N° 1080, CARRETERA A BANCOS
DISTRITO DE CAJAMARCA
Prov. CAJAMARCA
País PERÚ

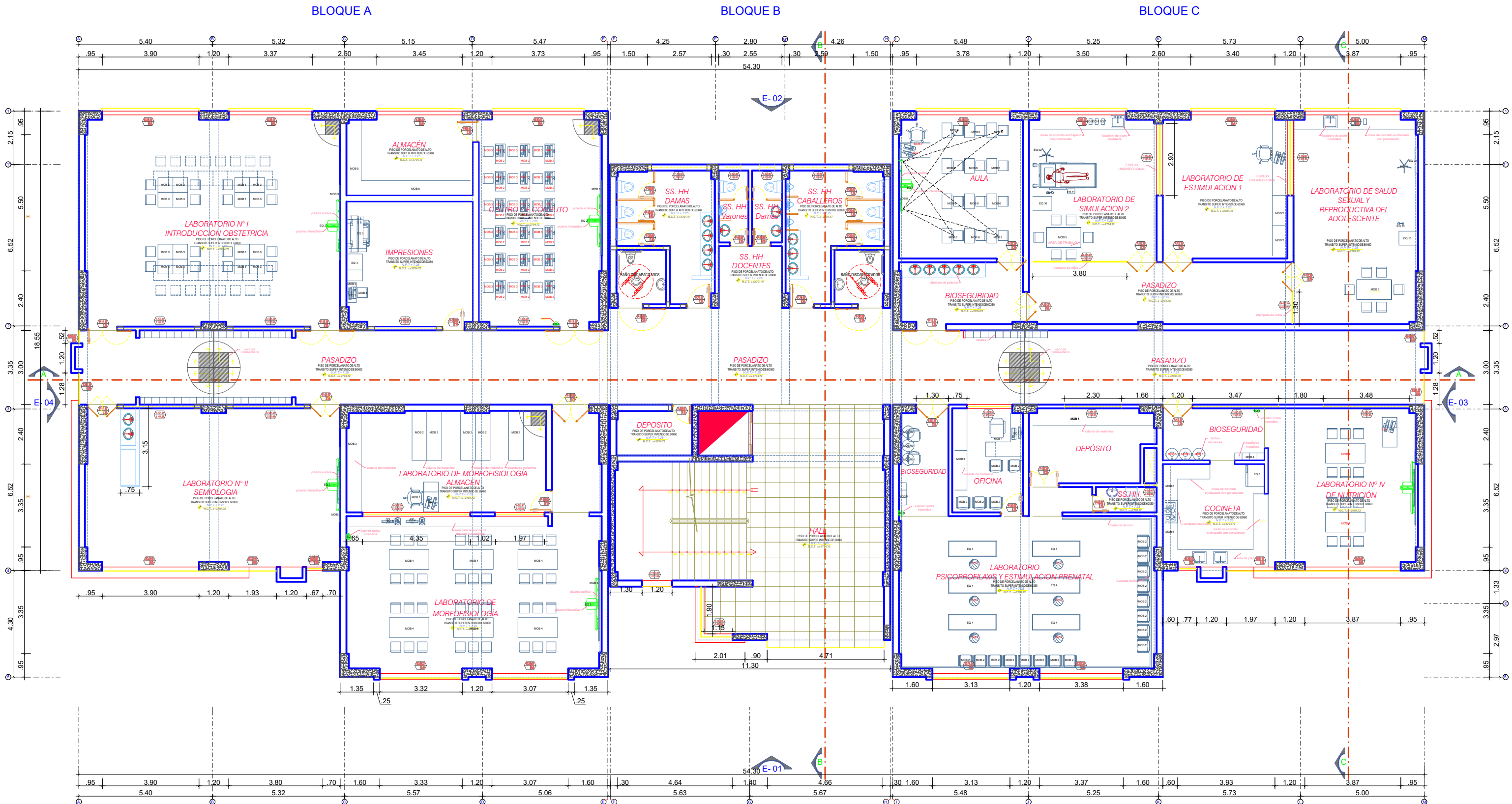
Fecha:
ENERO 2023

REPRESENTANTE:
ING. GERARDO PAZ OLIVERA
C.A.P. N° 1868

REVISOR:
ING. JULIO ANAXIMANDRO VELASQUEZ DAVILA
C.A.P. N° 2385

PROYECTISTA:
G.P.O. - J.S.S.

A-02



PLANTA TERCER NIVEL
ESC:1/75

CUADRO DE VANOS (PUERTAS)				
TIPO	ANCHO	ALTO	ALFZ.	CANT.
P-01	1.20	2.20	-	14
P-02	1.00	2.20	-	04
P-03	0.60	1.80	-	06
P-04	2.55	2.20	-	01
P-05	0.90	2.10	-	03
P-06	0.80	2.10	-	04
P-07	2.00	2.40	-	01
P-08	1.20	2.10	-	01
P-09	2.40	2.40	-	01
P-11	1.30	2.20	-	01

CUADRO DE VANOS (VENTANAS)				
TIPO	ANCHO	ALTO	ALFZ.	CANT.
V-24	3.40	0.85	0.60	04
V-25	2.68	0.85	0.60	01
V-26	2.83	0.85	0.60	01
V-27	2.42	2.95	0.60	01
V-28	2.30	2.95	0.60	01
V-29	4.35	2.20	0.60	01
V-30	1.97	2.20	0.60	01
V-31	1.83	1.85	0.60	01
V-32	2.30	0.85	0.60	01
V-33	3.47	0.85	0.60	02
V-34	2.90	1.85	0.60	02

CUADRO DE VANOS (VENTANAS)				
TIPO	ANCHO	ALTO	ALFZ.	CANT.
V-35	3.20	1.85	0.60	02
V-36	4.55	1.85	0.60	02
V-37	1.97	1.85	0.60	01
V-38	2.40	1.85	0.60	01
V-39	2.50	1.85	0.60	01
V-40	2.75	1.85	0.60	01
V-41	4.07	0.85	0.60	01
V-42	2.50	0.85	0.60	01
V-43	3.00	0.85	0.60	02
V-44	3.80	0.85	0.60	02
V-45	4.12	0.85	0.60	01
V-46	1.83	0.85	2.05	01



UNIVERSIDAD NACIONAL DE
CAJAMARCA

PROYECTO:
CONSULTORIA PARA LA ELABORACION DEL EXPEDIENTE TECNICO DEL PROYECTO:
"MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA ESCUELA
ACADEMICO PROFESIONAL DE OBSTETRICIA, FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD,
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, DISTRITO DE CAJAMARCA- PROVINCIA DE
CAJAMARCA - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA"

Lugar:
CAJAMARCA

PLANO:
ARQUITECTURA DISTRIBUCION
TERCER NIVEL

FECHA DE PROYECTO:
HNO. GERARDO PAZ OLIVERA
CAP. N° 3888

FECHA:
HNO. JULIO ANAXIMANDRO VELASQUEZ DAVILA
CAP. N° 2385

Escala:
1/75

Fecha:
ENERO 2023

A-03

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
CAJAMARCA

PROYECTO:
CONSULTORIA PARA LA ELABORACION DEL EXPEDIENTE TECNICO DEL PROYECTO:
"MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA ESCUELA
ACADEMICO PROFESIONAL DE OBSTETRICIA, FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD,
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, DISTRITO DE CAJAMARCA- PROVINCIA DE
CAJAMARCA - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA"

Lugar:
CAJAMARCA

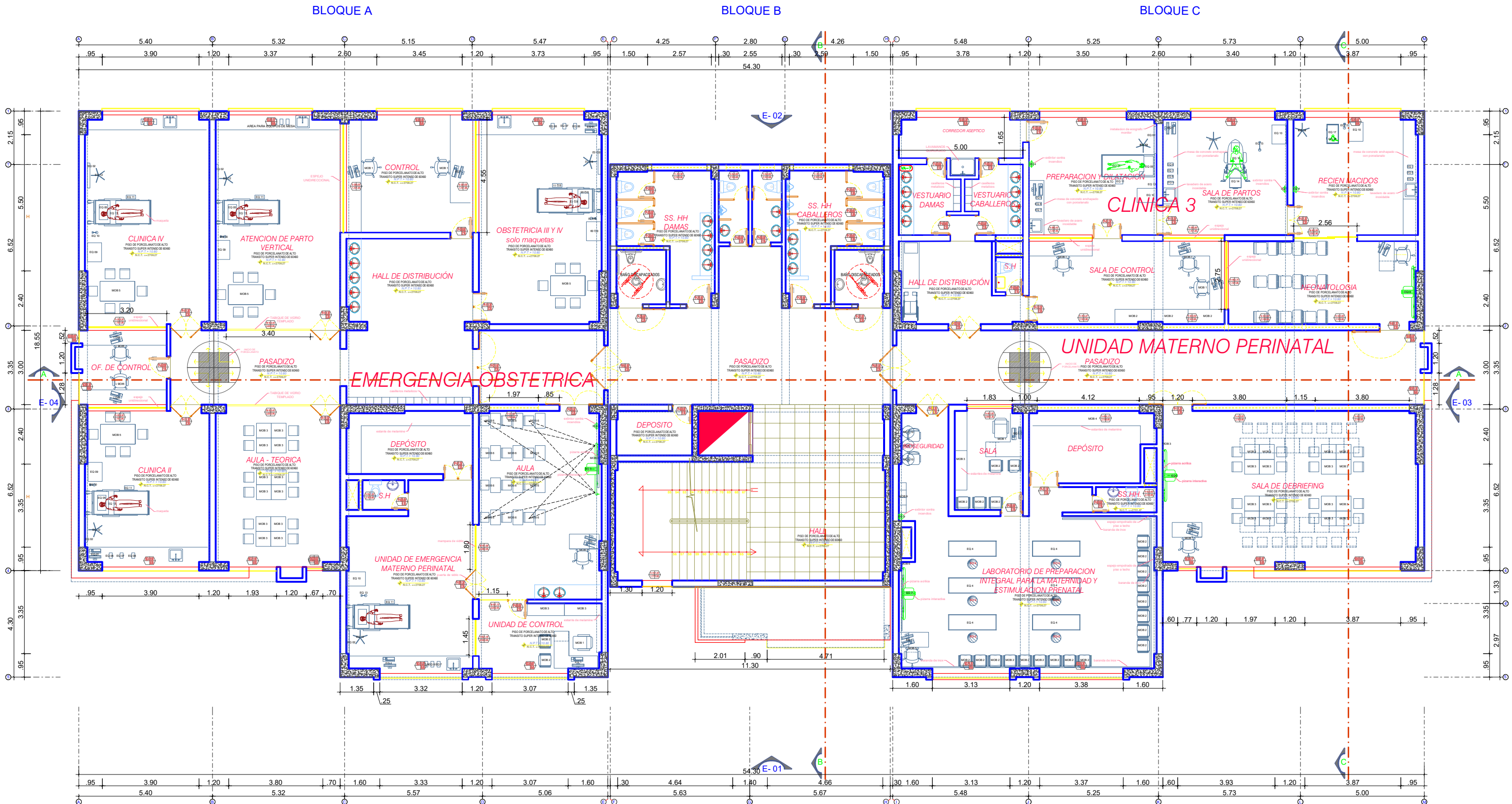
PLANO:
ARQUITECTURA DISTRIBUCION
TERCER NIVEL

FECHA DE PROYECTO:
HNO. GERARDO PAZ OLIVERA
CAP. N° 3888

FECHA:
HNO. JULIO ANAXIMANDRO VELASQUEZ DAVILA
CAP. N° 2385

Escala:
1/75

Fecha:
ENERO 2023



PLANTA CUARTO NIVEL
ESC:1/75

CUADRO DE VANOS (PUERTAS)				
TIPO	ANCHO	ALTO	ALFZ.	CANT.
P-01	1.20	2.20	-	12
P-02	1.00	2.20	-	04
P-03	0.60	1.80	-	06
P-04	2.55	2.20	-	
P-05	0.90	2.10	-	04
P-06	0.80	2.10	-	07
P-11	1.30	2.20	-	01
P-12	1.50	2.20	-	02
P-13	2.00	2.20	-	01
P-14	1.20	2.20	-	01

CUADRO DE VANOS (VENTANAS)				
TIPO	ANCHO	ALTO	ALFZ.	CANT.
V-24	3.40	0.85	0.60	04
V-25	2.68	0.85	0.60	01
V-26	2.83	0.85	0.60	01
V-27	2.42	2.95	0.60	
V-28	2.30	2.95	0.60	
V-29	4.35	2.20	0.60	01
V-30	1.97	2.20	0.60	01
V-31	1.83	1.85	0.60	01
V-32	2.30	0.85	0.60	01
V-33	3.47	0.85	0.60	02
V-34	2.90	1.85	0.60	02

CUADRO DE VANOS (VENTANAS)				
TIPO	ANCHO	ALTO	ALFZ.	CANT.
V-35	3.20	1.85	0.60	02
V-36	4.55	1.85	0.60	02
V-37	1.97	1.85	0.60	01
V-38	2.40	1.85	0.60	01
V-39	2.50	1.85	0.60	01
V-40	2.75	1.85	0.60	01
V-41	4.07	0.85	0.60	01
V-42	2.50	0.85	0.60	01
V-43	3.00	0.85	0.60	02
V-44	3.80	0.85	0.60	02
V-45	4.12	0.85	0.60	01
V-46	1.83	0.85	2.05	01



UNIVERSIDAD NACIONAL DE
CAJAMARCA

PROYECTO: CONSULTORIA PARA LA ELABORACION DEL EXPEDIENTE TECNICO DEL PROYECTO:
"MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA ESCUELA
ACADEMICO PROFESIONAL DE OBSTETRICIA, FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD,
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, DISTRITO DE CAJAMARCA- PROVINCIA DE
CAJAMARCA - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA"

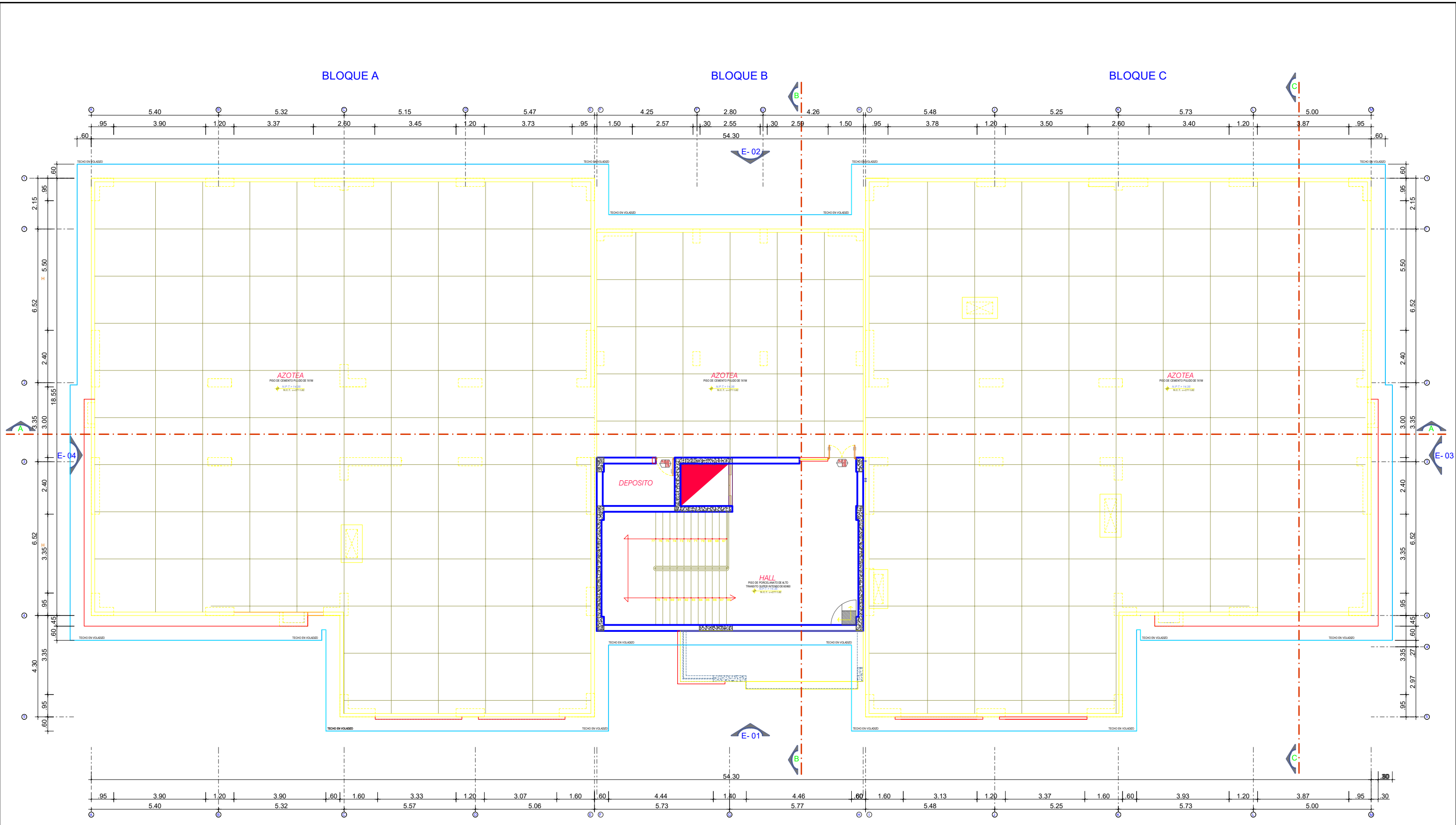
Lugar: CAJAMARCA

PLANO: ARQUITECTURA DISTRIBUCION
CUARTO NIVEL

Escala: 1/75

Fecha: ENERO 2023

Ing. JESU ANAXIMANDRO VELASQUEZ DAVALA
C.P. 17385



PLANTA AZOTEA
ESC:1/75

CUADRO DE VANOS (PUERTAS)				
TIPO	ANCHO	ALTO	ALFZ.	CANT.
P-01	1.20	2.20	-	01
P-02	1.00	2.20	-	
P-03	0.60	1.80	-	
P-04	2.55	2.20	-	
P-05	0.90	2.10	-	
P-06	0.80	2.10	-	
P-11	1.30	2.20	-	
P-12	1.50	2.20	-	
P-13	2.00	2.20	-	
P-14	1.20	2.20	-	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE
CAJAMARCA

PROYECTO: CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DEL EXPEDIENTE TÉCNICO DEL PROYECTO:
"MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA ESCUELA
ACADEMICO PROFESIONAL DE OBSTETRICIA, FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD,
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, DISTRITO DE CAJAMARCA- PROVINCIA DE
CAJAMARCA - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA"

Ubicación:
AV. AZANGALPA N° 1050, CARRETERA A BARRIO
SOL RICA
Dist. CAJAMARCA
Prov. CAJAMARCA
País CAJAMARCA

DISEÑO: G.P.O. - J.S.S.

Letra: **A-05**

Región: CAJAMARCA

PLANO: ARQUITECTURA
DISTRIBUCION AZOTEA

JEFE DE PROYECTO: ING. GERARDO PAZ OLIVERA
C.A.P. N° 3669

Ing. JULIO ANAXIMANDRO VELASQUEZ DAVALA
C.P. N° 23815

Escala: 1/75

Fecha: ENERO 2023